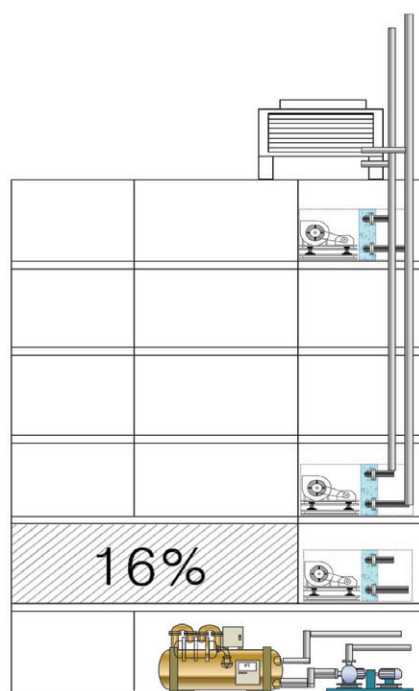


Niezależne od zmian ciśnienia zawory równoważąco-regulacyjne (PIBCV)

We współczesnym świecie większość budynków o charakterze komercyjnym cechuje się bardzo małym obciążeniem po godzinach pracy biur, obłożenia pokoi hotelowych czy w weekendy. Specyfika tych obiektów jest powodem wymiernych trudności związanych z prowadzeniem efektywnego i energooszczędnego równoważenia i regulacji systemów wodnego ogrzewania oraz chłodzenia.

Do analizy pracy systemu wodnego ogrzewania i chłodzenia w tym artykule posłużmy się budynkiem 10 kondygnacyjnym, w którym pomieszczenia są użytkowane od rana do późnego popołudnia. Jeśli w godzinach wieczornych jedno z pięter jest dłużej użytkowane, wówczas centralna wentylacja, która w normalnych warunkach doprowadza uzdatnione powietrze do całego budynku, musi pracować tylko dla jednego piętra.

Wymagania nowoczesnych budynków nie dopuszczają stosowania dodatkowych urządzeń klimatyzacji indywidualnej, które byłyby widoczne na zewnątrz budynku.



Rys. 1. Przykładowe wymagane obciążenie budynku

Dlatego w tej sytuacji prowadzenie oddzielnej mniejszej instalacji klimatyzacji jest raczej niemożliwe.

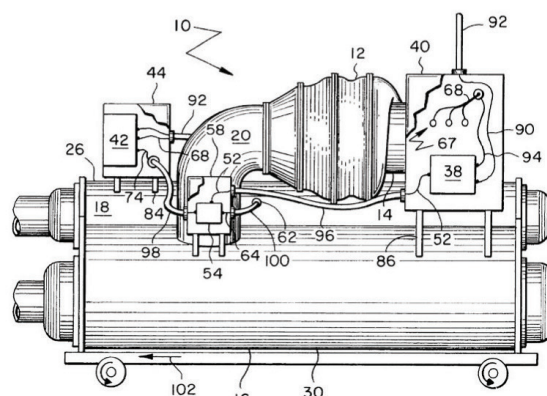
System zmiennoprzepływowy w obiegu pierwotnym wody lodowej (VPF)

System zmiennoprzepływowy w obiegu pierwotnym wody lodowej (VPF) po raz pierwszy został zaprezentowany w 1990 r. System ten jest alternatywą dla powszechnie stosowanych systemów ze stałym przepływem w obiegu pierwotnym oraz zmiennym przepływem w obiegu wtórnym.

Wzrastające zainteresowanie efektywnością energetyczną instalacji HVAC spowodowało, iż niektórzy inżynierowie zaczęli dochodzić do wniosku, że system zmiennoprzepływowy w obiegu pierwotnym wody lodowej może pracować dużo lepiej przy bardzo niskim obciążeniu instalacji. Generalnie, system ten posiada niższe koszty inwestycyjne jak również koszty eksploatacyjne w porównaniu do systemu ze stałym przepływem w obiegu pierwotnym oraz zmiennym przepływem w obiegu wtórnym.

Oszczędności inwestycyjne:

- 1) Brak pompy w obiegu wtórnym;
- 2) Nie ma konieczności przełączania agregatów;
- 3) Mniej połączeń hydraulicznych;
- 4) Mniej połączeń elektrycznych;
- 5) Wymagana mniejsza przestrzeń;
- 6) Mniejsze wymiary na by-passie.



Rys. 2. Agregat wody lodowej chłodzony wodą

Oszczędności eksploatacyjne:

- 1) Pompy o regulowanej prędkości obrotowej;
- 2) Sprężarki ze zmienną prędkością obrotów/ilość sprężarek/ilość agregatów;
- 3) Wydajna praca agregatu chłodniczego nawet przy zmiennym obciążeniu.

Z powyższych zalet oczywiście możemy skorzystać, jednakże występują pewne ograniczenia, które są wysoce uzależnione od skuteczności regulacji i równoważenia instalacji. Na rysunku 3 przedstawiony został typowy układ systemu zmiennoprzepływowego w obiegu pierwotnym wody lodowej. W układzie tym możemy wyróżnić:

- 1) Zawór regulacyjny do regulacji temperatury w pomieszczeniu;
- 2) Zawór regulacyjny dla zapewnienia minimalnego przepływu w zmiennym obiegu agregatu chłodniczego;
- 3) Cyfrowy przepływomierz;

- 4) Czujnik ciśnienia różnicowego;
- 5) Zanurzeniowy czujnik temperatury wody;
- 6) Pompa ze zmienną prędkością obrotową;
- 7) Zawór odcinający z napędem w celu zabezpieczenia przed napływem czynnika z innej pompy przy małym obciążeniu instalacji;
- 8) Ręczny zawór równoważący/ Ogranicznik przepływu czyli automatyczny zawór równoważący.

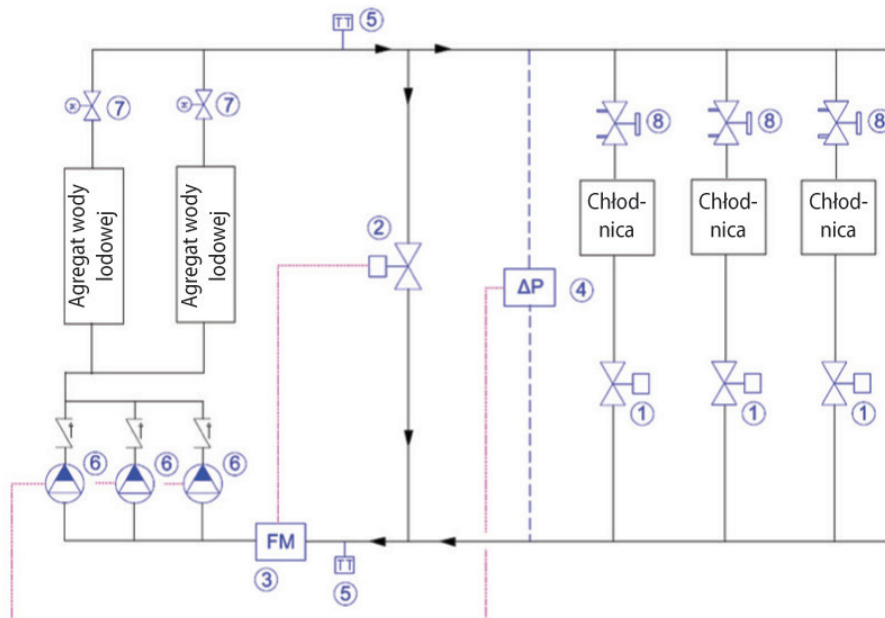
Uwaga:

Ogranicznik przepływu, czyli automatyczny zawór równoważący nie jest zalecany do stosowania razem z zaworem regulacyjnym (1) sterowanym sygnałem analogowym, ponieważ ich charakterystyki działają przeciwko sobie, stąd też:

- 1) Zawór regulacyjny sterowany sygnałem analogowym = regulacja przepływu w celu utrzymania stałej temperatury;
- 2) Ogranicznik przepływu = Kryza regulacyjna w celu utrzymania stałego przepływu.

