

PROJEKTOWANIE INSTALACJI CYRKULACJI CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ A BEZPIECZEŃSTWO MIKROBIOLOGICZNE

opracowanie - Barbara Jurek

Projektowanie instalacji sanitarnych wymaga wypracowania kompromisu pomiędzy zaawansowaną technologią, ekologią a komfortem użytkowników. Układ cyrkulacji ciepłej wody użytkowej (c.w.u.) doskonale wpisuje się w te wymagania, odgrywając kluczową rolę w codziennej eksploatacji i przyczyniając się do znacznych oszczędności. Codzienne wylewanie do odpływu zimnej wody w oczekiwaniu na pojawienie się ciepłej to niepotrzebne marnowanie zarówno cennych zasobów naturalnych, jak i pieniędzy.

ZASADA DZIAŁANIA CYRKULACJI CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ

Cyrkulacja c.w.u. to układ składający się z dodatkowych przewodów oraz pompy obiegowej, którego zadaniem jest utrzymywanie stałego ruchu ciepłej wody w instalacji. Równolegle do głównej rury zasilającej z ciepłą wodą montuje się przewód powrotny (cyrkulacyjny) o mniejszej średnicy oraz dedykowaną pompę.

Pompa obiegowa – stale lub w określonych godzinach – tłoczy wychładzającą się wodę z powrotem do podgrzewacza, a na jej miejsce natychmiast napływa gorąca woda o wymaganej temperaturze.

Dzięki takiemu rozwiązaniu podgrzana woda stale krąży pomiędzy źródłem ciepła (np. zasobnikiem) a punktami poboru. Wszystkie rury wchodzące w skład instalacji cyrkulacji powinny być jak najlepiej zaizolowane termicznie, aby zminimalizować straty ciepła do otoczenia.

Wskazówka eksploatacyjna: Pompa cyrkulacyjna nie powinna pracować przez całą dobę. Jej działanie należy programować wyłącznie na godziny, w których mieszkańcy rzeczywiście korzystają z ciepłej wody. Pozwala to na znaczną oszczędność energii elektrycznej oraz ograniczenie strat ciepła.

KIEDY STOSOWAĆ CYRKULACJĘ?

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (§ 120 ust. 1). Zgodnie z normą, obowiązek zastosowania układu z cyrkulacją wody powstaje wtedy, gdy **pojemność wodna wewnątrz przewodu zasilającego** – mierzona od źródła lub zasobnika ciepłej wody do najdalej położonego punktu poboru – **przekracza 3 dm³**.

Brak instalacji cyrkulacyjnej prowadzi do niepotrzebnych strat wody, wynikających z dłuższego czasu oczekiwania na uzyskanie odpowiedniej temperatury na wylewce. Przykładowo, przy zaledwie trzech punktach poboru roczne straty czystej wody mogą sięgać nawet 4000 l.

Ciągły ruch wody oraz utrzymywanie jej w określonej, wysokiej temperaturze zapobiega stagnacji. To z kolei mocno ogranicza ryzyko rozwoju niebezpiecznych bakterii z rodzaju Legionella, o których szczegółowo piszemy w dalszej części opracowania.

PROJEKTOWANIE I OBLICZENIA HYDRAULICZNE UKŁADU

Aby układ cyrkulacji prawidłowo i efektywnie spełniał swoją funkcję, musi zostać odpowiednio zaprojektowany.

W celu określenia wymaganego natężenia przepływu w instalacji należy przyjąć następujące parametry wyjściowe:

- $\Delta T = 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ – maksymalna dopuszczalna różnica temperatur pomiędzy temperaturą zasilania ciepłą wodą, a temperaturą wody dostarczonej do najmniej korzystnie zlokalizowanego (najdalszego) punktu poboru.
- $q = 6\text{ kcal} / (\text{h} \cdot \text{m})$ – średnia jednostkowa strata ciepła na jeden metr rury ciepłej wody (wartość przyjmowana dla dobrze zaizolowanych przewodów).

