

# ZAWORY 3-DROGOWE W INSTALACJACH HYDRAULICZNYCH CHARAKTERYSTYKA RODZAJE I ZASTOSOWANIE

opracowanie - Barbara Jurek

W niniejszym opracowaniu szczegółowo przyjrzymy się zaworom 3-drogowym. Choć urządzenia te na pierwszy rzut oka wyglądają bardzo podobnie – każde z nich posiada mosiężny lub żeliwny korpus z trzema przyłączami - drogami przepływu medium, to w rzeczywistości różnią się budową wewnętrzną, zasadą działania oraz przeznaczeniem w instalacji.

Większość omawianych zaworów współpracuje z siłownikami elektrycznymi, co odróżnia je od zaworów termostacyjnych, których praca opiera się na wbudowanym elemencie termostycznym (np. woskowym), reagującym bezpośrednio na temperaturę przepływającego medium bez udziału zewnętrznej automatyki.

W dalszej części artykułu omówimy najpopularniejsze typy zaworów 3-drogowych stosowanych w instalacjach grzewczych i chłodniczych:

- **Zawory przełączające**
- **Zawory odcinające (strefowe)**
- **Zawory mieszające (obrotowe i grzybkowe)**

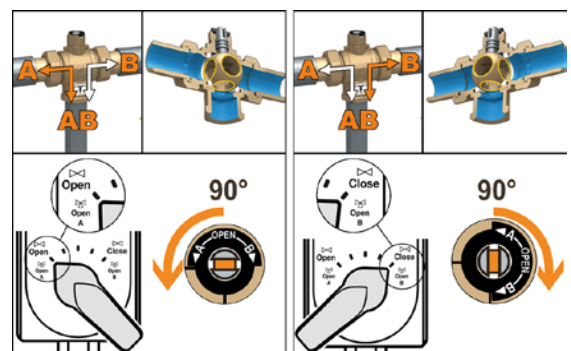
## ZAWORY KULOWE PRZEŁĄCZAJĄCE

### KONSTRUKCJA I ZASADA DZIAŁANIA

Zawór przełączający (rozdzielający) służy do kierowania strumienia medium grzewczego lub chłodniczego w jeden z dwóch alternatywnych kierunków. Konstrukcja tego typu zaworu opiera się na kuli z wydrążeniem w kształcie litery **T** lub **L**.

Obrót kuli realizowany jest najczęściej za pomocą siłownika elektrycznego, choć w niektórych przypadkach możliwa jest również regulacja ręczna.

W zaworach o **typie T** kula obraca się o 90°, zmieniając kierunek przepływu z drogi wspólnej (AB) na drogę A lub drogę B (AB-A AB-B).



Rys.1: Zawór typu T

### ZASTOSOWANIE I FUNKCJA PRZEŁĄCZANIA C.W.U.

Zawory przełączające są kluczowym elementem nowoczesnych układów grzewczych i chłodniczych z pompami ciepła lub kotłami gazowymi. Ich głównym zadaniem jest **przełączanie priorytetu pracy układu**:

- **Tryb ogrzewania/chłodzenia:** Zawór kieruje medium na instalację np. ogrzewanie podłogowe lub klimakonwektory.
- **Tryb przygotowania ciepłej wody użytkowej:** Po otrzymaniu sygnału z automatyki źródła ciepła (która wykryła spadek temperatury w zasobniku), siłownik obraca kulę zaworu, kierując cały strumień gorącego medium na węzownice w zasobniku c.w.u. Po podgrzaniu wody użytkowej zawór powraca do pozycji wyjściowej.

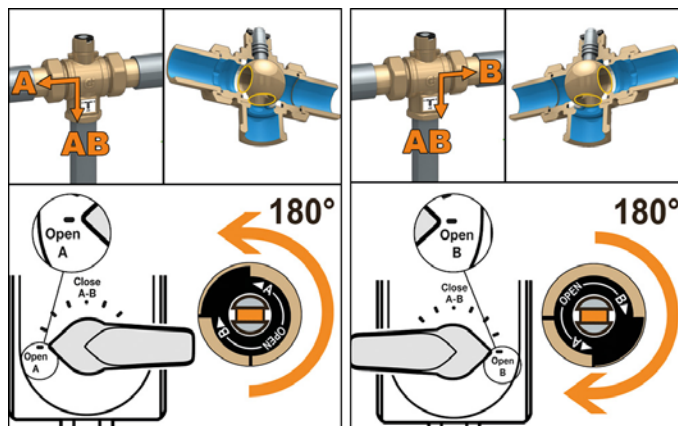
Zawory te doskonale sprawdzają się również w instalacjach hybrydowych, gdzie zachodzi potrzeba przełączania pomiędzy dwoma niezależnymi źródłami ciepła zasilającymi ten sam układ.

## RÓŻNICA MIĘDZY TYPEM T A TYPEM L

### Typ T (połączenie hydrauliczne podczas przełączania):

Jest to rozwiązanie zalecane w większości układów grzewczych. Podczas obrotu kuli drogi przepływu nakładają się na siebie. Oznacza to, że w fazie przejściowej przepływ nigdy nie zostaje całkowicie zablokowany – strumienie w pewnym stopniu się mieszają. Zapobiega to gwałtownym skokom ciśnienia, dzięki czemu pompy obiegowe (zwłaszcza w pompach ciepła) nie zgłaszają błędów braku przepływu (flow error).