Uwaga:

Im dłuższy przewód podłączeniowy, tym większe straty sygnału napięciowego. Kiedy występują straty sygnału analogowego, zakres regulacji zmniejsza się. Jeśli zatem zakładamy, że zakres regulacji 0-10 VDC odpowiada 0-100% wartości ciśnienia, to może się okazać, że w rzeczywistości sygnał wejściowy jest w zakresie 0-9 VDC, co jest spowodowane przez stratę na długim odcinku przewodu. W taki przypadku musi zostać wykonana kalibracja, aby uzyskać odpowiednie wartości dla sygnału w zakresie 0-9 VDC jako 0-100% zakresu pracy pompy.



Rys. 3. Schemat systemu zmiennoprzepływowego w obiegu pierwotnym wody lodowej

Czujnik do pomiaru ΔP pompy w zmiennoprzepływowym obiegu pierwotnym

Czujnik pomiaru ΔP pompy, to rozwiązanie powszechnie stosowane w większości systemów o zmiennym przepływie. Szczególnie typowe jest zastosowanie w obiegu dystrybucyjnym zaworów ręcznych oraz zaworów regulacyjnych. W większych instalacjach ręczne zawory równoważące mogą być stosowane na pionach, odgałęzieniach w celu umożliwienia równoważenia metodą proporcjonalną.

Czujnik do pomiaru ΔP pompy w zmiennoprzepływowym obiegu pierwotnym daje następujące korzyści:

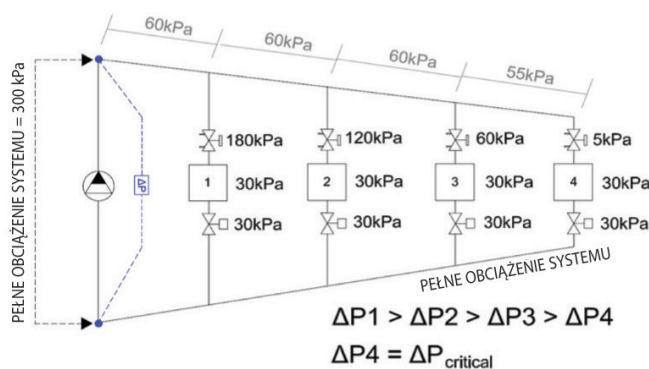
- 1) Łatwa lokalizacja awarii;
- 2) Krótszy przewód podłączeniowy;
- 3) Nie ma potrzeby kalibracji czujnika ΔP .

Podczas częściowego obciążenia systemu (rys. 5), nawet w najdalej położonym

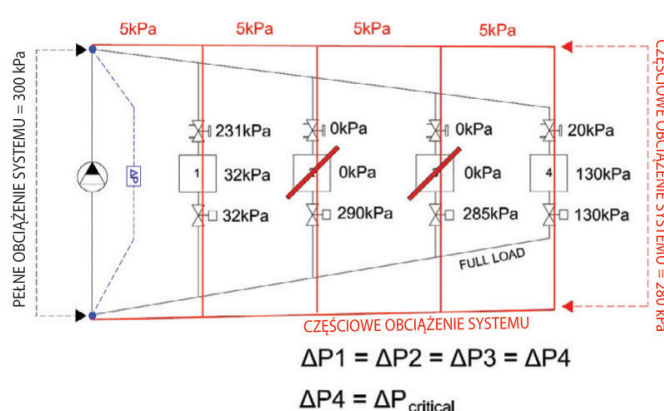
obiegu wartość ΔP staje się stosunkowo bliska wysokości podnoszenia pompy.

W takiej sytuacji charakterystyka zaworu regulacyjnego zostaje zniekształcona w stosunku do zaprojektowanej. Kiedy zawór regulacyjny zmienia swój autorytet, odpowiedź na zmianę temperatury będzie niestabilna i niedokładna. W większości przypadków, układ będzie dążył do osiągnięcia żądanej temperatury, ale średnia wartość przepływu będzie większa niż jest to konieczne. Jeżeli w systemie występują tak duże nadprzepływy, wówczas wymiana ciepła przez chłodnicę jest nieefektywna. Większość czynnika przepływa przez chłodnicę z dużą prędkością przez co nie zachodzi efektywna wymiana ciepła. Zjawisko to jest znane jako syndrom niskiego ΔT .

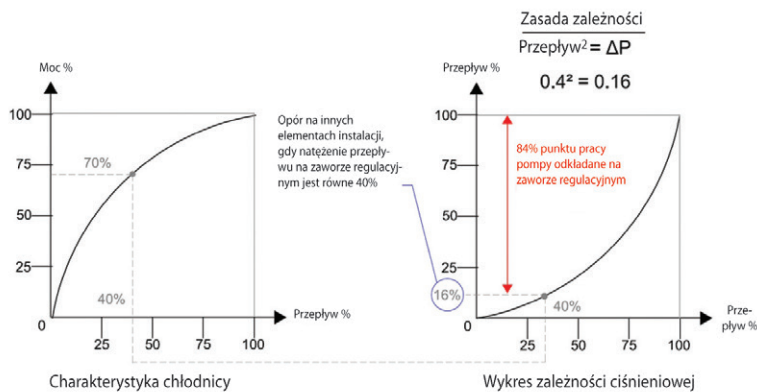
Syndrom niskiego ΔT powoduje, że agregaty chłodnicze nie będą pracowały prawidłowo oraz może nie pracować ich odpowiednia ilość, ponieważ nie będzie odpowiedniej różnicy temperatur.



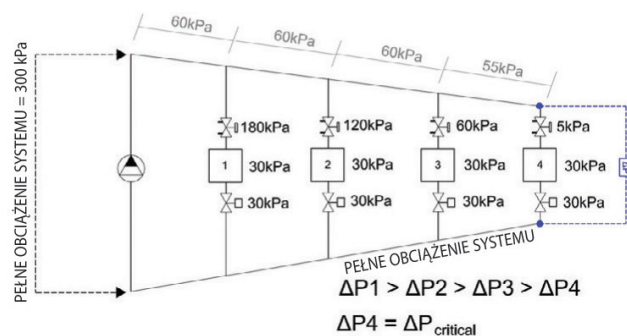
Rys. 4. Rozkład ciśnień przy pełnym obciążeniu systemu