Średnie natężenie przepływu wymagane na każdy metr rurociągu oblicza się ze wzoru:

$$g = q/\Delta T = 6/2 = 3 \text{ l} / (\text{h}\cdot\text{m})$$

Po określeniu całkowitego przepływu w instalacji cyrkulacji, średnice poszczególnych rurociągów można obliczyć, stosując metodę stałego liniowego spadku ciśnienia (r), przyjmując np. wartość:

$$r = 10\text{-}30 \text{ mm sł.w.}$$

PRZYKŁAD OBLICZANIA PRZEPŁYWU W INSTALACJI CYRKULACJI

Poniżej przedstawiono przykładowy podział przepływów dla poszczególnych odcinków instalacji (przy założeniu jednostkowego zapotrzebowania $3 \text{ l} / (\text{h}\cdot\text{m})$)

Teoretyczny przepływ w pionie 1:

$$11 \text{ m} \times 3 \text{ l} / (\text{h}\cdot\text{m}) = 33 \text{ l/h}$$

Odcinek pomiędzy pionem 1 a pionem 2:

$$12 \text{ m} \times 3 \text{ l} / (\text{h}\cdot\text{m}) = 36 \text{ l/h}$$

Teoretyczny przepływ w pionie 2:

$$11 \text{ m} \times 3 \text{ l} / (\text{h}\cdot\text{m}) = 33 \text{ l/h}$$

Odcinek pomiędzy pionem 2 a pionem 3:

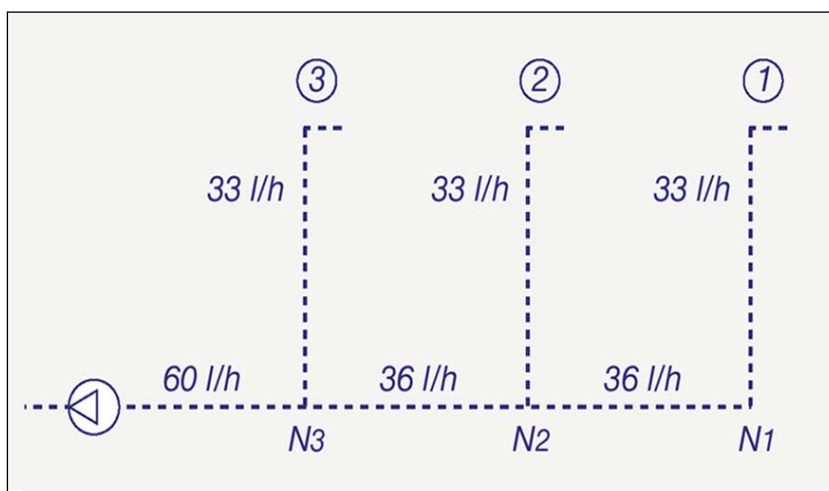
$$12 \text{ m} \times 3 \text{ l} / (\text{h}\cdot\text{m}) = 36 \text{ l/h}$$

Teoretyczny przepływ w pionie 3:

$$11 \text{ m} \times 3 \text{ l} / (\text{h}\cdot\text{m}) = 33 \text{ l/h}$$

Odcinek od pionu 3 do centrali (CT):

