

# Poradnik Projektanta

## Regulacja wodnych systemów klimatyzacji i ogrzewania

1 mln

**zainstalowanych**

zaworów równoważących AB-QM.  
Dzięki temu rocznie generowana jest oszczędność 73 500 MWh energii na pompowaniu i produkcji chłodu.

---

# Spis treści

1.1	Zalecane rozwiązania dla systemów ogrzewania	4
1.2	Zalecane rozwiązania dla systemów klimatyzacji	6
2.1.1	System ze zmiennym przepływem, typowa aplikacja dla systemów grzewczo-chłodzących z wykorzystaniem klimakonwektorów (FCU) lub innych typów odbiorników (np. centrale klimatyzacyjne)	8
2.1.2	System ze zmiennym przepływem, typowa aplikacja dla systemów grzewczych-chłodzących z wykorzystaniem klimakonwektorów (FCU) lub innych typów odbiorników (np. centrale klimatyzacyjne)	10
2.1.3	System ze stałym przepływem, typowa aplikacja dla systemów grzewczo-chłodzących z wykorzystaniem klimakonwektorów (FCU) i central klimatyzacyjnych	12
2.1.4	System ze stałym przepływem, typowa aplikacja dla systemów grzewczo-chłodzących z wykorzystaniem klimakonwektorów (FCU) i central klimatyzacyjnych	14
2.1.5	System ze zmiennym przepływem, typowa aplikacja dla systemów płaszczyznowych (np. belki sufitowe) grzewczo-chłodzących oraz wszędzie tam gdzie używamy tego samego odbiornika do ogrzewania i chłodzenia	16
2.1.6	Aplikacja z kolektorami słonecznymi – automatyczna kontrola wymaganego przepływu przez każdy z kolektorów	18
2.1.7	System ze zmiennym przepływem, typowa aplikacja dla systemów grzewczo-chłodzących z wykorzystaniem klimakonwektorów (FCU), odbiorników płaszczyznowych lub innych mieszanych systemów wyposażonych w niezależne termostaty pomieszczeniowe	20
2.1.8	System ze zmiennym przepływem, typowa aplikacja dla 2-rurowych systemów grzewczych z grzejnikami wyposażonymi w termostatyczne zawory grzejnikowe	22
2.1.9	System grzewczy 1-rurowy z automatycznymi ogranicznikami przepływu lub automatycznymi regulatorami przepływu wyposażonymi w moduł siłownika termostatycznego oraz grzejnikami wyposażonymi w termostatyczne zawory grzejnikowe	24
2.1.10	System ze zmiennym przepływem, typowa aplikacja dla instalacji grzewczych płaszczyznowych (podłogowych lub ściennych) wyposażonych w rozdzielacze i indywidualne regulatory pomieszczeniowe	26
2.1.11	System ze zmiennym przepływem, typowa aplikacja dla instalacji z kompaktowymi węzłami mieszkaniowymi	28
2.1.12	System ze zmiennym przepływem, typowa aplikacja w instalacjach z aparatami grzewczo-wentylacyjnymi, kurtynami ciepłego powietrza itp.	30
2.1.13	System ze zmiennym przepływem z automatycznym równoważeniem dynamicznym w instalacjach ciepłej wody użytkowej – cyrkulacja	32
2.1.14	System ze zmiennym przepływem z automatycznym równoważeniem dynamicznym w instalacjach ciepłej wody użytkowej – cyrkulacja	34