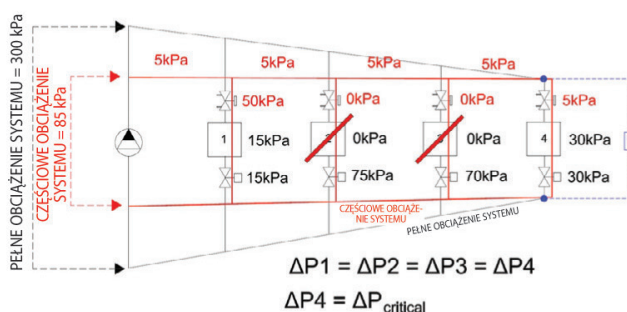
Rys. 5. Częściowe obciążenie systemu



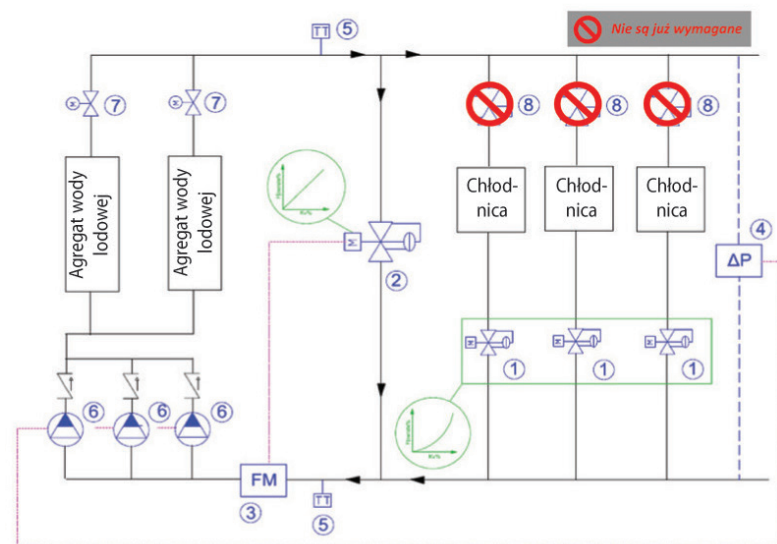
Rys. 6. Nadwyżka ciśnienia odłożona na zaworze regulacyjnym przy częściowym obciążeniu system



Rys. 7. Rozkład ciśnień w układzie VPF z czujnikiem do pomiaru ΔP na najbardziej oddalonym odbiorniku przy pełnym obciążeniu systemu



Rys. 8. Tradycyjne ustawienie zaworów przy częściowym obciążeniu z czujnikiem do pomiaru ΔP na najbardziej oddalonym odbiorniku



Rys. 9. Schemat systemu VPF z zaworami PIBCV

Odkładanie ΔP w stosunku do natężenia przepływu

Jeżeli przyjmujemy obciążenie chłodnicze na poziomie 70%, wówczas wymagany przepływ to około 40%. W przypadku, kiedy przepływ osiągnie 40% to spadek ciśnienia na zaworze regulacyjnym wynosi 84%, zaś 16% pozostaje na połączeniach (rys. 6.).

Jak widać, nieduże zmiany obciążenia chłodniczego powodują duże przeniesienie strat z połączeń na zawór regulacyjny. Przez większość czasu zapotrzebowanie na chłód jest w okolicach 80% lub poniżej w zależności od wielkości oraz wydajności wymienników ciepła. Jeżeli projekt jest wykonany zgodnie z obowiązującymi normami to nie jest przewymiarowany tylko policzony dla warunków projektowych.

Czujnik do pomiaru ΔP na najbardziej oddalonym odbiorniku

Przy tym sposobie regulacji czujnik do pomiaru ΔP instalowany jest na odbiorniku o największym oporze. Odbiornik ten jest określany jako: odbiornik krytyczny lub odbiornik referencyjny. Praktyka ta umożliwia zmieniać prędkość pompy proporcjonalnie do wysokości podnoszenia pompy.

Teraz kiedy wiemy, że wysokość podnoszenia pompy będzie się zmieniać w zależności od obciążenia instalacji, niemożliwym jest żeby ręczne zawory równoważące reagowały na te zmiany.

Na przykład, w obiegu 1 ręczny zawór równoważący został dobrany dla spadku ciśnienia 230kPa przy pełnym obciążeniu instalacji. Przy częściowym obciążeniu dostępne ΔP w obiegu wynosi tylko 80kPa. Stąd, ręczny zawór równoważący stanowi większy opór niż jest potrzebny, podczas gdy odbiornik wymaga pełnego przepływu. Powoduje to niedostateczny przepływ przy częściowym obciążeniu.

Projektanci najbardziej obawiają się niedostatecznych przepływów, które bezpośrednio wpływają na osiągnięcie głównych założeń jakimi jest komfort i wydajność.

Zawory PIBCV w systemie zmiennoprzepływowym w obiegu pierwotnym wody lodowej

Na rysunku 9 przedstawiony został najczęściej projektowany układ zmiennoprzepływowy z zaworami PIBCV,

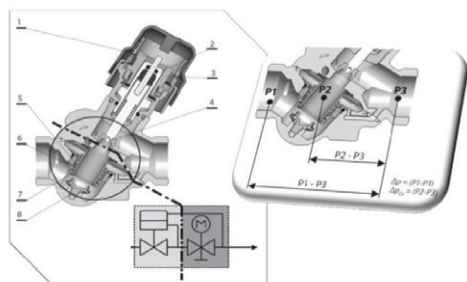
gdzie:

- 1) PIBCV – charakterystyka logarytmiczna (wymiana ciepła: woda-powietrze)
- 2) PIBCV – charakterystyka liniowa (bez wymiany ciepła)
- 3) Cyfrowy przepływomierz
- 4) Czujnik ciśnienia różnicowego
- 5) Zanurzeniowy czujnik temperatury wody
- 6) Pompa ze zmienną prędkością obrotową
- 7) Zawór odcinający z napędem w celu zabezpieczenia przed napływem czynnika z innej pompy przy małym obciążeniu instalacji

Porównując go ze schematem na rysunku 3 możemy zauważyć brak ręcznego zaworu równoważącego (ogranicznika przepływu czyli automatycznego zaworu równoważącego poz. 8). W tym przypadku nie jest on wymagany, ponieważ PIBCV pełni również rolę zaworu równoważącego.

Rozwiązanie dedykowane dla nowoczesnych instalacji zmienne-przepływowych

Na rysunku 10 przedstawiono budowę zaworu PIBCV, który zapewnia równowagę i regulację na najwyższym poziomie



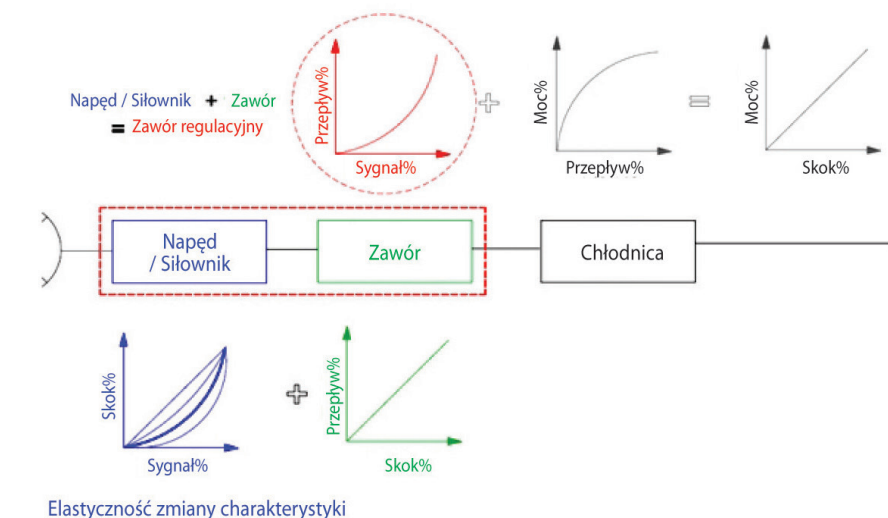
Rys. 10. Niezależny od ciśnienia zwór równoważo-regulacyjny (PIBCV)

mie. Zawór równoważo-regulacyjny posiada wbudowany regulator ciśnienia, który utrzymuje charakterystykę zaworu regulacyjnego na stałym poziomie, zapewniając w ten sposób niezmienny autorytet zaworu na poziomie 1.

W połączeniu z odpowiednim napędem zawór posiada możliwość zmiany krzywej charakterystyki (nastawa wartości alfa), aby dopasować do istniejącej nieliniowej charakterystyki wymiennika, a w rezultacie otrzymując liniową charakterystykę regulacji. Liniowość oznacza stabilność i dokładność.