$$20 \text{ m} \times 3 \text{ l} / (\text{h}\cdot\text{m}) = 60 \text{ l/h}$$

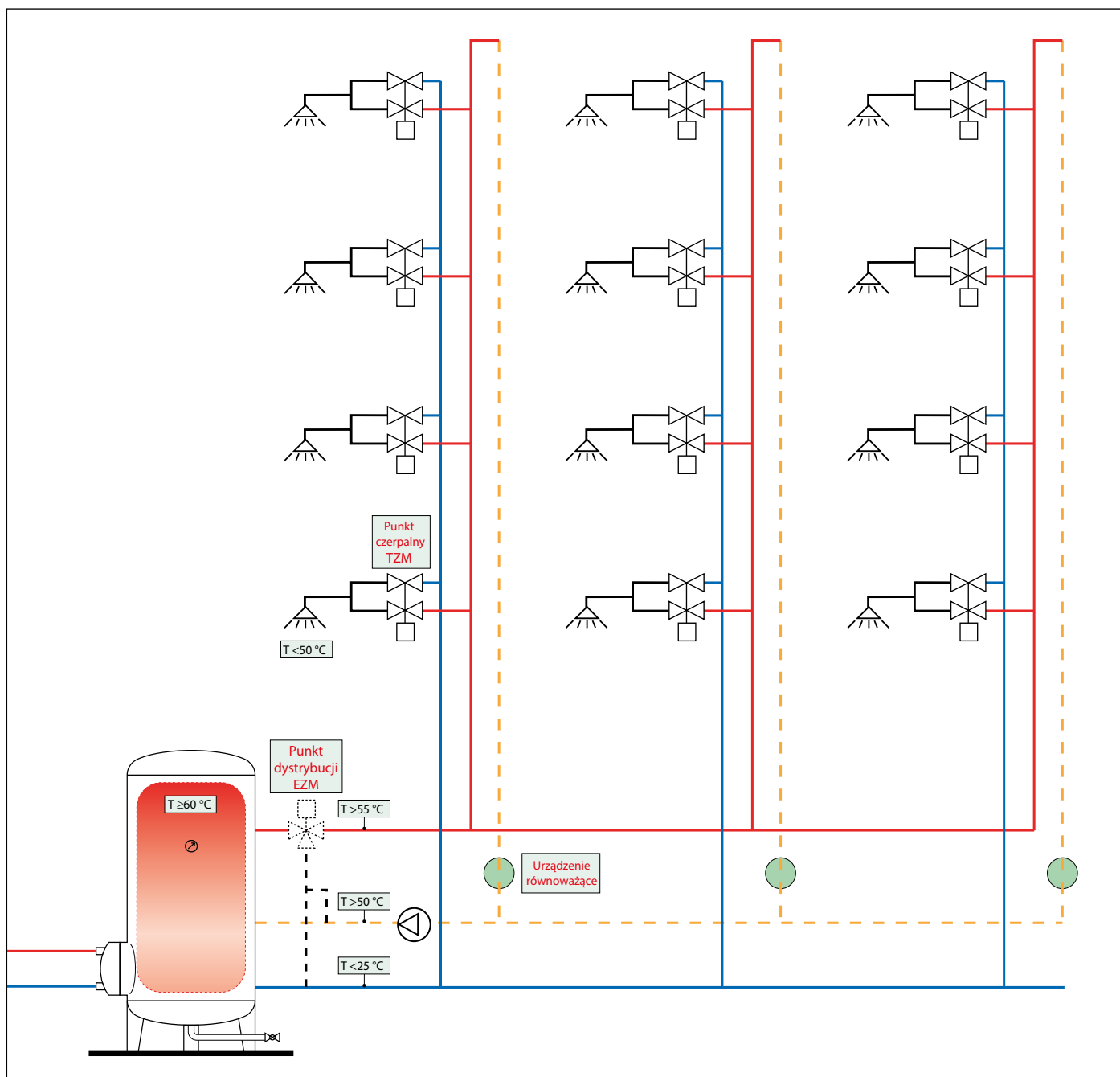


Rys.1: Przepływ obliczeniowy dla pionów i odcinków poziomych

RÓWNOWAŻENIE HYDRAULICZNE INSTALACJI CYRKULACYJNEJ

Wymogi prawne: Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Rozwoju i Technologii w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, instalacja ciepłej wody powinna mieć zapewniony stały obieg wody oraz być hydraulicznie zrównoważona.

Każda gałąź i pion w obiegu cyrkulacji muszą zostać odpowiednio zrównoważone, aby zapewnić wymaganą temperaturę wody w całym obiekcie.