2.2.1	System ze zmiennym przepływem, typowa aplikacja dla systemów grzewczych z grzejnikami, systemów grzewczo-chłodzących z klimakonwektorami (FCU) i w systemach z centralami klimatyzacyjnymi	36
2.2.2	System ze zmiennym przepływem, aplikacja często używana dla systemów grzewczych z grzejnikami, systemów grzewczo-chłodzących z klimakonwektorami (FCU) i w systemach z centralami klimatyzacyjnymi – wersja z ogranicznikami przepływu i 2-drogowymi zaworami regulacyjnymi	38
2.2.3	System ze zmiennym przepływem, typowa aplikacja dla systemów grzewczo-chłodzących z klimakonwektorami (FCU) i przy innych rodzajach odbiorników (np. belki sufitowe grzewczo-chłodzące)	40
2.2.4	System ze stałym przepływem i z ręcznym równoważeniem w instalacjach ciepłej wody użytkowej – cyrkulacja	42
2.3.1	System ze zmiennym przepływem, aplikacja dla 2-rurowych systemów grzewczych z grzejnikami wyposażonymi w termostacyjne zawory grzejnikowe oraz z ogranicznikami przepływu	44
3	Oznaczenia i skróty używane w rozdziałach 2.1, 2.2 oraz 2.3	46
3.1	Zjawisko niskiego $\Delta T$ – „Syndrom low $\Delta T$ ”	48
3.2	Zjawisko naprzepływu – „overflow phenomenon”	49
3.3	Zjawisko podprzepływu – „underflow phenomenon”	52
4	Analiza projektu: porównanie aplikacji 2.1.1, 2.1.4 oraz 2.2.1	53
4.1	Koszty operacyjne	53
4.1.1	Optymalizacja kosztów pompowania	54
4.1.2	Straty ciepła na rurociągach	57
4.2	Porównanie kosztów inwestycyjnych	60
4.3	Analiza sprawności wodnego systemu HVAC	62
5	Przegląd urządzeń	64
5.1	Automatyczny zawór równoważący – regulator ciśnienia różnicowego	64
5.2	Zawór równoważąco-regulacyjny niezależny od zmian ciśnienia	64
5.3	Ręczne zawory równoważące	66
5.4	Zawór strefowy, zawór regulacyjny z napędem	67
5.5	Pomieszczeniowe regulatory bezpośredniego działania	68
5.6	Regulatory pomieszczeniowe	69
5.7	Równoważenie systemu ciepłej wody użytkowej	69
5.8	Kable grzejne DEVI	70
5.9	Pompy ciepła	70



1.1

Zalecane rozwiązania dla systemów ogrzewania

SYSTEM GRZEWCZY

System JEDNORUROWY

System DWURUROWY

System z lub bez TRV

System z lub bez TRV

System z TRV

Bez nastawy wstępnej

Z nastawą wstępną

ZAŁECANY  
NASTAWNY  
OGRAŃCZNIK  
PRZEPŁYWU:

AB-QM



LUB  
AB-QT



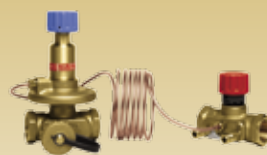
AKCEPTOWANY

LENO™ MSV-BD,  
LENO™ MSV-O, LENO™  
MSV-B, USV-I



ZAŁECANY

ASV-P + ASV-I  
ASV-PV + ASV-I



ZAŁECANY

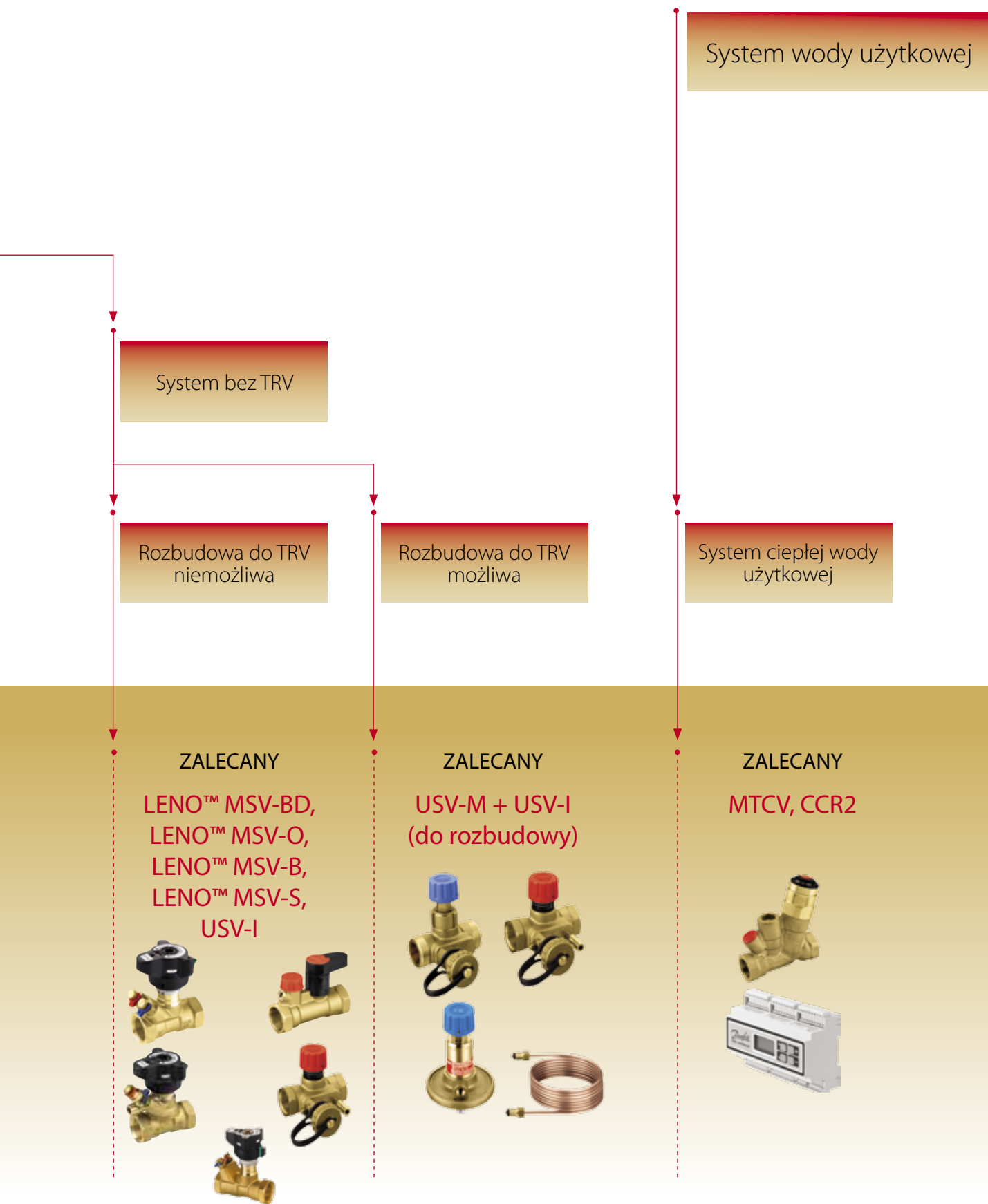
ASV-P + ASV-M  
ASV-PV + ASV-M



ZAŁECANY

ASV-PV + MSV-F2 (z rurką impulsową)







# 1.2

## Zalecane rozwiązania dla systemów klimatyzacji

SYSTEM CHŁODZĄCY

STAŁY PRZEPŁYW

Równoważenie  
automatyczne

Równoważenie  
ręczne

ZALECANY  
NASTAWNY  
OGRANICZNIK  
PRZEPŁYWU:

AB-QM



AKCEPTOWANY

MSV-F2, LENO™ MSV-BD, LENO™ MSV-O,  
LENO™ MSV-B, LENO™ MSV-S,  
USV-I



ZMIENNY PRZEPŁYW

Regulator ciśnienia

Zawory kombinowane,  
niezależna regulacja

Stała nastawa ciśnienia

Zmienna nastawa  
ciśnienia

Zawory regulacyjne  
z króćcami  
pomiarowymi  
i automatycznym  
nastawnym  
ogranicznikiem  
przepływu

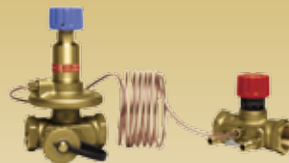
ZALECANY

ASV-P + ASV-M



ZALECANY

ASV-PV + ASV-I



ZALECANY

AB-QM + TWA-Z  
AB-QM + ABNM  
AB-QM + AMV( E)  
110,120 NL  
AB-QM + AMI140  
AB-QM + AME 15QM  
AB-QM + AME 55QM  
AB-QM + AME 85QM



ZALECANY

ASV-PV + MSV-F2 (z rurką impulsową)