**Typ L (brak połączenia hydraulicznego):** W tym typie podczas obrotu kuli następuje chwilowe, całkowite odcięcie przepływu. Zawory typu L (wymagające obrotu o 180 °) sprawdzają się głównie tam, gdzie przełączanie odbywa się bardzo rzadko (np. sezonowo: tryb lato/zima).



Rys. 2: Zawór typu L

## ZALETY ZAWORÓW KULOWYCH PRZEŁĄCZAJĄCYCH

Najważniejszą zaletą tej konstrukcji jest **całkowity brak przecieku wewnętrznego**. Gdy jedna droga jest zamknięta, medium nie przedostaje się do niej nawet w minimalnym stopniu. Zapobiega to stratom energii (np. niepożądanemu wychłodzeniu zasobnika c.w.u. podczas pracy klimakonwektorów w trybie chłodzenia latem).

## PRZYKŁADY URZĄDZEŃ Z OFERTY CALEFFI

### 3-DROGOWY ZAWÓR PRZEŁĄCZAJĄCY Z SERII 6447 (TYP T Z SIŁOWNIKIEM 2-PUNKTOWYM)

Doskonały wybór do większości instalacji w budownictwie jednorodzinny. Charakteryzuje się bardzo dobrymi parametrami przepływu (dla przyłączy 1/2" i 3/4" współczynnik  $K_v=3,9$  m<sup>3</sup>/h, natomiast dla przyłączy 1" wynosi on aż  $K_v=9$  m<sup>3</sup>/h, ). Sprawdzi się w układach o mniejszych mocach (np. z pompą ciepła o mocy do 15 kW).

Najważniejsze cechy:

- Całkowity brak przecieku wewnętrznego
- Konstrukcja typu T (stałe połączenie hydrauliczne, brak blokowania przepływu)
- Wysoka trwałość: kula wykonana z mosiądzu, a elementy wewnętrzne odpowiadające za ruch ze stali nierdzewnej (kluczowe przy częstym przełączaniu)
- Siłownik 2-punktowy (sterowanie on/off) kompatybilny z większością sterowników na rynku
- Stopień ochrony IP 54 (pyłoszczelność oraz odporność na zachlapanie wodą)



Rys.3: 3-drogowy zawór przełączający, seria 6447

### 3-DROGOWY ZAWÓR PRZEŁĄCZAJĄCY Z SERII 638 (TYP T Z SIŁOWNIKIEM 3-PUNKTOWYM)

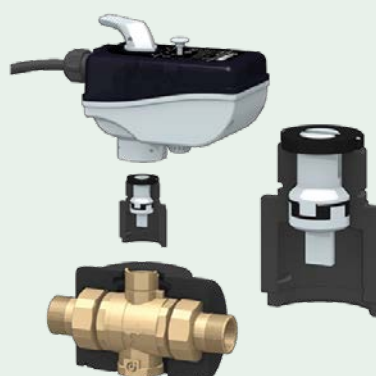
Zawór przeznaczony do większych i bardziej wymagających instalacji. Odznacza się wyjątkowo wysoką wartością współczynnika przepływu (dla średnicy 1 1/4" wynosi on aż  $Kv=24,7 \text{ m}^3/\text{h}$ ). Dostępny w średnicach od 3/4" do 2".

Najważniejsze cechy:

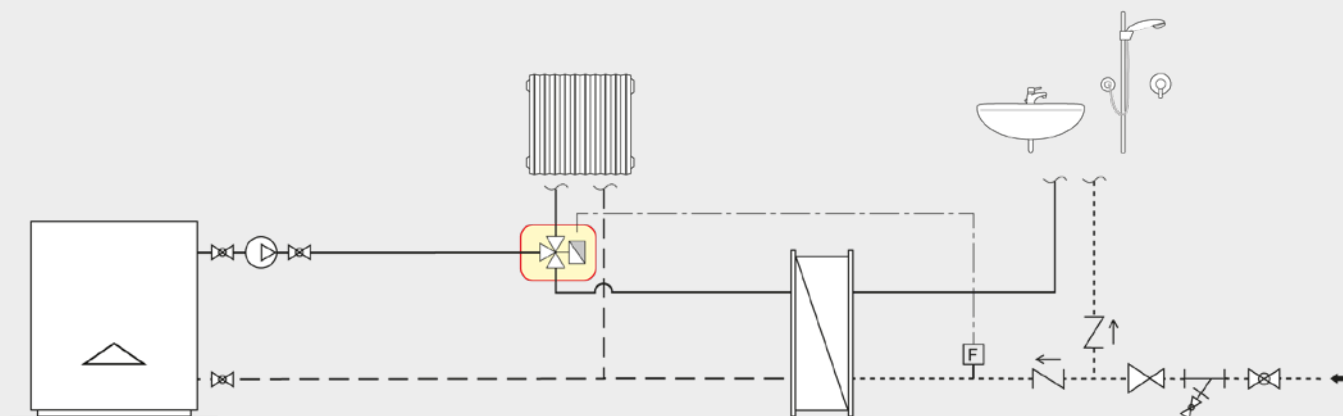
- Wszystkie zalety serii 6447 (brak przecieku, typ T, wysoka trwałość mechaniczna)
- Wyposażony w siłownik 3-punktowy
- Stopień ochrony IP65, co pozwala na montaż zaworu siłownikiem skierowanym do dołu
- Możliwość doposażenia w **izolację termiczną (adapter)** między korpusem a siłownikiem (składającą się z dwóch trzpieni ze stali nierdzewnej i pierścienia izolacyjnego). Element ten zapobiega kondensacji wilgoci wewnątrz obudowy siłownika przy pracy z zimnym medium oraz ogranicza przenoszenie wysokich temperatur na elektronikę.