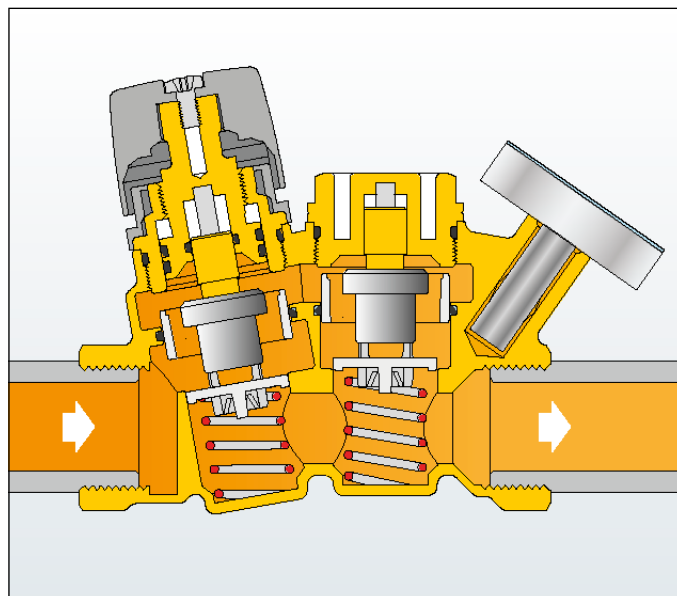
Rys. 2: Instalacja c.w.u. z cyrkulacją

KONSTRUKCJA I ZASADA DZIAŁANIA

Termostatyczny zawór regulacyjny cyrkulacji c.w.u. umożliwia automatyczną i dynamiczną regulację przepływu, gwarantując stałą temperaturę wody w każdym punkcie poboru. Odpowiada za to wbudowany wkład termostatyczny, który bezpośrednio reaguje na zmiany temperatury przepływającego medium.

Gdy temperatura wody jest zbyt niska (poniżej wartości zadanej), zawór otwiera się, zwiększając przepływ. W miarę wzrostu temperatury zawór przysłania się. Stan równowagi zostaje osiągnięty, gdy temperatura rzeczywista zrówna się z nastawioną temperaturą projektową. W praktyce przez zawór przepływa tylko minimalna, niezbędna ilość wody potrzebna do pokrycia strat ciepła i utrzymania temperatury na stałym poziomie. Taki sposób działania eliminuje zjawisko podbierania wody z najdalszych pionów przez piony zlokalizowane najbliżej źródła ciepła.

Zawory te regulują przepływ i temperaturę na podstawie rzeczywistych, dynamicznie zmieniających się warunków pracy instalacji, a nie tylko teoretycznych założeń obliczeniowych.



Rys.3: Termostatyczny zawór do regulacji c.w.u.

CZYM JEST LEGIONELLA?

Legionella to tlenowa bakteria Gram-ujemna. Dotychczas zidentyfikowano około 40 gatunków z tego rodzaju, z czego najgroźniejszym dla człowieka jest *Legionella pneumophila*, odpowiedzialna za blisko 90 % przypadków legionelozy (choroby wywołanej przez te drobnoustroje). Legioneloza to ciężka postać zapalenia płuc. Do zakażenia dochodzi drogą inhalacyjną – poprzez wdychanie do płuc aerozolu wodno-powietrznego (np. mgły lub drobnych kropelek skażonej wody).

RYS HISTORYCZNY

Nazwa bakterii wiąże się z tragicznym zdarzeniem, które miało miejsce w lipcu 1976 roku w jednym z hoteli w Filadelfii (USA) podczas zjazdu weteranów wojennych (znanych jako Legion Amerykański). Spośród około 2000 uczestników spotkania na ostre zapalenie płuc zachorowało 221 osób, a 34 zmarły. Po szczegółowych badaniach odkryto, że źródłem infekcji były nieznane dotąd bakterie, które namnożyły się w hotelowym systemie klimatyzacji. Na pamiątkę tych ofiar drobnoustrojów nazwano *Legionella*, a wywoływane przez niego schorzenie – „chorobą legionistów”.

OBJAWY I WARUNKI ROZWOJU

Choroba legionistów objawia się m.in. wysoką gorączką, silnymi bólami mięśni i głowy, biegunką, suchym kaszlem oraz dezorientacją. Jest to stan bezpośredniego zagrożenia życia.