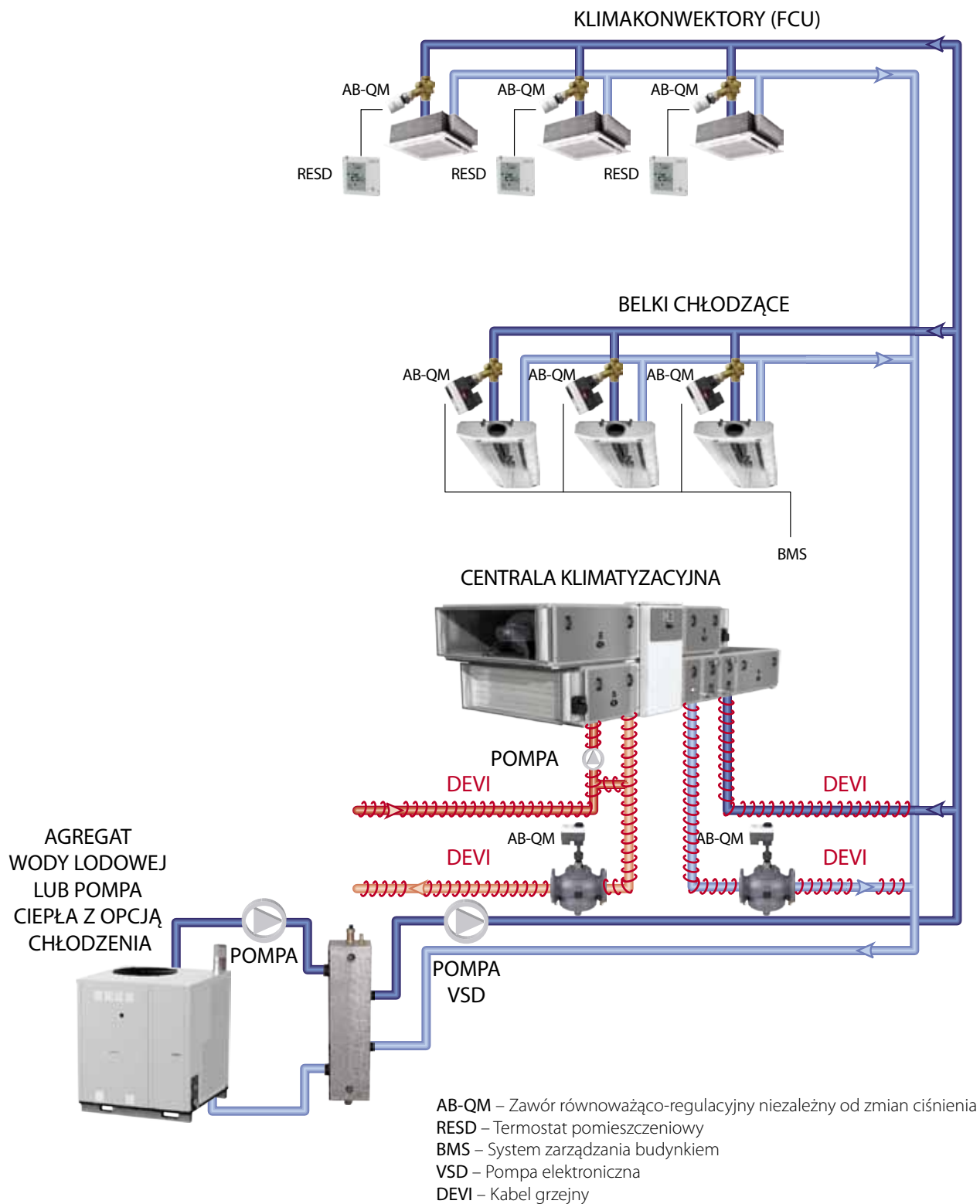




## 2.1.1

### System ze zmiennym przepływem, typowa aplikacja dla systemów grzewczo-chłodzących z wykorzystaniem klimakonwektorów (FCU) lub innych typów odbiorników (np. centrale klimatyzacyjne)

(W tej aplikacji zapewniamy przepływ zmienny w rurociągu dystrybucyjnym, natomiast wartość przepływu jest utrzymywana (lub regulowana) na wejściu do odbiornika niezależnie od oscylacji (zmian) ciśnienia w systemie. Dzięki temu eliminujemy zjawisko nadprzepływu podczas całego czasu pracy systemu.)



