

Zawory regulacyjne i równoważące w instalacjach klimatyzacyjnych, chłodniczych i grzewczych (cz. 1)

Instalacje stało- i zmiennoprzepływowe – wymagania, funkcje i poprawny dobór

Mariusz JĘDRZEJEWSKI, Sebastian BRZOZA*

Obecnie projektanci mając do wyboru kilkanaście różnych typów zaworów regulacyjnych, często stają przed dylematem jaki rodzaj zaworu wybrać. W artykule tym, omówione zostały poprawne rozwiązania układów regulacji zarówno instalacji chłodniczych, jak i grzewczych wraz z przedstawieniem zjawisk determinujących poniższe zalecenia.

Zmniejszenie zużycia energii z jednoczesnym zapewnieniem wysokiego komfortu w pomieszczeniach jest obecnie jednym z zasadniczych elementów uwzględnianym podczas projektowania nowoczesnych instalacji grzewczych i chłodzących. Najczęściej jednak popełnianym błędem w projektowaniu jest analiza (dobór) pojedynczych elementów instalacji (chillerów, fancoili, zaworów regulacyjnych, zaworów równoważących itd.) z pominięciem faktu, iż elementy te oddziałują wzajemnie na siebie, czego efektem jest całkiem różne „zachowanie sytemu” niż spodziewane efekty.

Typowymi objawami takiego podejścia mogą być:

- duże wahania temperatury w regulowanym pomieszczeniu,
- hałasy występujące w instalacji,
- syndrom niskiej temperatury powrotu (niska wydajność chillerów),
- nadprzepływy w instalacji,
- wysokie koszty eksploatacyjne (koszty pompowania),
- inne od założonych wydatki urządzeń chłodzących lub grzewczych,
- krótka żywotność zaworów regulacyjnych (kawitacja, szybkie zużywanie się napędów),
- konieczność częstego powtarzania równoważenia instalacji,
- niedogrzone (nieochłodzone) obiegi krytyczne.

Regulacja a równoważenie – wskazówki projektowe

Biorąc pod uwagę ww. nieprawidłowości, konieczna jest analiza instalacji w sposób całościowy jako

systemu ze wzajemnym oddziaływaniem istotnych dla komfortu i zużycia energii elementów. Warto przyrzeć się typowej instalacji chłodzącej. Ważniejszymi jej elementami są:

- produkcja czynnika chłodzącego np. w chillerach,
- pompy wraz z systemem dystrybucji,
- odbiorniki końcowe (TU – Terminal Unit), jak: klimatyzatory (FCU), centrale wentylacyjne (AHU), belki sufitowe,
- zawory regulacyjne (CV – Control Valves),



Rys. 1. Wielofunkcyjny zawór regulacyjny AB-QM z napędem TWA-Z

- zawory równoważące (BV – Balancing Valves),
- elementy sterujące.

Analogicznie dla instalacji grzewczej:

- produkcja czynnika grzejącego np. w kotle,
- pompy wraz z systemem dystrybucji,
- odbiorniki końcowe (TU) np. grzejniki,
- zawory regulacyjne np. zawory termostatyczne (CV),
- zawory równoważące (BV).

Poprawne zrównoważenie hydrauliczne instalacji powinno zapewnić obliczeniowe przepływy w każdym odbiorniku końcowym (TU) dla w pełni otwartych zaworów regulacyjnych (CV). Ten fakt jest często pomijany! Najlepsze zawory regulacyjne nie będą w stanie właściwie regulować, jeśli po prostu nie zapewnimy im odpowiedniej ilości czynnika.

Klasyycznym częstym błędem popełnianym przez inwestora w realizacji projektów jest rozdzielenie między firmy wykonawcze: regulacji i hydraulicznego równoważenia. W przypadku nieprawidłowości w funkcjonowaniu instalacji (zazwyczaj jest to stwierdzane na podstawie pomiaru temperatury w regulowanych pomieszczeniach) pierwsze oskarżenia kierowane są w stosunku do firmy odpowiedzialnej za część regulacyjną. Tymczasem, problem leży po stronie nieodpowiedniego zrównoważenia instalacji i... tu zaczynają się tzw. „przepychanki” (których scenariusz w tym artykule pominiemy).