Bakterie *Legionella* najlepiej rozwijają się w temperaturze od 25 °C do 45 °C w miejscach, w których dochodzi do stagnacji (zastoju) wody.

Wysokie stężenia tych pałeczek można wykryć m.in. w:

- zaniedbanych i nieprawidłowo konserwowanych instalacjach wodociągowych,
- systemach klimatyzacji i wentylacji,
- miejskich bramkach zraszających (kurtynach wodnych) uruchamianych w upalne dni,
- fontannach miejskich oraz systemach automatycznego nawadniania ogrodów.

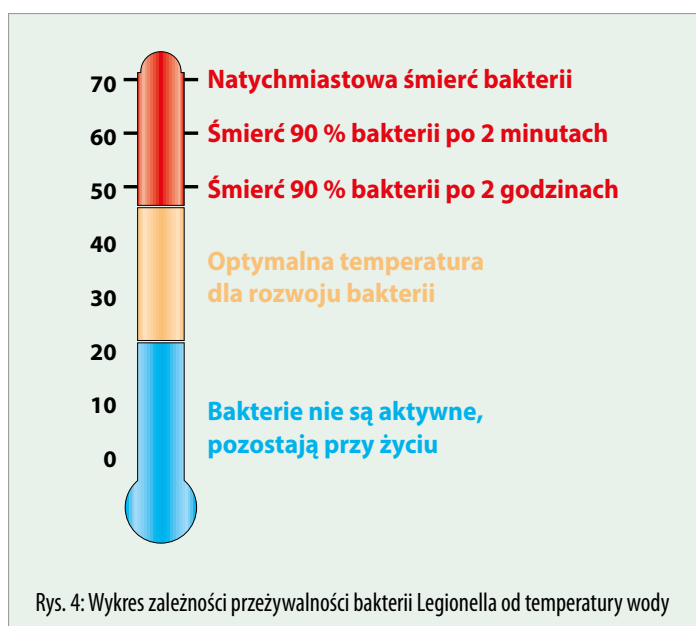
Wewnątrz domowych instalacji sanitarnych bakterie gromadzą się najczęściej w zasobnikach i podgrzewaczach wody, na końcówkach wylewów baterii i słuchawek prysznicowych, a także na tzw. „ślepych odcinkach” rur, w których woda nie cyrkuluje. Co ciekawe, obecność kamienia, rdzy oraz biofilmu na wewnętrznych ściankach rur stanowi dla bakterii idealne schronienie oraz źródło pożywienia.

PRZECIWDZIAŁANIE I METODY DEZYNFEKCJI

Aby zapobiegać rozwojowi bakterii Legionella w instalacjach wody użytkowej, należy okresowo przeprowadzać dezynfekcję chemiczną lub termiczną.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2022 r. poz. 1225 z późn. zm.), w szczególności wymagania dotyczące temperatury ciepłej wody oraz konieczności zapewnienia możliwości przeprowadzania dezynfekcji termicznej.

- **Dezynfekcja chemiczna:** polega na dozowaniu do instalacji specjalnych substancji biobójczych, które niszczą bakterie oraz usuwają zalegający biofilm. Jedną z najskuteczniejszych substancji jest dwutlenek chloru ClO₂. Doskonale penetruje on wszelkie zakamarki instalacji, skutecznie rozbija biofilm, a jego skuteczność nie zależy od odczynu pH wody.
- **Dezynfekcja termiczna (tzw. przegrzew):** polega na gwałtownym podniesieniu temperatury wody w całym układzie do poziomu gwarantującego natychmiastowe obumieranie patogenów. Skuteczność tej metody zależy od osiągnięcia i utrzymania odpowiednio wysokiej temperatury w każdym, nawet najdalej położonym punkcie czepalnym. Dezynfekcję należy przeprowadzać przy parametrach zgodnych z obowiązującymi przepisami techniczno-budowlanymi. /Zob. Rys. 4/