Połączenie PIBCV z innymi elementami

Każdy odrębny obiekt w systemie posiada własną charakterystykę. Prawidłowy dobór odpowiednich elementów układu regulacji, z odpowiednimi nastawami powoduje prawidłową odpowiedź regulatora. Nie tylko prawidłowa odpowiedź regulatora jest atutem, ale też oszczędność energii. Zrozumienie podstaw algorytmu sterowania pomaga jeszcze bardziej zoptymalizować system wody lodowej.



Rys. 11. Zamknięta pętla regulacji systemu klimatyzacji (ACMV)

Przykładowo, zadana temperatura na wyjściu z agregatu powoduje zmniejszenie temperatury w celu zmniejszenia przepływu.

Analiza obciążenia agregatów może być stosowana w celu określenia wartości zadanej na wyjściu. W instalacji, w której są np. 4 identyczne agregaty połączone równolegle, trzy agregaty pracujące średnio są obciążone na poziomie 60% każdy. Wartość temperatury zadanej na agregacie może być obniżona w celu zwiększenia obciążenia agregatów, co umożliwi zmniejszenie średniej prędkości przepływu.

Na rysunku 12 przedstawiono elastyczną zmianę krzywej regulacji napędu, która może być dopasowana do charakterystyki wymiennika. Większość napędów dostępnych na rynku posiada liniową charakterystykę regulacji oraz logarytmiczną charakterystykę zaworu. Przy różnych temperaturach wody przepływającej przez wymiennik ciepła charakterystyki te mogą być nie dopasowane.

Zostanie to dokładniej omówione w dalszej części.

Autorytet zaworu regulacyjnego

Autorytet zaworu regulacyjnego można obliczyć na podstawie zależności:

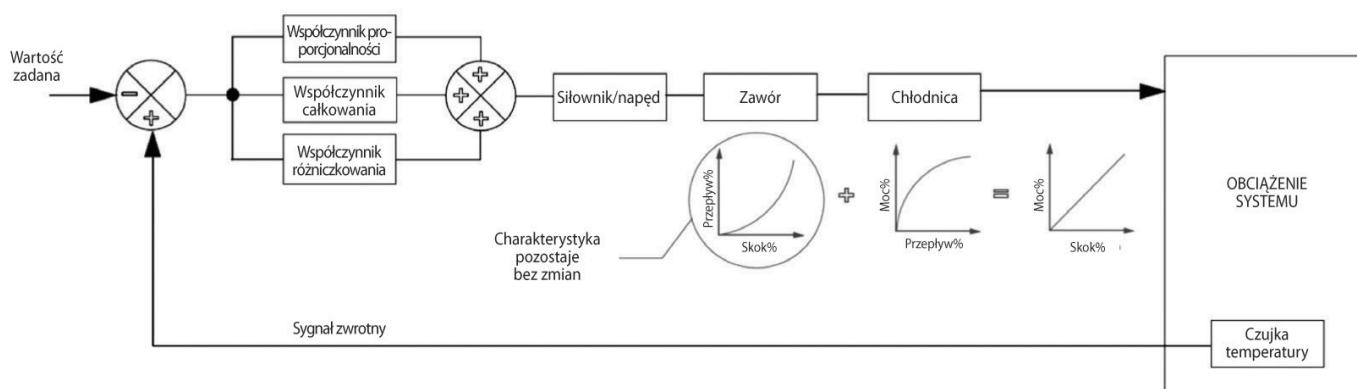
$$a = \frac{\Delta P_{Z100}}{\Delta P_{Z0}}$$

ΔP_{Z100} – różnica ciśnienia na zaworze całkowicie otwartym

ΔP_{Z0} – różnica ciśnienia na zaworze całkowicie zamkniętym.

Większość producentów wytwarza dwa rodzaje zaworów regulacyjnych z różnymi typami charakterystyk, przedstawionych na rys. 13. Charakterystyka w kolorze zielonym oznacza najbardziej pożądaną charakterystykę, która nie ma zmian ΔP , dlatego też nie ma zakłóceń. Stabilna i dokładna regulacja będzie wymagać autorytetu zaworu zbliżonego do 1.

Aby bardziej zrozumieć te zależności posłużmy się pewnym porównaniem. Kiedy autorytet zaworu jest niski, jest to podobne do napełniania szklanki wodą za pomocą węża strażackiego. Jeśli zostanie otwarty pod dużym ciśnieniem szklanka się przepełni. Analogicznie jeżeli autorytet zaworu jest wysoki, możemy porównać to do napełniania szklanki wodą z kranu. Pełny zakres regulacji umożliwia precyzyjne napełnienie szklanki dokładnie taką ilością jaka jest wymagana.



Rys. 12. Fragment pętli regulacyjnej z rysunku 11

Autorytet zaworu regulacyjnego w praktyce

Powszechnie stosowane jest dobieranie autorytet zaworu z tolerancją do minimalnej wartości 0,5. Poniżej mamy typowy przykład na podstawie rysunku 14.:

$$a = \frac{\Delta P_{CV}}{\Delta P_{obiegu}}$$

$$a = \frac{\Delta P_{CV}}{\Delta P_{CV} + \Delta P_{Coil}} = \frac{30 \text{ kPa}}{60 \text{ kPa}} = 0,5$$

$$a = \frac{\Delta P_{CV}}{\Delta P_{CV} + \Delta P_{Coil} + \Delta P_{MBV} + \Delta P_{System}}$$

$$a = \frac{30}{30 + 30 + 5 + 215} = \frac{30 \text{ kPa}}{280 \text{ kPa}} = 0,11$$

Powyższe równanie nie jest kompletne ponieważ spadki ciśnienia na połączeniach nie zostały uwzględnione w obliczeniach. W rzeczywistości, w zależności od aplikacji agregat z pełnym obciążeniem pracuje jedynie w 2%, zaś w 98% czasu pracy na częściowym obciążeniu.

Do dalszych rozważań weźmy pod uwagę najgorszy scenariusz w oparciu o odbiornik 4 przedstawiony na schematach na rysunku 15a i 15b.

Wyliczony autorytet zaworu $a = 0,11$ jest nie do zaakceptowania, ponieważ temperatura będzie niestabilna. Żadana temperatura nie zostanie osiągnięta (rys. 17a).

$$a = \frac{\Delta P_{CV}}{\Delta P_{obiegu}}$$

PIBCV, niezależny od zmian ciśnienia

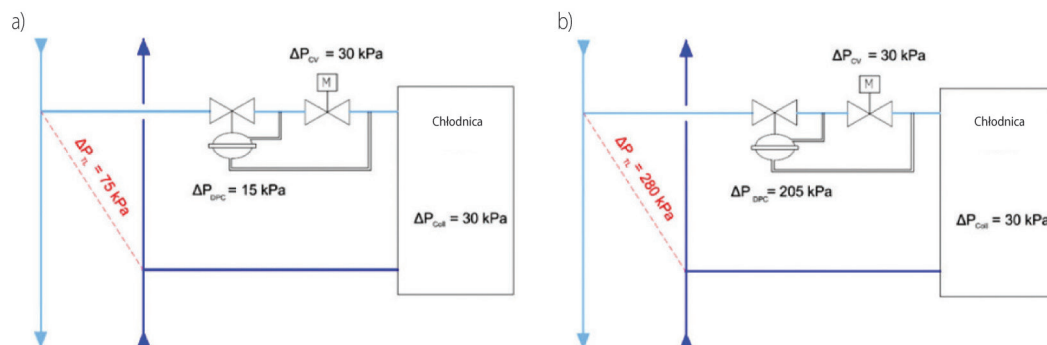
Zastosujmy teraz w takim samym układzie zawór PIBCV (rys. 16).