Rys. 2. Wielofunkcyjny zawór regulacyjny AB-QM z napędem AIME

Istotne jest, nie tylko zastosowanie w instalacji zaworów równoważących (BV), lecz również wybór właściwego typu zaworów oraz zastosowanie ich w odpowiednim miejscu! Przyjmijmy, iż instalacja została poprawnie zbilansowana z odpowiednio obliczonymi stratami i zyskami ciepła, na podstawie których dokonano doboru urządzeń końcowych (grzewczych i chłodzących) z założeniem odpowiedniego ΔT na poszczególnych odbiornikach (różnicy temperatury zasilania i powrotu). Na podstawie znanych obciążeń

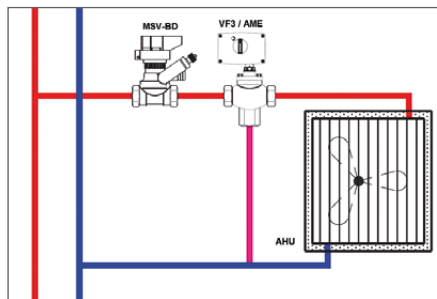
cieplnych i chłodniczych należy zaprojektować system dystrybucji czynnika (rurociągi), przyjęc stosowne założenia, jak maksymalne prędkości przepływu czynnika w rurociągu lub też inne kryterium, jak maksymalne dopuszczalne spadki ciśnienia na metr bieżący rurociągu (kryteria te zazwyczaj deklarujemy na pierwszym etapie obliczeń z wykorzystaniem komputerowych programów obliczeniowych).

Rola zaworów regulacyjnych i równoważących

Nie wchodząc na tym etapie w szczegóły schematu (rys. 3), warto jedynie zwrócić uwagę na konieczność stosowania dwóch funkcjonalnie różnych zaworów. Mianowicie, zaworów regulacyjnych (CV – Control Valves) oraz zaworów równoważących (BV – Balancing Valves). Niestety wciąż spotka się projekty, w których pomija się zawory BV, „zrzucając” funkcję hydraulicznego zrównoważenia na zawory regulacyjne CV. Tradycyjne jednak zawory regulacyjne absolutnie nie mogą być wykorzystywane to tych celów. Jedynie zawory o bardzo wysokim zakresie regulacji > 1:200 (reangeability) lub też zawory kombinowane niezależne od ciśnienia.

Każdy z zaworów ma do spełnienia inną funkcję:

- CV – zawór regulacyjny odpowiedzialny jest za poprawną regulację temperatury.
- BV – zawór równoważący odpowiedzialny jest za właściwe hydrauliczne zrównoważenie instalacji.



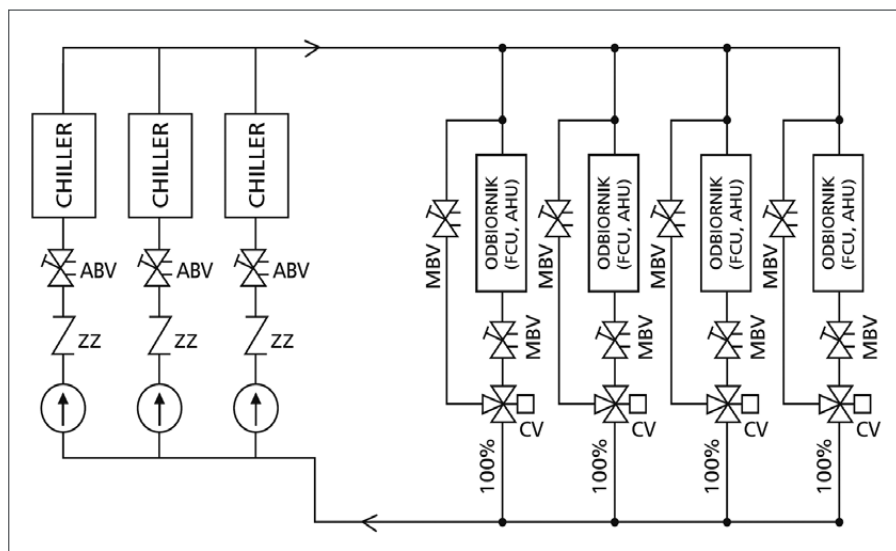
Rys. 3. Dwa różne zawory: zawór regulacyjny i zawór równoważący

Instalacja stało- czy zmiennoprzepływowa

Następnym etapem jest dobór zaworów regulacyjnych oraz równoważących. Przed dokonaniem konkretnego wyboru CV i BV, przede wszystkim należy określić, czy projektowana instalacja będzie stało- czy zmiennoprzepływowa.