\*Zalecana – poprawna pod względem technicznym, wysoka wydajność



## 1

## Projektowanie / Dobór

- **PROSTA METODA OBLICZENIOWA I DOBÓR**: nie musimy znać wartości  $K_v$ , nie są konieczne obliczenia autorytetu, dobór jedynie na podstawie znajomości wymaganego przepływu
- **AUTORYTET ZBLIŻONY DO 1** – dokładność regulacji nie jest zależna od zmian ciśnienia w systemie oraz od nastawy na zaworze
- Proste obliczenia nastaw zgodnie z wymaganym zapotrzebowaniem na ciepło / chłód
- Wysokość podnoszenia pompy obliczana na podstawie minimalnego  $\Delta p$  na zaworze i spadku ciśnienia w systemie przy przepływie nominalnym

## 2

## Koszty operacyjne

- **NISKIE** koszty pompowania<sup>F)</sup> (nie występuje zjawisko nadprzepływu)
- Straty ciepła i zyski ciepła na rurociągach są minimalne
- **NIŻSZA** wartość wysokości podnoszenia pompy
- Zalecana optymalizacja pracy pompy<sup>J)</sup> (wysokość podnoszenia)
- Zawór regulacyjny – **AUTORYTET ZBLIŻONY DO 1** i najlepsza sprawność systemu – minimalne odchyłki założonej temperatury w pomieszczeniach (oscylacja)<sup>K)</sup>
- Ponowne równoważenie systemu (np. po zmianie ilości urządzeń)<sup>Q)</sup> nie jest wymagane

## 3

## Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne<sup>N)</sup> – **ŚREDNIE** (tylko 2-drogowe zawory AB-QM)
- Żadne dodatkowe elementy hydrauliczne nie są wymagane
- Najmniejsza możliwa ilość zaworów w systemie (niskie koszty instalacji<sup>N)</sup>)
- Równoważenie<sup>B)</sup> systemu nie jest wymagane
- Pompa elektroniczna<sup>S)</sup> jest zalecana (charakterystyka proporcjonalna)

## 4

## Instalacja i uruchomienie systemu

- Regulacja hydrauliczna tylko na odbiorniku **AUTORYTET ZBLIŻONY DO 1**
- Zrównoważenie systemu przy pełnym i częściowym obciążeniu – **DOSKONAŁE**
- Równoważenie (uruchomienie) systemu nie jest potrzebne
- Zastosowanie pompy elektronicznej gwarantuje wysokie oszczędności energii<sup>T)</sup>