Wbudowany regulator ciśnienia, DPC, reaguje na zmiany parametrów w instalacji. Niezależnie od zmiennych warunków instalacji utrzymuje stały, dobry autorytet zaworu. Stąd, autorytet zaworu może być wyrażony w sposób następujący:

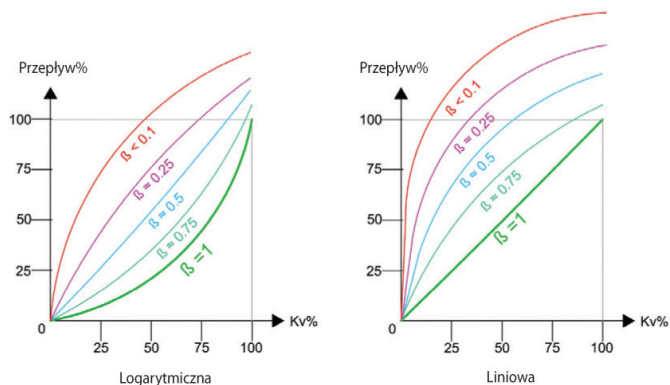
$$a = \frac{\Delta P_{CV}}{\Delta P_{CV} + \cancel{\Delta P_{Coil}} + \cancel{\Delta P_{MBV}} + \cancel{\Delta P_{System}}}$$

$$a = \frac{30}{30 + \cancel{30} + \cancel{5} + \cancel{215}} = \frac{30 \text{ kPa}}{30 \text{ kPa}} = 1$$

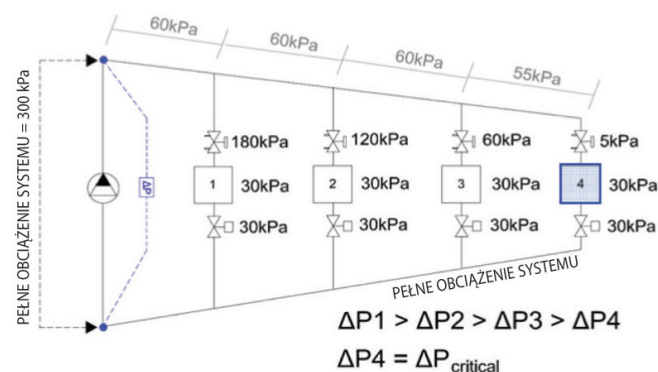
Przy autorytecie zaworu $a = 1$ przepływ będzie taki jak wymagany dla danych warunków przez co temperatura będzie bardzo stabilna, zgodna z wymaganą (Rys. 17b).



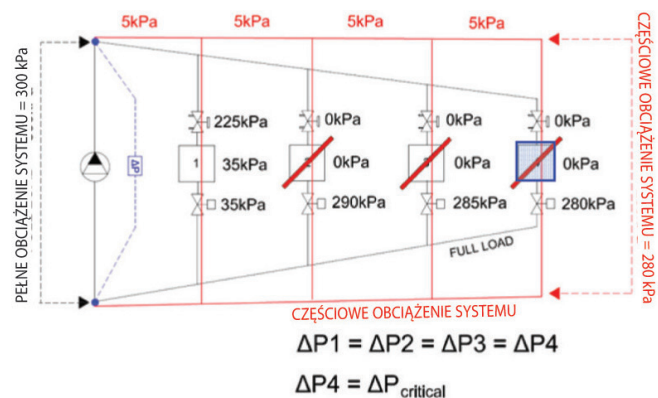
Rys. 16. Równoważenie instalacji z zaworem PIBCV:
a) pełne obciążenie systemu, b) częściowe obciążenie systemu



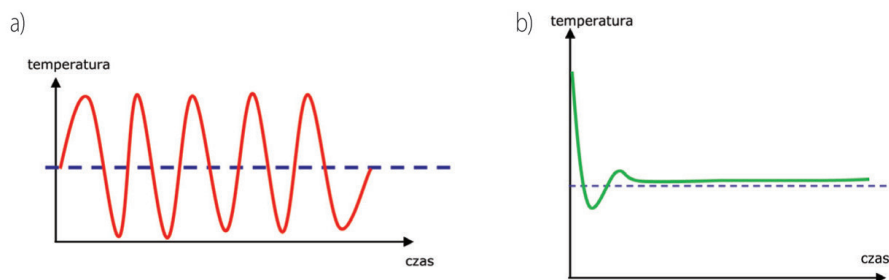
Rys. 13. Typowe charakterystyki zaworów regulacyjnych



Rys. 15a. Pełne obciążenie systemu



Rys. 15b. Częściowe obciążenie systemu



Rys. 17. Kształtowanie się temperatury w czasie przy autorytecie zaworu: a) $a = 0,11$; b) $a = 1$

PIBCV, bliższe spojrzenie

Podstawowym zadaniem regulatora DP jest utrzymanie stałego Δp na zaworze regulacyjnym. Gdy ciśnienie wzrasta w P1, dolna część komory regulatora DP wypełnia się cieczą poprzez kanał impulsowy. Podczas napełniania, zespół wykonawczy regulatora DP kompensuje ciśnienie P1, powodując w ten sposób wzrost ciśnienia P2. Wspominaliśmy o tym w poprzedniej części cyklu, gdzie na rysunku 6 zobrazowane zostały na wykresach zmiany ciśnienia.

Regulator DP nie tylko kompensuje zakłócenia hydrauliczne z innych części instalacji, ale nawet jeśli zawór regulacyjny sam się zamyka, regulator DP zneutralizuje wpływ dodatkowego ciśnienia wywieranego na zawór regulacyjny. Tak długo, jak wzrasta P1, regulator DP natychmiast reaguje w celu utrzymania równowagi ciśnienia.

Zauważmy że, do komory regulatora DP podłączone są 2 kanały impulsowe, które przekazują zarówno wysokie jak

i niskie ciśnienie. Na PIBCV oddziałuje również ciśnienie atmosferyczne, dlatego też konieczne jest podłączenie kanału impulsowego po stronie niskiego ciśnienia w celu osiągnięcia równowagi z ciśnieniem atmosferycznym.

Nie ma znaczenia, czy regulator DP jest przed lub za zaworem regulacyjnym, pod warunkiem że kanały impulsowe są prawidłowo umieszczone w zaworze.

PIBCV wykonanie kompaktowe

Nie ma nic lepszego niż połączenie tych dwóch elementów – regulacji i równoważenia. Jednak należy zrozumieć, że autorytet zaworu nie zależy tylko od ciśnienia, ale również od zdolności napędu do wykonania właściwego ruchu. Parametry wpływające na charakterystykę, takie jak:

- pełny skok a ograniczony skok,
- ustawienie wartości alfa

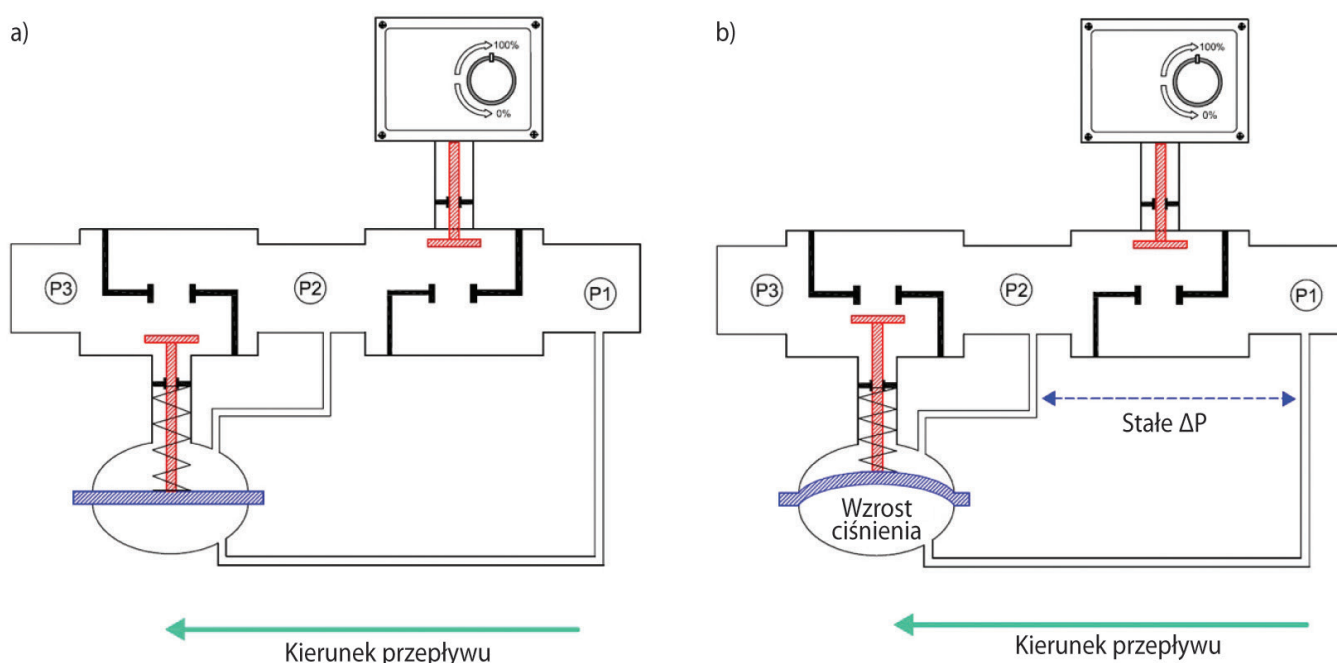
będą przedmiotem dalszych naszych rozważań.

Niedoskonałość pełnego skoku

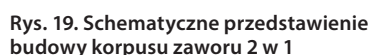
Rozważmy układ przedstawiony na rysunku 20., przedstawia on sposób regulacji zaworu przy pełnym skoku. Jak widzimy, skok 2 został zmniejszony z 20 mm do 10 mm. Skok 1, zaworu regulacyjnego, pozostaje w pełnym zakresie 20 mm skoku. Jak pokazano na rysunku 21., regulacja przy skoku 1 jest wydajna tylko poniżej 50%.

Jeśli nastawa przepływu realizowana jest na oddzielnym elemencie, a nie na samym zaworze regulacyjnym, to fakt ten będzie miał wpływ na właściwości regulacyjne zaworu. Spowoduje to zmniejszenie zakresu regulacji oraz autorytetu prawie o połowę, mimo że jest niezależność od zmian ciśnienia.

Skok 1 i 2 są w bezpośredniej korelacji jak to wykazano w pierwszej części artykułu na rysunku 6.

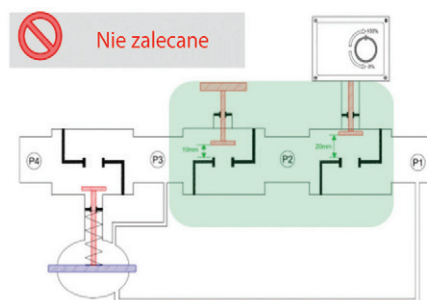
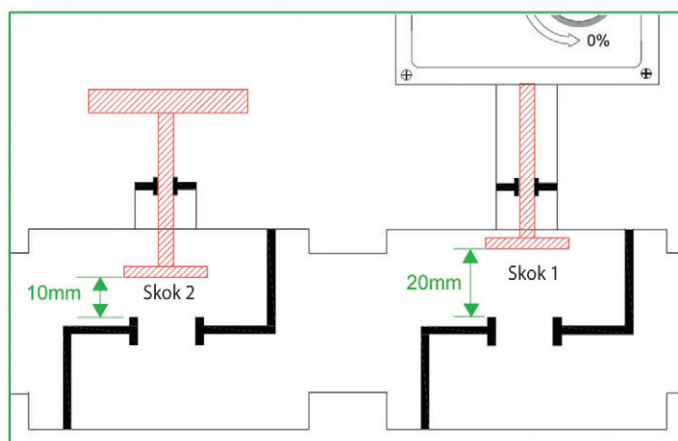
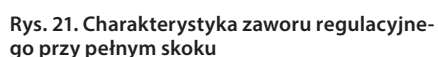


Rys. 18. Schemat regulatora:
a) brak zakłóceń hydraulicznych; b) występują zakłócenia hydrauliczne



Wykresy przedstawione na rysunku 22. przedstawiają znaczenie ograniczenia skoku wobec pełnego skoku. Jeśli nastawa przepływu odbywa się w ramach samego zaworu regulacyjnego, to wówczas autorytet zaworu może zostać osiągnięty. Napęd utrzymuje pełny sygnał sterujący 0-10 VDC w zakresie regulacji przepływu 0-100% po wykonaniu autokalibracji.

Wiemy już, że charakterystyki wymienników ciepła różnią się w zależności od rodzaju aplikacji. Następnym krokiem jest określenie charakterystyki wymiennika ciepła i wybranie właściwej wartości α lub charakterystyki regulacyjnej (w zależności od napędu). Wartość ta może być wybrana np. w napędzie (za pomocą specjalnego nastawnika lub przełącznika)



Rys. 20. Regulacja zaworu przy pełnym skoku

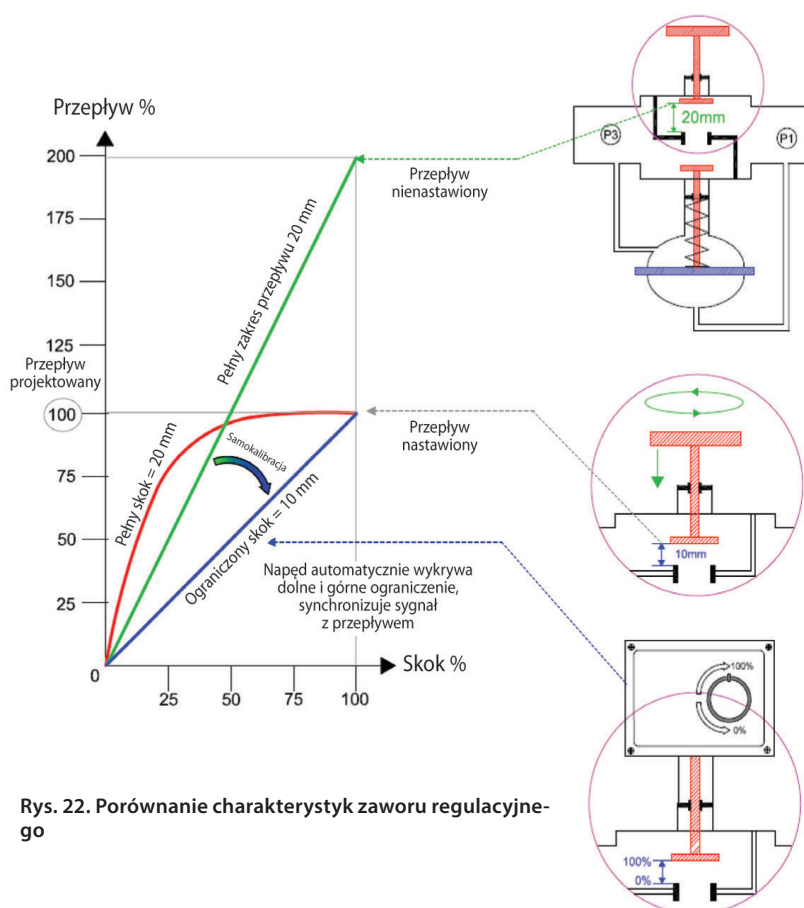
bądź w sterowniku systemu HVAC czy też w systemie BMS.