Rys. 4: 3-drogowy zawór przełączający, seria 638



Rys. 5: Izolacja termiczna



Rys. 6: Przykładowy schemat instalacji z kotłem z zaworem przełączającym pomiędzy instalację z grzejnikami, a wodę użytkową

## Charakterystyka siłowników obrotowych

W zaworach kulowych przełączających stosuje się siłowniki obrotowe. Przy ich doborze kluczowe są trzy parametry:

- **Kąt obrotu:** Zakres ruchu roboczego (zazwyczaj 90 ° lub 180 °)
- **Moment obrotowy:** Siła (wyrażona w Nm) niezbędna do pokonania oporów tarcia kuli przy maksymalnym ciśnieniu roboczym
- **Czas obrotu:** Czas potrzebny na pełne przestawienie zaworu z jednej skrajnej pozycji w drugą

## ZAWORY STREFOWE ODCINAJĄCE

### KONSTRUKCJA I ZASADA DZIAŁANIA

Zawory strefowe charakteryzują się stosunkowo niskimi współczynnikami przepływu ( $K_v$ ) i są dedykowane do obsługi mniejszych stref grzewczych lub bezpośredniego sterowania pojedynczymi odbiornikami (np. klimakonwektorami).

Zawór posiada jeden wlot oraz dwa niezależne wyloty:

1. **Drogę główną** – zasilającą odbiornik (np. klimakonwektor)
2. **Obejście (by-pass)** – kierujące medium z powrotem na rurę powrotną instalacji.

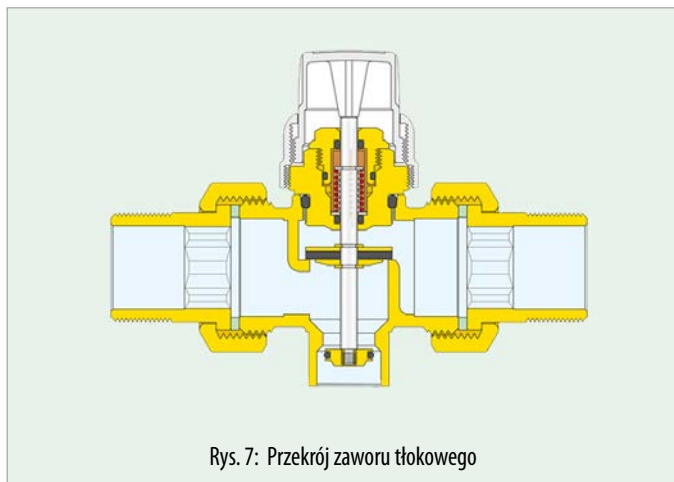
W momencie, gdy pomieszczenie lub odbiornik osiągnie zadaną temperaturę, element wykonawczy zaworu odcina dopływ do odbiornika, kierując cały strumień na obejście. Dzięki temu pompa obiegowa w instalacji pracuje przy stałym przepływie i nie tłoczy medium w zamknięty rurociąg, co mogłoby skutkować hałasem w instalacji lub uszkodzeniem samej pompy.

Elementem wykonawczym jest tu **tłok** (działający liniowo góra-dół), który zamyka naprzemiennie przelot główny lub by-pass.

### KONSTRUKCJA I ZASADA DZIAŁANIA

Zaworem tym steruje siłownik termoelektryczny typu on/off. Wewnątrz siłownika znajduje się element woskowy podgrzewany elektrycznie. Pod wpływem ciepła wosk zwiększa swoją objętość, wypychając trzpień zaworu. Po odłączeniu zasilania element woskowy stygnie i kurczy się, a wbudowana sprężyna powrotna przywraca tłok do pozycji wyjściowej.