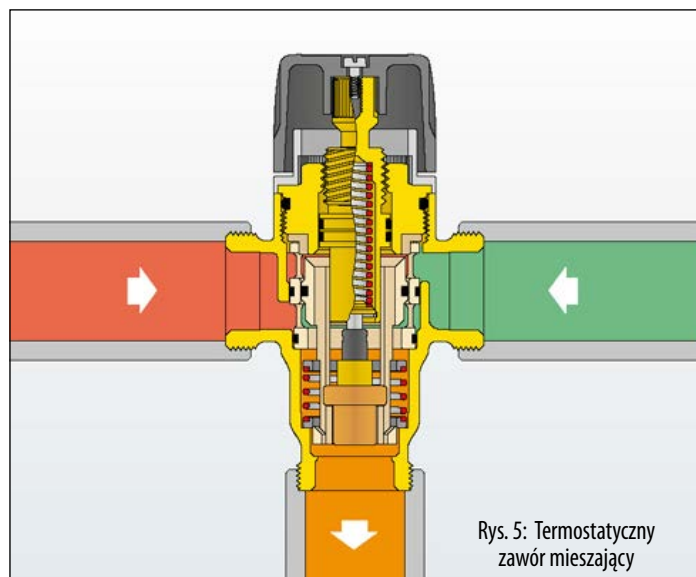
Zgodnie z polskimi przepisami temperatura wody w zasobniku c.w.u. powinna być stale utrzymywana na poziomie minimum 60 °C . Jak wynika z powyższego wykresu, taka temperatura skutecznie hamuje rozwój bakterii i eliminuje je z objętości zasobnika.

BEZPIECZEŃSTWO I REGULACJA TEMPERATURY

– ZAWORY MIESZAJĄCE

Aby wysoka temperatura w zasobniku (60 °C) nie stwarzała ryzyka poparzenia użytkowników bezpośrednio przy punktach poboru, stosuje się **termostatyczne zawory mieszające**. Urządzenia te automatycznie mieszają wodę gorącą z zimną, utrzymując temperaturę wody zmieszanej na bezpiecznym, stałym poziomie.

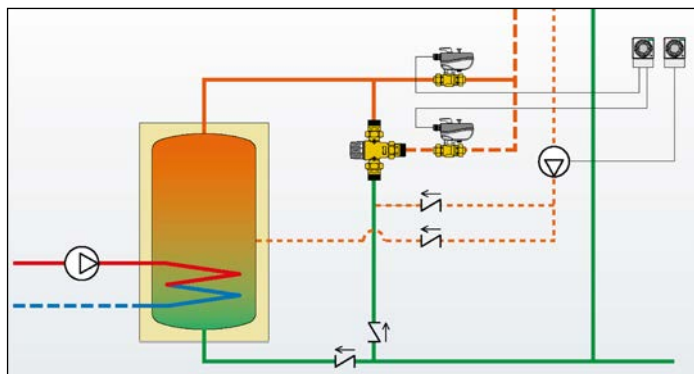
Nastawy dokonuje się ręcznie za pomocą pokrętła z precyzyjną podziałką. Sercem zaworu jest element termostatyczny – kurcząc się lub rozszerzając pod wpływem zmian temperatury, steruje on wewnętrznym grzybkim regulującym proporcje dopływu wody ciepłej i zimnej. Dzięki temu zawór stabilnie utrzymuje zadaną temperaturę wyjściową.



Rys. 5: Termostatyczny zawór mieszający

Schemat przedstawia zaawansowany układ z zaworem mieszającym oraz dwoma dwudrogowymi zaworami odcinającymi z siłownikami (pracującymi naprzemiennie), co umożliwia automatyczne realizowanie procedury dezynfekcji termicznej.

Ważna uwaga montażowa: W układzie przedstawionym na schemacie kluczowe jest, aby powrót z instalacji cyrkulacji był wpięty w przewód wody zimnej przed zaworem mieszającym, a nie wyłącznie bezpośrednio do zasobnika c.w.u. W przeciwnym razie, w okresach braku rozbioru wody (gdy zawór mieszający nie pobiera nowej wody zimnej z sieci), obieg cyrkulacyjny zostanie poważnie zakłócony lub całkowicie zablokowany, co może doprowadzić do suchobiegu i uszkodzenia pompy cyrkulacyjnej.