Instalacja jest stałoprzepływowa, gdy...

W przypadku instalacji chłodniczych trzydrogowe zawory regulacyjne nadają instalacji charakter stałoprzepływowy tzw. niezależnie od obciążenia odbiornika (emisji ciepła lub chłodu) w obiegu zawsze mamy stały przepływ (100%) (rys. 4). Jeśli instalacje grzewcze nie są wyposażone w zawory termostacyjne bądź inne zawory regulacyjne dwudrogowe, również są stałoprzepływowe.



Rys. 4. Schemat instalacji stałoprzepływowej: BV – zawory równoważące (A – automatyczne, M – ręczne), CV – trzydrogowy zawór regulacyjny, ZZ – zawór zwrotny

Wady układów stałoprzepływowych

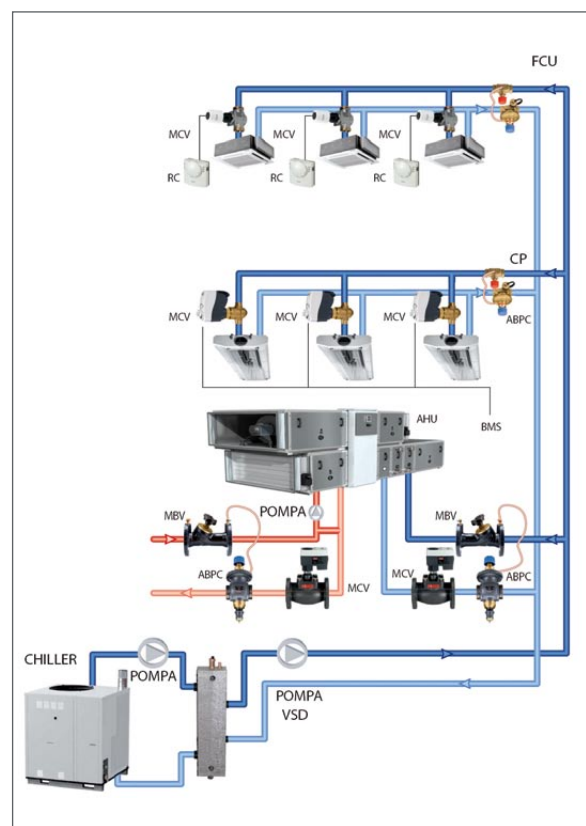
Układy stałoprzepływowe jednak lata powszechnego stosowania mają już raczej za sobą. Główne przyczyny tego faktu to:

- wysokie koszty eksploatacji spowodowane kosztami pompowania;
- duże straty ciepła dla instalacji grzewczych (zyski dla instalacji chłodniczych) ze względu na wysoką (niską) temperaturę powrotu;
- konieczność tradycyjnego wymiarowania i doboru zaworów (wymagane obliczenia K_{vs} , nastaw zaworów MBV i częściowo AFBV);
- konieczność przeprowadzenia tzw. równoważenia instalacji na podstawie pomiarów przepływów (pracochłonne metody o małym stopniu dokładności);
- trudności z optymalizacją pracy pompy (wymagana metoda kompensacyjna przy równoważeniu dla MBV);
- w metodzie kompensacyjnej konieczność stosowania dodatkowych dużych średnic ręcznych zaworów równoważących na gałęziach, pionach, tzw. zawory partner;
- ze względu na wymagania odpowiedniej liczby zaworów równoważących koszty całkowite takiej instalacji mogą być znacznie większe niż z zaworami automatycznymi (AFBV czy MBV).