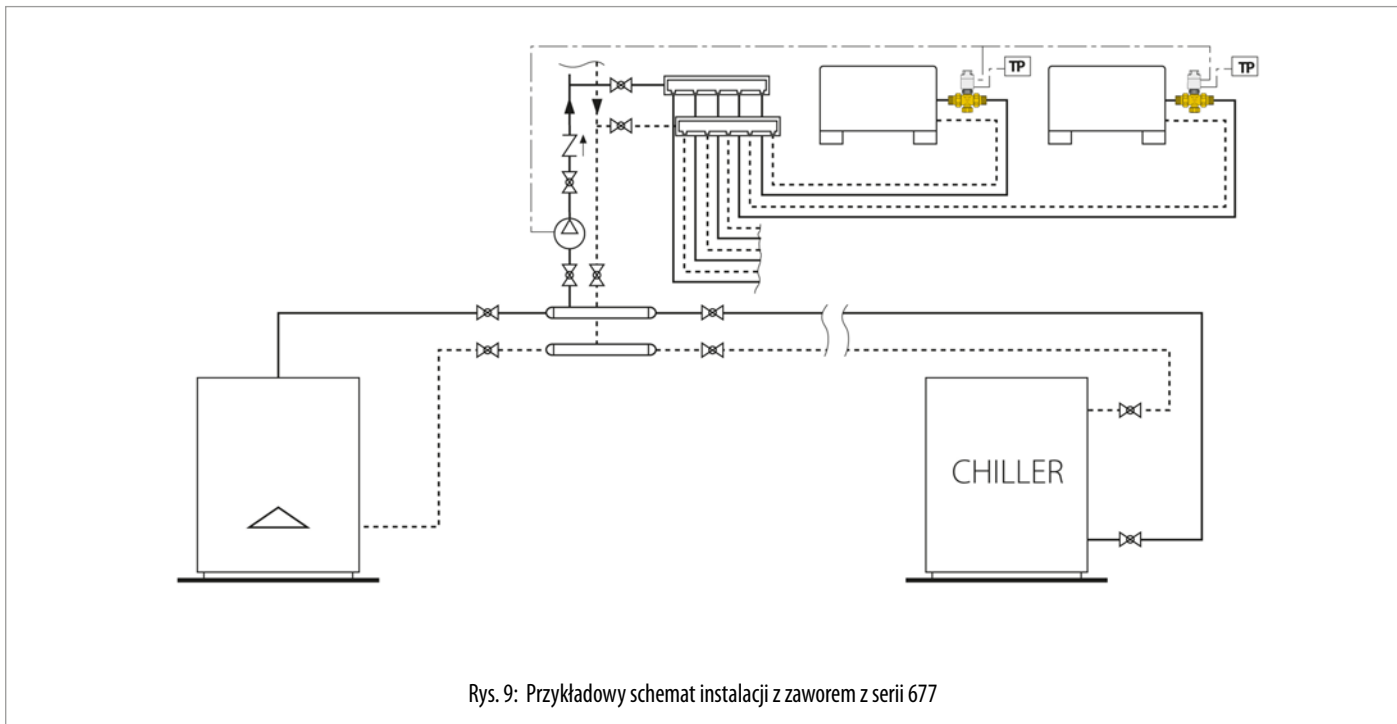
Zawór dostępny jest w średnicach 1/2", 3/4" i 1". Niezależnie od średnicy przyłącza, współczynnik przepływu wynosi  $K_v=3,7 \text{ m}^3/\text{h}$  na przelocie głównym oraz  $K_v=1,0 \text{ m}^3/\text{h}$  na obejściu.



Rys. 7: Przekrój zaworu tłokowego



Rys. 8: Zawór trójdrożny strefowy, seria 677



## ZAWORY MIESZAJĄCE

Zawory mieszające służą do płynnej regulacji temperatury czynnika zasilającego instalację poprzez precyzyjne mieszanie strumienia gorącego (ze źródła ciepła) ze strumieniem chłodniejszym (z powrotu z instalacji). Ze względu na konstrukcję elementu wykonawczego dzielimy je na dwa główne typy:

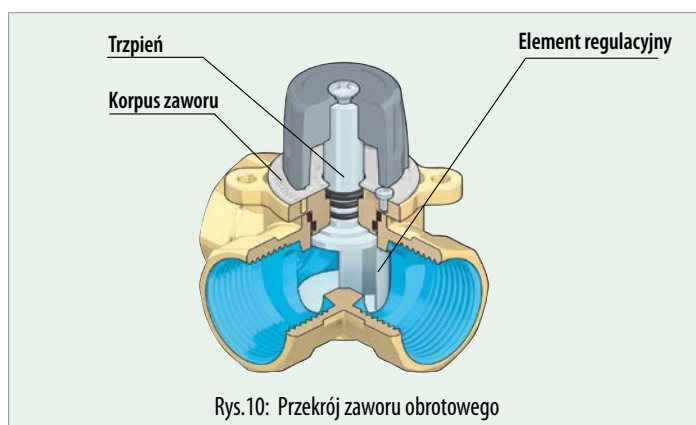
- **Zawory obrotowe**
- **Zawory grzybkowe**

## ZAWORY OBROTOWE

W zaworach tych funkcję regulacyjną pełni element obrotowy o specjalnym kształcie.

W zależności od kąta obrotu zawór realizuje trzy stany pracy:

1. **Pełne otwarcie przelotu:** Całe medium płynie bezpośrednio ze źródła ciepła na instalację. Powrót jest całkowicie zamknięty
2. **Pozycja pośrednia (regulacyjna):** Obie drogi są częściowo otwarte. Medium gorące miesza się z chłodnym w zadanej proporcji, tworząc stabilną temperaturę zmieszania na zasilaniu
3. **Pełne otwarcie by-passu:** Przelot ze źródła jest zamknięty. Medium krąży w obiegu zamkniętym instalacji odbiorczej.