Rys. 6: Instalacja scentralizowana - regulacja ciepłej wody użytkowej z możliwością wykonania dezynfekcji termicznej

AUTOMATYCZNA DEZYNFEKCJA TERMICZNA Z ZAWORAMI SERII 116

Mając na uwadze wymagania prawne oraz zagrożenia związane z bakteriami Legionella, termostatyczny zawór cyrkulacyjny musi bezwzględnie umożliwiać przeprowadzenie dezynfekcji termicznej. W tym celu nowoczesne zawory wyposaża się w drugi, dodatkowy wkład termostatyczny. Reaguje on na wodę o temperaturze dezynfekcyjnej (powyżej 70 °C), automatycznie otwierając bypass na czas trwania przegrzewu.

TERMOSTATYCZNY ZAWÓR DO CYRKULACJI C.W.U. CALEFFI SERIA 116 (WERSJA AUTOMATYCZNA)

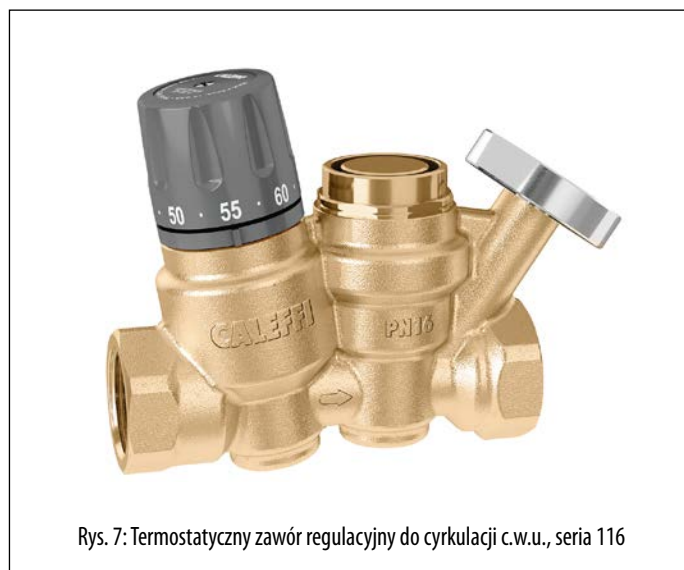
Urządzenie to wyposażone jest w dwa niezależne wkłady termostatyczne o opisanej wyżej zasadzie działania. Ogromną zaletą konstrukcyjną zaworu Caleffi serii 116 jest możliwość bezproblemowej wymiany obu wkładów bez konieczności demontażu całego korpusu zaworu z rurociągu.

Warto podkreślić, że zawór nie pozwala na całkowite odcięcie przepływu – przy maksymalnym domknięciu pierwszego wkładu zachowany zostaje tzw. przepływ resztkowy.