## 5

## Inne

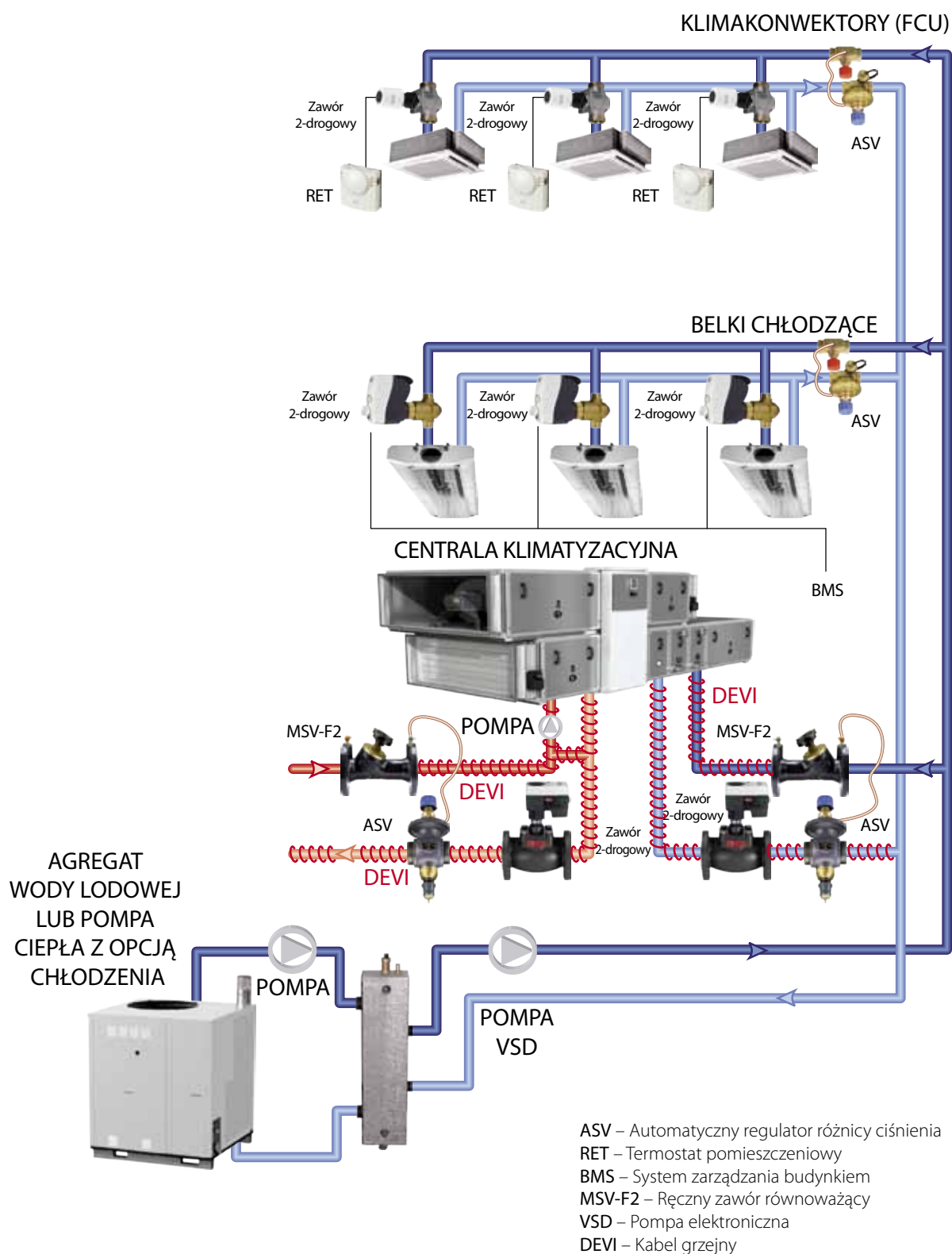
- AB-QM pracuje poprawnie nawet przy ciśnieniu 6 bar
- Nie występuje zjawisko nadprzepływu<sup>L)</sup>
- Łatwa optymalizacja pracy pompy
- Minimalne całkowite zapotrzebowanie na energię
- **MAKSYMALNE OSZCZĘDNOŚCI ENERGII**



## 2.1.2

### System ze zmiennym przepływem, typowa aplikacja dla systemów grzewczo-chłodzących z wykorzystaniem klimakonwektorów (FCU) lub innych typów odbiorników (np. centrale klimatyzacyjne).

(W tej aplikacji przepływ zmienny jest w rurociągu dystrybucyjnym, natomiast stała wartość ciśnienia różnicowego jest utrzymywana na wejściu do każdego z poziomów (gałęzi) niezależnie od oscylacji (zmian) ciśnienia w systemie. Dzięki temu eliminujemy w większości zjawisko nadprzepływu oraz problemy z hałasem podczas częściowego obciążenia systemu.)



\*Zalecana – poprawna pod względem technicznym, wysoka sprawność

## 1

## Projektowanie / Dobór

- **TRADYCYJNE OBLICZENIA<sup>A)</sup>** są konieczne: Kv zaworu, autorytet zaworu 2-drogowego
- Obliczenia zaworów regulacyjnych mogą być uproszczone ze względu na możliwość podziału systemu na pętle niezależne, wydzielone regulatorem różnicy ciśnienia
- Obliczenia nastaw zaworów równoważących dla każdej pętli
- Dobór pompy w zależności od przepływu nominalnego

## 2

## Koszty operacyjne

- **NISKIE** koszty pompowania<sup>F)</sup> (zbyt rozległe pętle mogą być powodem wystąpienia zjawiska nadprzepływu)
- Straty ciepła i zyski ciepła na rurociągach są małe
- Konieczny dobór pompy o większej wysokości podnoszenia ze względu na dodatkowe spadki ciśnienia na regulatorach różnicy ciśnienia
- Łatwa optymalizacja pracy pompy<sup>J)</sup>
- Lepsza sprawność systemu – niewielka oscylacja temperatury<sup>K)</sup> w pomieszczeniu ze względu na możliwy dobry autorytet<sup>E)</sup> zaworów regulacyjnych
- Ponowne równoważenie<sup>C)</sup> systemu nie jest konieczne (wskazane jest tylko w przypadku rozległych pętli)