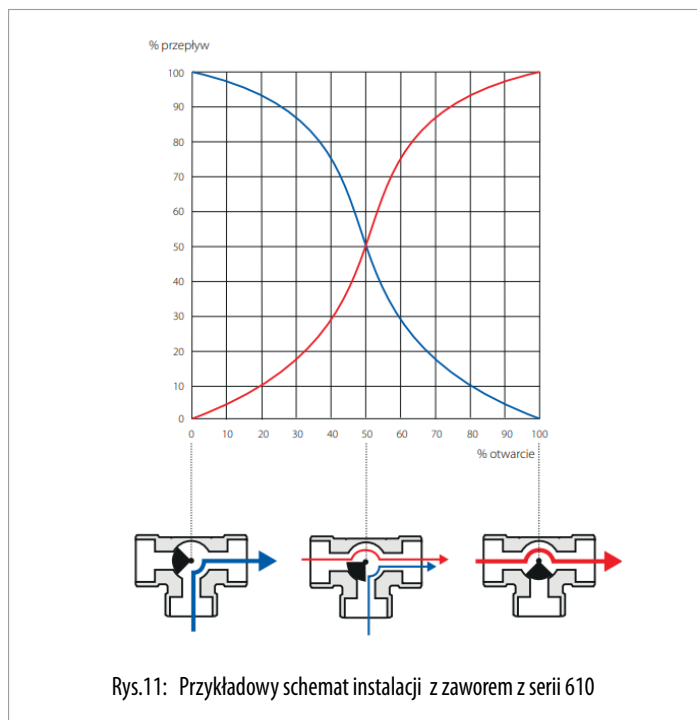
## CHARAKTERYSTYKA REGULACJI ZAWORU OBROTOWEGO

Wykres regulacji przedstawia dwie nakładające się linie przepływu:

- **Pozycja lewa (0 % otwarcia):** 100 % przepływu przez obejście (linia niebieska), 0 % przepływu ze źródła (linia czerwona).
- **Pozycja środkowa (50 % otwarcia):** Linie przepływu krzyżują się dokładnie w połowie – medium mieszane jest w stosunku 50/50.
- **Pozycja prawa (100 % otwarcia):** 100 % przepływu ze źródła ciepła (linia czerwona), obejście całkowicie zamknięte.

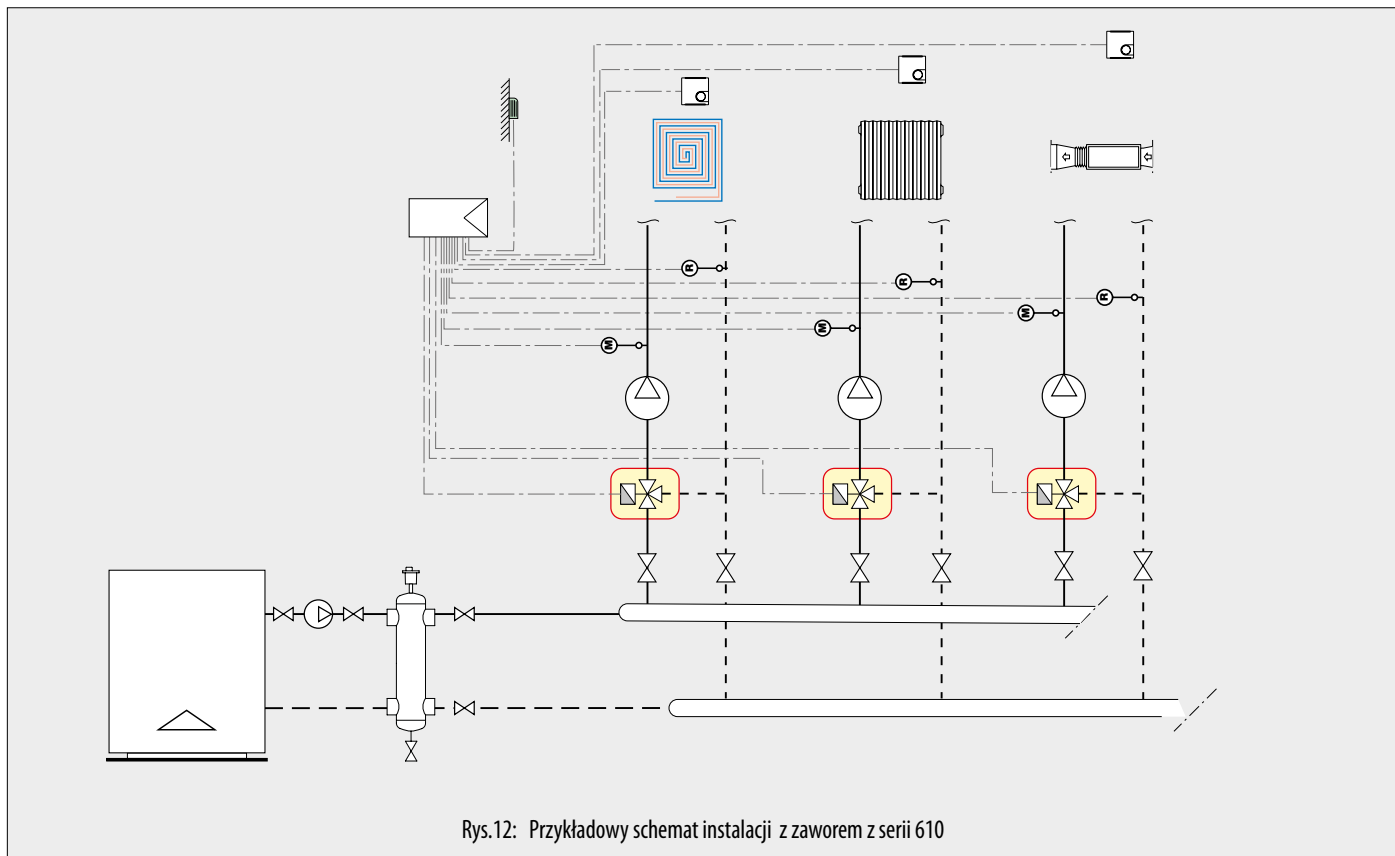
Przykładem tego typu zaworu jest zawór z serii 610 (zob. rys.11). Zawór charakteryzuje się bardzo zwartą, kompaktową budową. W przeciwieństwie do zaworów kulowych, zawory mieszające obrotowe z natury konstrukcji posiadają dopuszczalny niewielki przeciek wewnętrzny (wyrażany jako procent całkowitej wartości Kvs zaworu). Dla serii 610 wynosi on mniej niż 0,5 % przy  $\Delta p=1$  bar.