$$\text{Wartość } \alpha = 0,6 \cdot \frac{\Delta T \text{ na wymienniku}}{\text{temp. zasilania} - \text{temp. wartość}}$$

Dla przykładu obliczenia wartości α ,
posłużmy się powszechnie używanymi

wymiennikami energii woda–powietrze
– chłodnicą powietrza:

$$\alpha = 0,6 \cdot \frac{6^{\circ}\text{C}}{6^{\circ}\text{C} - 24^{\circ}\text{C}} = 0,6 \cdot \frac{6^{\circ}\text{C}}{-18^{\circ}\text{C}} = 0,6 \cdot (-0,33) = -0,2$$



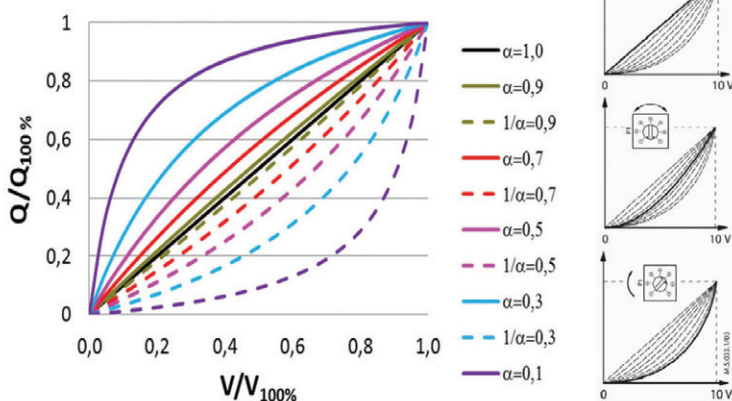
Rys. 22. Porównanie charakterystyk zaworu regulacyjnego

W ten sposób otrzymaliśmy wybraną wartość alfa w celu dopasowania do charakterystyki chłodnicy.

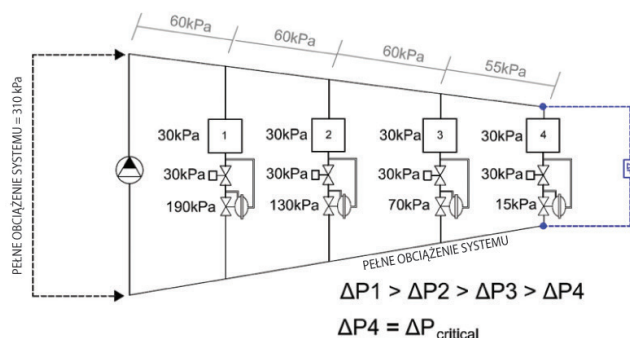
Z PIBCV, system zmiennoprzepływowy w obiegu pierwotnym wody lodowej można zoptymalizować

W przypadku ręcznych zaworów równoważących (przedstawialiśmy ich działanie w cz. 1.), gdzie nie ma kompensacji ciśnienia kiedy punkt pracy pompy jest zmienny, największym zagrożeniem jakie może wystąpić w tej sytuacji jest niedobór ciśnienia.

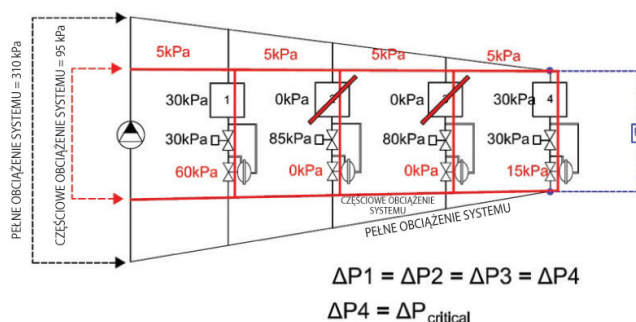
W przypadku zaworów PIBCV (rys. 24b.) możemy być pewni, że regulator DP sam zrównoważy ciśnienie niezależnie od zmiany punktu pracy pompy. Ta instalacja pozwala na różne prędkości przepływu w układzie proporcjonalnym do ciśnienia pompowania.



Rys. 23. Dostępne wartości alfa w napędzie



Rys. 24a. Pełne obciążenie systemu



Rys. 24b. Częściowe obciążenie systemu

Czujnik DP przy pompie

Czujnik DP zainstalowany w pobliżu źródła pompowania nie pozwala na uruchomienie pompy w najbardziej optymalnej prędkości. Na schemacie przedstawionym na rysunku 25. widzimy iż ciśnienie pompy jest stałe, mimo iż natężenie przepływu systemu zmienia się.

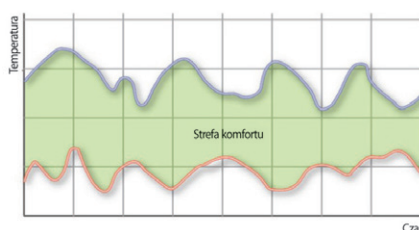
Czujnik DP na odbiorniku krytycznym

W przypadku, kiedy czujnik DP umieścimy na najbardziej krytycznym odbiorniku, pozwala to na zmianę ciśnienia pompowania proporcjonalnie do charakterystyki instalacji tak, jak zmniejsza się natężenie przepływu. W środowiskach technicznych

nazywa się to proporcjonalną regulacją pompy, co zostało przedstawione na rysunku 26. Uzyskujemy w ten sposób oszczędności kosztów pompowania.

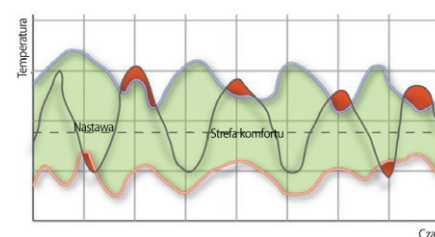
Zawory PIBCV podnoszą komfort

Strefa komfortu:



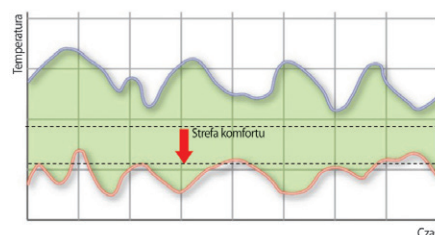
1. Zależy od indywidualnych predyspozycji;
2. Zmienia się w zależności od aktywności.