## 3

## Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne<sup>I)</sup> – **ŚREDNIE** („tanie” zawory regulacyjne + regulatory różnicy ciśnienia na pętlach)
- Dość kosztowne duże średnice automatycznych regulatorów różnicy ciśnienia (ASV)
- Mniejsza ilość zaworów niż w aplikacji 2.1.4, niższe koszty instalacji<sup>I)</sup>
- Równoważenie<sup>B)</sup> systemu jest konieczne tylko w przypadku rozległych pętli
- Rekomendowane są pompy ze zmienną prędkością obrotową<sup>S)</sup> (charakterystyka stałociśnieniowa)

## 4

## Instalacja i uruchomienie systemu

- Regulacja hydrauliczna tylko na odbiornikach końcowych –  $\Delta p$  na zaworze regulacyjnym jest zbliżona do wartości stałej
- **DOBRE** właściwości regulacyjne systemu przy pełnym i częściowym obciążeniu
- Równoważenie nie jest konieczne – tylko w przypadku regulacji rozległych pętli (konieczne wykonanie poprawnych nastaw)
- Pompa ze zmienną prędkością obrotową zapewnia oszczędność energii<sup>T)</sup>

## 5

## Inne

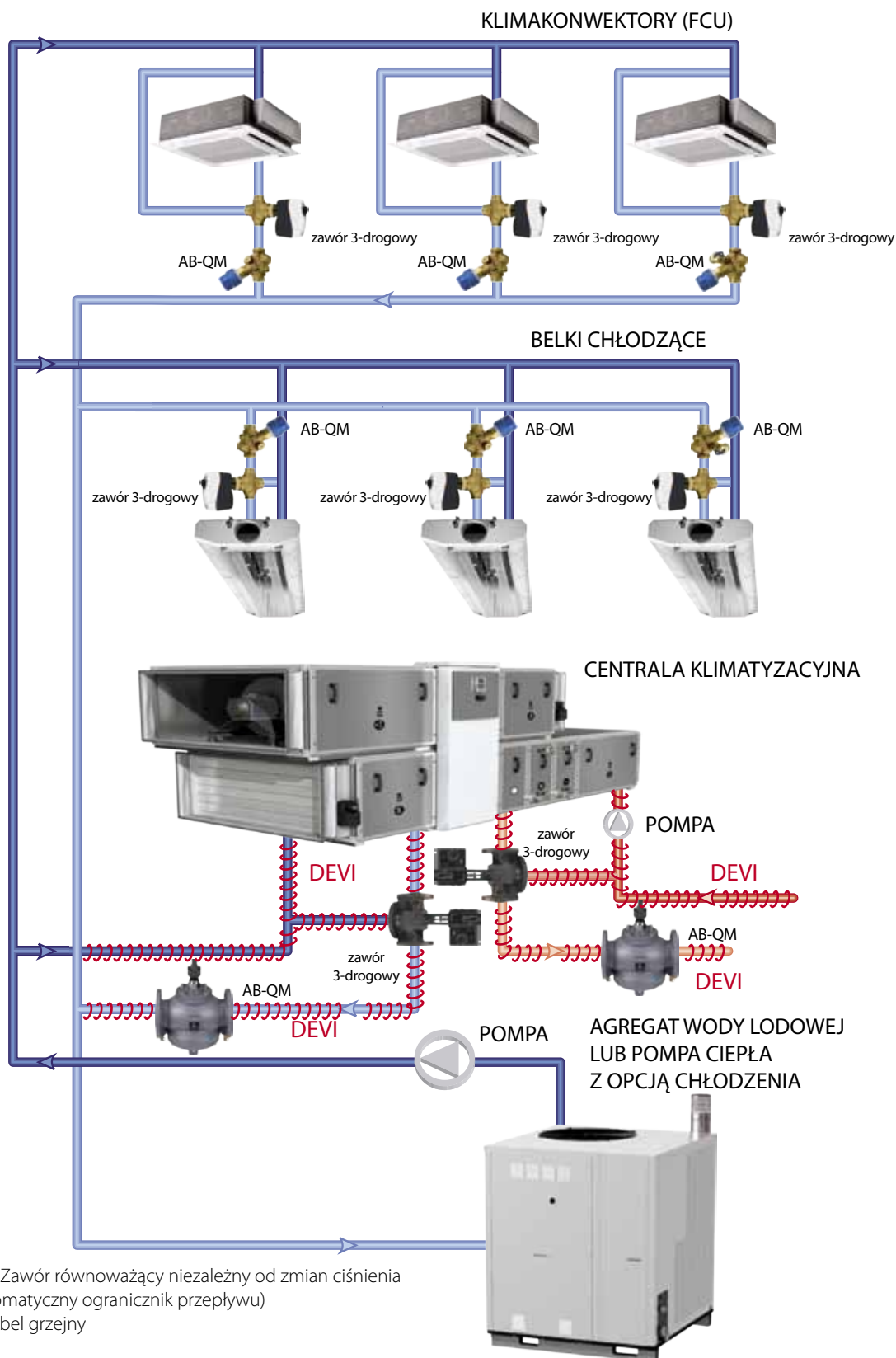
- Ciśnienie zamknięcia zaworów strefowych powinno być większe o około 50% niż ciśnienie nastawione na regulatorze różnicy ciśnienia
- Możliwość wystąpienia niewielkiego nadprzepływu podczas częściowego obciążenia systemu
- Zazwyczaj przewymiarowana pompa obiegowa w stosunku do autorytetu zaworu 2-drogowego