Zawór wyposażony jest w pokrętło ręczne ze skalą 0–10 (gdzie 0 oznacza pełne zamknięcie, a 10 to 100 % otwarcia na źródło ciepła). Pokrętło można łatwo zastąpić siłownikiem elektrycznym (230 V lub 24 V, ze sterowaniem 3-punktowym bądź proporcjonalnym 0-10 V).



Rys.11: Przykładowy schemat instalacji z zaworem z serii 610

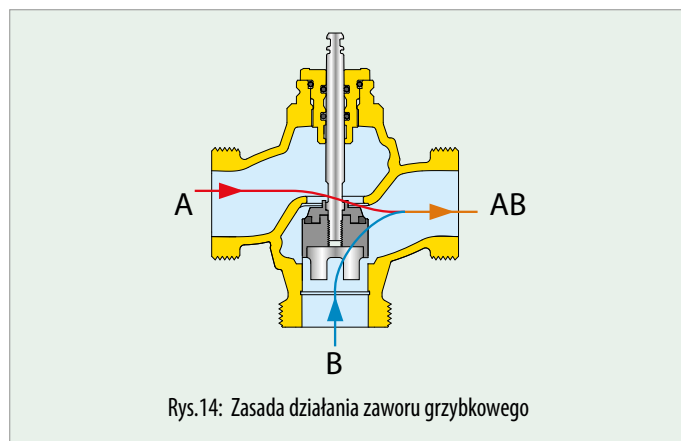
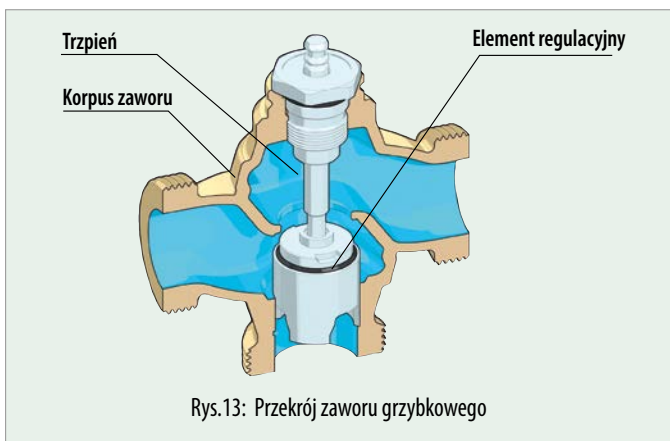
Przykład zastosowania zaworów mieszających na każdym odcinku z rozdzielacza na poszczególne układy z ogrzewaniem podłogowym, grzejnikami i klimakonwektorami.



Rys.12: Przykładowy schemat instalacji z zaworem z serii 610

## ZAWORY GRZYBKOWE

Zasada działania zaworów grzybkowych opiera się na liniowym ruchu grzybka (góra-dół). Ruch ten precyzyjnie zmienia szczelinę przepływu pomiędzy gniazdami zaworu. Kiedy trzpień porusza się w dół, otwiera się droga bezpośrednia (A-AB). Gdy unosi się do góry, otwiera się droga obejścia (B-AB), przymykając jednocześnie przelot główny.

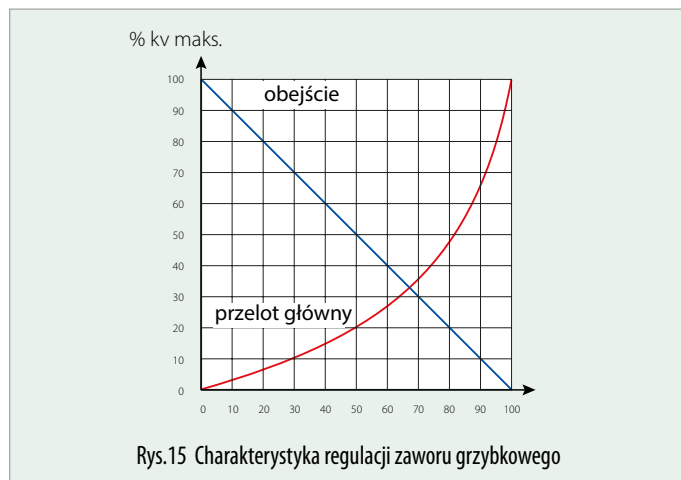


Dzięki takiej geometrii zawory te charakteryzują się **najwyższą precyzją regulacji** i są powszechnie stosowane w wymagających instalacjach grzewczych, klimatyzacyjnych oraz w automatyce przemysłowej.