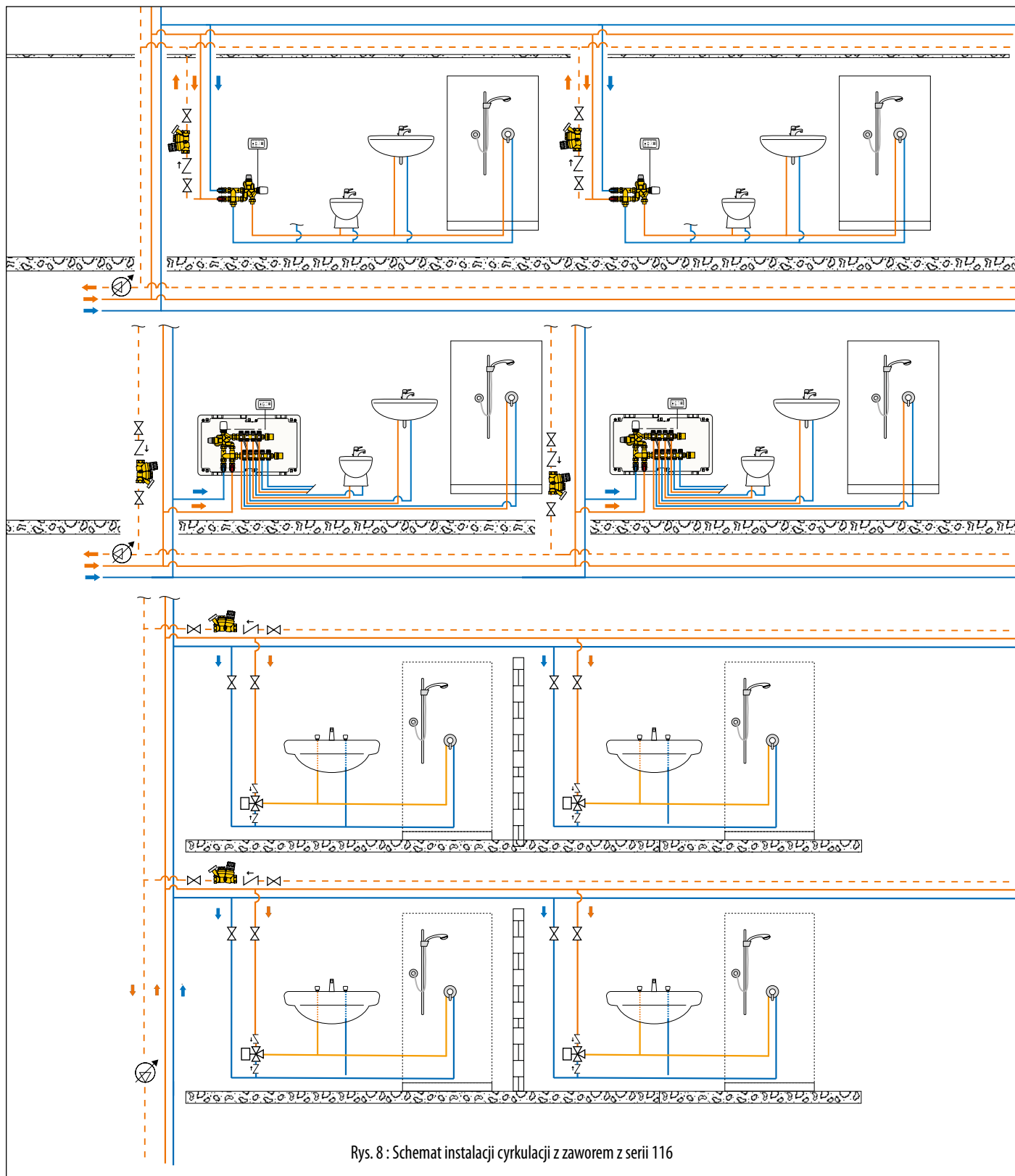
Nastawę pożądanej temperatury roboczej wykonuje się za pomocą wygodnego pokrętła z blokadą zabezpieczającą przed przypadkową lub nieuprawnioną zmianą parametrów.

Zawór standardowo wyposażony jest również w termometr przylgowy ułatwiający kontrolę pracy układu.

Schemat na następnej stronie, przedstawia kompletną instalację cyrkulacji z zaworami serii 116 zamontowanymi na poszczególnych pionach oraz odgałęzieniach.



Rys. 7: Termostatyczny zawór regulacyjny do cyrkulacji c.w.u., seria 116



Rys. 8 : Schemat instalacji cyrkulacji z zaworem z serii 116

PODSUMOWANIE

Dobrze zaprojektowana, poprawnie wykonana oraz zrównoważona hydraulicznie instalacja cyrkulacji c.w.u. to gwarancja najwyższego komfortu dla użytkowników oraz realne oszczędności wody i energii. Z kolei wdrożenie skutecznych rozwiązań umożliwiających okresową dezynfekcję termiczną zapewnia bezpieczeństwo mikrobiologiczne i pełen spokój eksploatacyjny.