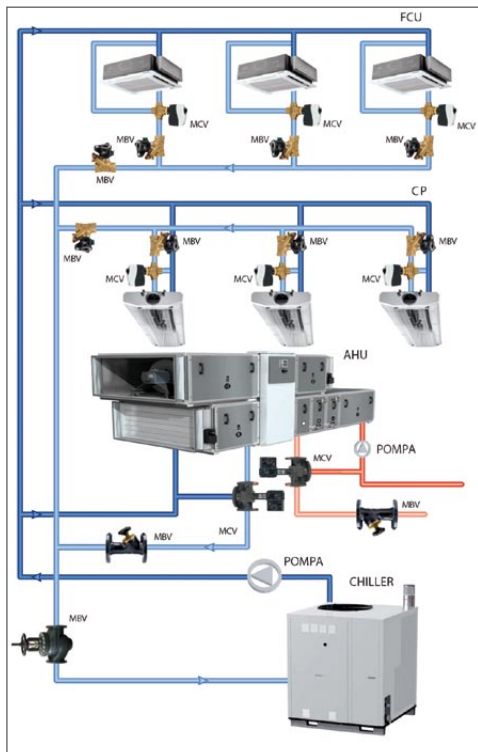
O kosztach zazwyczaj stanowią drogą zawory dużych średnic dla dużych instalacji np. DN 250, 300 itd. Istotne jest porównanie całkowitych kosztów inwestycyjnych, a nie tylko kosztów zaworów MBV do zaworów AFBV.

Dlaczego układy zmiennoprzepływowe

Badania przeprowadzone w wielu krajach polegające na modernizacji instalacji stałoprzepływowych na zmiennoprzepływowe potwierdziły celowość takich działań zarówno ze względu na uzyskiwane oszczędności eksploatacyjne (tzw. pay-back time, czyli zwrot nakładów poniesionych w okresie od 1 roku do 4 lat),



Rys. 5. Typowy przykład instalacji dwururowej zmiennoprzepływowej: FCU – klimakonwektor, MCV – zawór regulacyjny + napęd, RC – termostat pokojowy, CP – belka chłodząca, ABPC – automatyczny regulator różnicy ciśnienia, AHU – centrala klimatyzacyjna, BMS – building management system, MBV – ręczny zawór równoważący, VSD – płynna regulacja prędkości obrotowej pompy



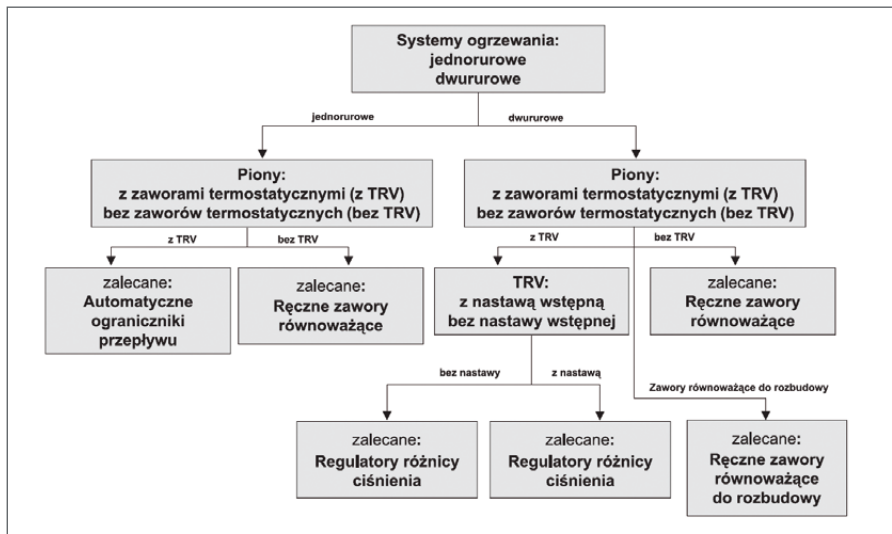
Rys. 6. Instalacja stałoprzepływowa równoważona zaworami ręcznymi (MBV) FCU – klimatyzator; MCV – zawór regulacyjny + napęd, MBV – ręczny zawór równoważący, CP – belka chłodząca, AHU – centrala klimatyzacyjna

jak również na uzyskiwany komfort regulacji, który pośrednio również wpływa na wydajność pracy oraz zadowolenie użytkownika.