## CHARAKTERYSTYKA REGULACJI ZAWORU GRZYBKOWEGO

Charakterystyka hydrauliczna tych zaworów jest zazwyczaj niesymetryczna:

- **Dla przelotu głównego (droga A-AB):** Charakterystyka stałoprocentowa (krzywa logarytmiczna). W początkowej fazie skoku (0-40 %) przyrost przepływu jest powolny i pozwala na bardzo precyzyjną regulację przy małych obciążeniach. Powyżej 60 % skoku następuje gwałtowny wzrost przepływu aż do osiągnięcia pełnej wydajności.
- **Dla obejścia (droga B-AB):** Charakterystyka liniowa. Przepływ zmienia się wprost proporcjonalnie do stopnia otwarcia zaworu.



Przykładem tego typu zaworów są zawory z serii 636.

Zawór dostępny jest w dwóch wersjach konstrukcyjnych:

- **Wersja gwintowana:** Średnice od 1/2" do 2" (współpracuje z siłownikami 24 V lub 230 V ze sterowaniem 2-punktowym, 3-punktowym lub proporcjonalnym 0-10V).
- **Wersja kołnierzowa:** Przeznaczona do dużych instalacji o średnicach nominalnych od DN65 do DN150 (współpracuje z siłownikami 24 V o sterowaniu 2-, 3-punktowym lub 0-10 V).

Zawór cechuje się znikomym przeciekami wewnętrznymi: mniej niż 0,05 % Kvs na przelocie oraz mniej niż 1% Kvs na obejściu.

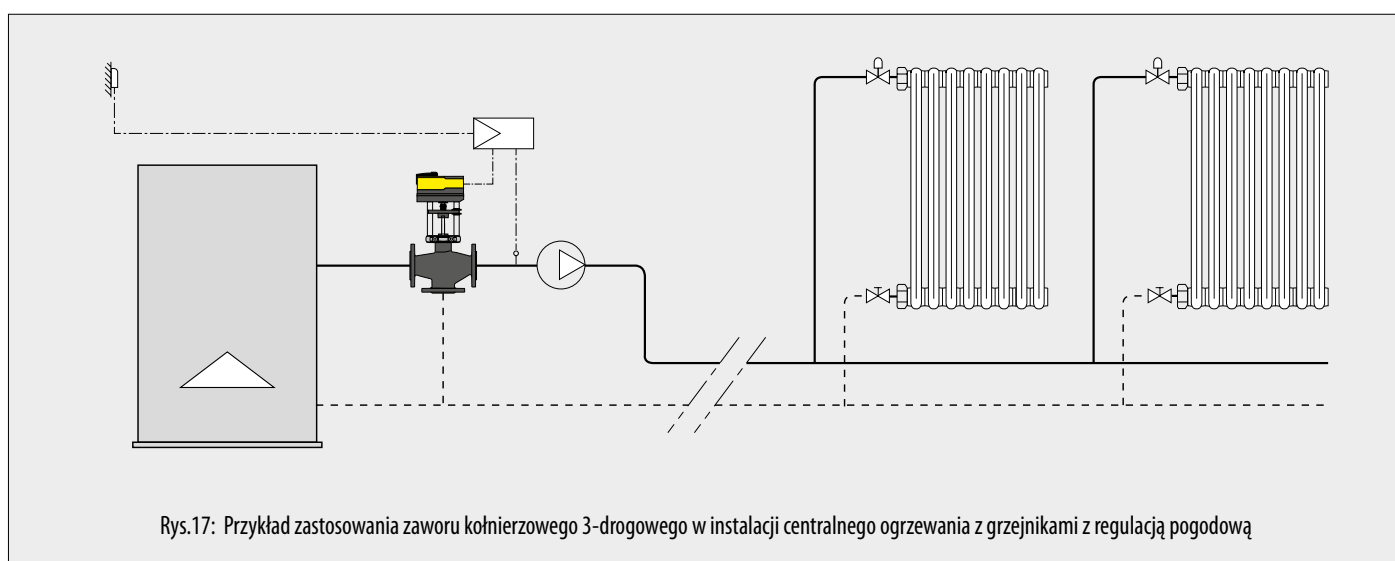


## CHARAKTERYSTYKA SIŁOWNIKÓW LINIOWYCH

W zaworach grzybkowych stosuje się napędy (siłowniki) liniowe. Ich najważniejsze parametry to:

- **Skok siłownika:** Maksymalna odległość (wyrażona w mm), na jaką siłownik może przesunąć trzpień zaworu.
- **Siła nacisku (ciąg):** Siła (wyrażona w N), z jaką siłownik dociska grzybek do gniazda, aby pokonać opór ciśnienia wody.
- **Czas skoku:** Czas potrzebny na pokonanie pełnego skoku roboczego.