Skutki dyskomfortu:

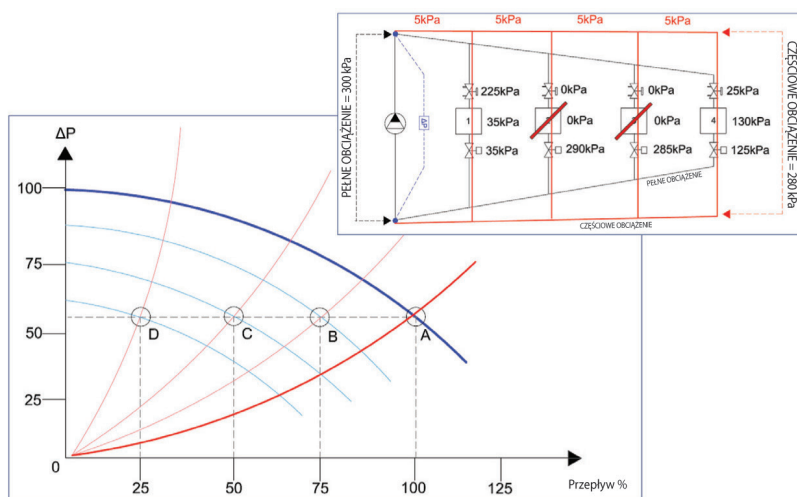


1. Reklamacje;
2. Mniejsza wydajność pracowników;
3. Utrata klientów / najemców / biznes;
4. Wyższe koszty eksploatacji.

Ludzka naturalna reakcja:

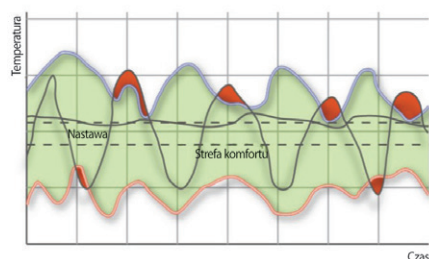


1. Obniżenie wartości zadanej.



Rys. 25. Charakterystyka pompy o regulowanej prędkości obrotowej z czujnikiem Δp na pompie

Dobra regulacja:



1. Zwiększenie nastawy bez pogorszenia komfortu;
2. Każdy 1°C to od 10 do 16% kosztów energii.

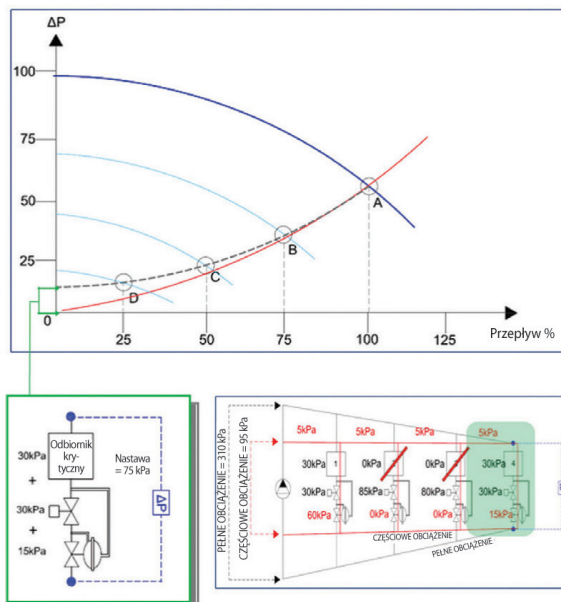
PIBCV eliminuje syndrom niskiego ΔT

Większość systemów dystrybucji wody lodowej ma trudność z osiągnięciem temperatury obliczeniowej w pomieszczeniach przy częściowym obciążeniu systemu – problem ten jest znany jako „syndrom niskiego ΔT ”. Ogólnie można stwierdzić, że „syndrom niskiego ΔT ” odnosi się do różnicy temperatury pomiędzy temperaturą medium dostarczanego przez agregat wody lodowej (temperatura na zasilaniu) a temperaturą medium wracającego z instalacji (temperatura na powrocie). To zjawisko może występować również w systemach grzewczych.

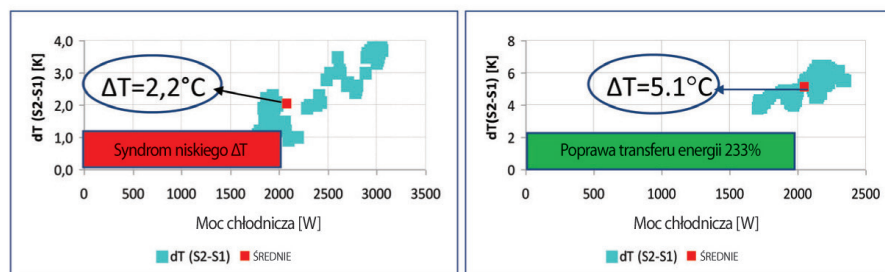
Syndrom niskiego ΔT jest przyczyną pogorszenia się charakterystyki regulacyjnej układu (szczególnie przy częściowym obciążeniu odbiorników), co w efekcie skutkuje dużym nadprzepływem na zaworach regulacyjnych. Zjawisko to występuje w szczególności w systemach zle zrównoważonych.

Jak widać na rys. 28 a i b przy zastosowaniu niezależnego od zmian ciśnienia zaworu równoważąco-regulacyjnego PIBCV wzrost ΔT zimnej wody wynosi ponad 200%.

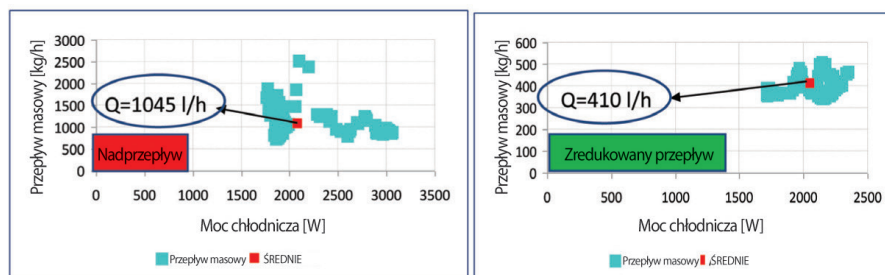
Zjawisko nadprzepływu w odbiorniku ma nieznaczny wpływ na wydajność odbiornika. Jednak wystąpienie tego zjawiska ma ogromny wpływ na pojawienie się innego, bardziej szkodliwego zjawiska, które bardzo poważnie zaburza funkcjonalność całego systemu. Wyższe przepływy na odbiornikach mają ogromny wpływ na dystrybucję ciepła/chłodu, co powoduje, że temperatura powrotu nigdy nie osiągnie wartości temperatury projektowej, czyli np. zamiast temperatu-



Rys. 26. Charakterystyka pompy o zmiennej prędkości z czujnikiem ΔP zainstalowanym w krytycznym odbiorniku



Rys. 28. a) Tradycyjne rozwiązanie; b) Rozwiązanie PIBCV



Rys. 29. a) Tradycyjne rozwiązanie; b) Rozwiązanie PIBCV

ry projektowej równej 12°C, rzeczywista temperatura powrotu jest znacznie niższa i wynosi 9,3°C

Przy zastosowaniu zaworów PIBCV natężenie przepływu jest zmniejszone bez pogorszenia wydajności chłodzenia, a komfort jest lepszy.

Podsumowanie

Przedstawione fakty bezapelacyjnie wskazują na zalety stosowania zaworów

PIBCV. Do najważniejszych możemy zaliczyć:

- wzrost komfortu,
- oszczędność energii,
- eliminacja dużej ilości zaworów w instalacji,
- oszczędność czasu montażu i uruchomienia,
- uproszczona instalacja,
- wydłużona żywotność napędu,
- wydłużona żywotność pomp, agregatów, zbiorników, pomp ciepła,
- prostsze projektowanie.

Autor: Derek Foong

Tłumacz i recenzent: Katarzyna Dragan

Danfoss Poland Sp. z o.o.

ul. Chrzanowska 5, 05-825 Grodzisk Mazowiecki, tel. (22) 755 07 00, fax (22) 755 07 01, e-mail: info@danfoss.com, www.danfoss.pl

Danfoss nie ponosi odpowiedzialności za możliwe błędy w katalogach, broszurach i innych materiałach drukowanych. Danfoss zastrzega sobie prawo do wprowadzenia zmian w produktach bez uprzedzenia. Dotyczy to również produktów już zamówionych. Zamienniki mogą być dostarczone bez dokonywania jakichkolwiek zmian w specyfikacjach już uzgodnionych. Wszystkie znaki towarowe w tym materiale są własnością odpowiednich spółek Danfoss, logotypy Danfoss są znakami towarowymi Danfoss A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.