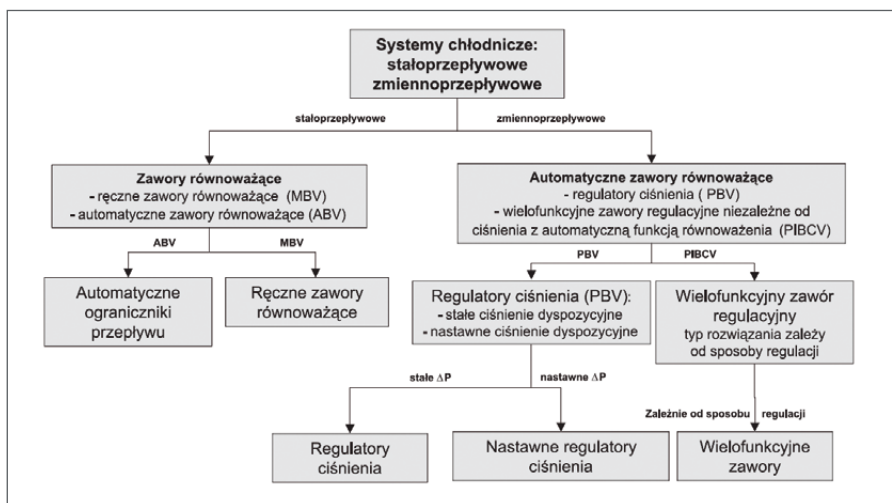
Szczegółowe analizy ekonomiczne wykraczają poza zakres powyższego artykułu, dlatego skoncentrujemy się na analizie technicznej rozwiązań stosowanych w układach zmiennoprzepływowych. Instalacje grzewcze i chłodnicze, w których regulacja odbywa się za pośrednictwem regulacyjnych zaworów dwudrogowych nazywamy instalacjami zmiennoprzepływowymi (rys. 5).

Zasadniczą korzyścią wynikającą z zastosowania takich instalacji jest zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych z jednoczesnym podniesieniem komfortu cieplnego (równego rozkładowi temperatury w budynku).

Zmienny przepływ w instalacji jest przyczyną powstania „nowych” zjawisk, które zasadniczo nie występowały w układach stałoprzepływowych, a ponieważ determinują one określone rozwiązania, dlatego zrozumienie ich jest istotnym czynnikiem wpływającym na zapewnienie prawidłowej



Rys. 7. Równoważenie hydrauliczne instalacji grzewczych



Rys. 8. Równoważenie hydrauliczne instalacji chłodniczych

pracy takich systemów. „Zmodernizujmy” zatem naszą instalację chłodu (rys. 4), zastępując zawory trzydrogowe zaworami dwudrogowymi (typu PIBCV – rys. 11 w następnej części artykułu). Dodatkowo wprowadzamy płynną regulację prędkości obrotowej pomp (VSD) sterowaną sygnałem ciśnienia z przetwornika ciśnienia Δp umieszczonego w obiegu krytycznym (w tym wypadku ostatni odbiornik) oraz zapewniamy minimalny wymagany przepływ przez agregaty (chillery) zaworem na by-pasie sterowanym sygnałem FT.

Na wstępie przeanalizujemy rozkład ciśnienia panującego w instalacji, gdyż jest ono źródłem wielu problemów i często niepoprawnej pracy

systemu. Wysokość podnoszenia pompy obliczamy, sumując spadki ciśnienia w obiegu krytycznym dla rurociągów zasilających oraz powrotnych oraz spadki ciśnienia w krytycznym obiegu odbiornika (rys. 9 w następnej części artykułu).

Korzystając z monogramów (rys. 7, 8) możemy wyspecyfikować do instalacji grzewczych i chłodniczych następujące zawory równoważące:

- ręczne zawory równoważące,
- automatyczne zawory równoważące, typu ograniczniki przepływu.

Część dalsza artykułu w „CH&K” 4/2009.

DOŚĆ ZABAWY W CIEPŁO - ZIMNO



systemyogrzewania.pl
internetowy serwis branży grzewczej

AKTUALNOŚCI TECHNOLOGIE PUBLIKACJE PRZEPISY PRAWNE TARGI KONFERENCJE I SZKOLENIA POMOCE PROJEKTOWE KATALOG FIRM GIEŁDA FORUM