Przykład zastosowania zaworu kołnierowego 3-drogowego w instalacji centralnego ogrzewania z grzejnikami z regulacją pogodową

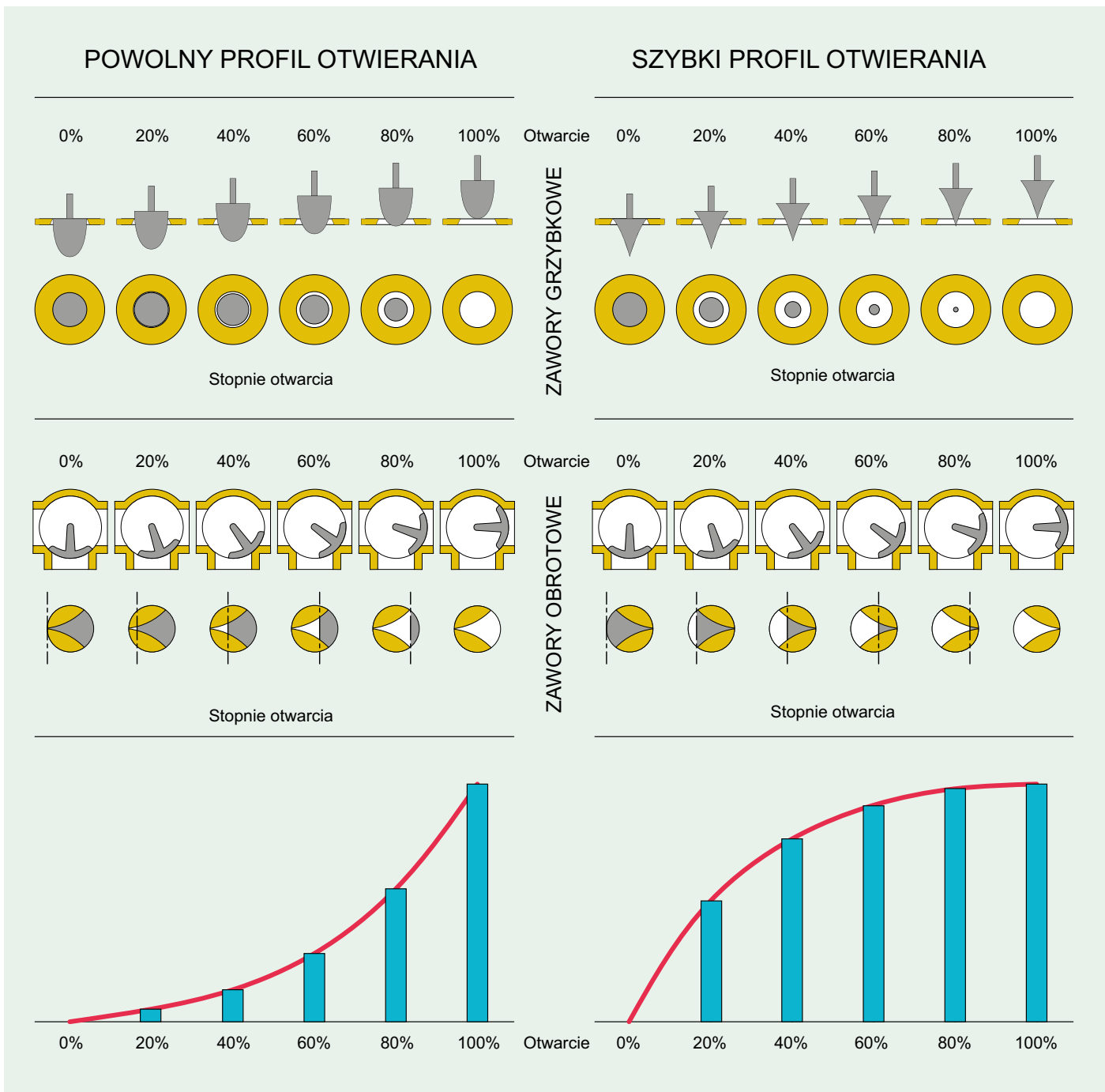


Rys.17: Przykład zastosowania zaworu kołnierowego 3-drogowego w instalacji centralnego ogrzewania z grzejnikami z regulacją pogodową

## PODSUMOWANIE

Wszystkie zawory mieszające (zarówno obrotowe, jak i grzybkowe) mają wspólną, kluczową cechę hydrauliczną – zapewniają **stały całkowity przepływ czynnika w instalacji**, niezależnie od aktualnego położenia elementu regulacyjnego. Różnią się jednak precyzją wykonania geometrycznego: w zaworach grzybkowych odpowiednią charakterystykę uzyskuje się przez precyzyjny kształt profilu grzybka, natomiast w zaworach obrotowych – przez specjalnie ukształtowany profil elementu wykonawczego (zob. rys. 18).

Wybór odpowiedniego zaworu 3-drogowego ma fundamentalne znaczenie dla poprawnej, stabilnej i energooszczędnej pracy każdej instalacji hydraulicznej. Przekłada się to bezpośrednio na bezawaryjność urządzeń (zwłaszcza pomp ciepła i kotłów) oraz wysoki komfort termiczny użytkowników budynku.



Rys.18: Porównanie zaworów obrotowych i zaworów grzybkowych