## 2.1.3

### System ze stałym przepływem, typowa aplikacja dla systemów grzewczo-chłodzących z wykorzystaniem klimakonwektorów (FCU) i central klimatyzacyjnych

(W tej aplikacji zapewniamy zawsze przepływ stały niezależnie od zmiany obciążenia odbiorników. Ta aplikacja ma zastosowanie w automatycznym równoważeniu systemu i zabezpiecza przed niepożądanym nadprzepływem przy częściowym obciążeniu systemu.)



\*Akceptowalna – poprawna pod względem technicznym, mniejsza sprawność

1

## Projektowanie / Dobór

- **TRADYCYJNE OBLICZENIA<sup>A)</sup>** są konieczne dla zaworów 3-drogowych:  
Kv zaworu, autorytet zaworu
- Prosty dobór automatycznych ograniczników przepływu (nie są konieczne obliczenia nastaw – tylko kryterium przepływu)
- Dobór pompy w zależności od przepływu nominalnego

2

## Koszty operacyjne

- **WYSOKIE** koszty pompowania<sup>F)</sup>
- Straty ciepła i zyski ciepła na rurociągu są wysokie
- Optymalizacja pracy pompy<sup>J)</sup> nie jest możliwa jeżeli wymagana wysokość podnoszenia pompy jest poza jej charakterystyką
- Zawory regulacyjne – dobry autorytet<sup>E)</sup> i wysoka sprawność systemu nie może być osiągnięta<sup>K)</sup> (tylko w przypadku regulacji modulowanej)
- **ZJAWISKO LOW  $\Delta T$ <sup>H)</sup>** brak regulacji temperatury powrotu, niska sprawność urządzeń produkujących ciepło i chłód

3

## Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne<sup>I)</sup> – **BARDZO WYSOKIE** (zawór 3-drogowy + AB-QM)
- Regulacja hydrauliczna tylko na odbiornikach końcowych
- Mniej zaworów niż w aplikacji 2.1.4, niższe koszty instalacji
- Równoważenie<sup>B)</sup> systemu nie jest konieczne

4

## Instalacja i uruchomienie systemu

- Praca systemu przy częściowym i całkowitym obciążeniu – **BARDZO DOBRA**, prawdziwy system stałoprzepływowy
- Równoważenie systemu nie jest konieczne nawet w przypadku gdy system zostanie rozbudowany lub zmieniony
- Koszty pompowania o wiele wyższe niż w przypadku systemu ze zmiennym przepływem<sup>O)</sup>, stałe i wysokie koszty pompowania

5

## Inne

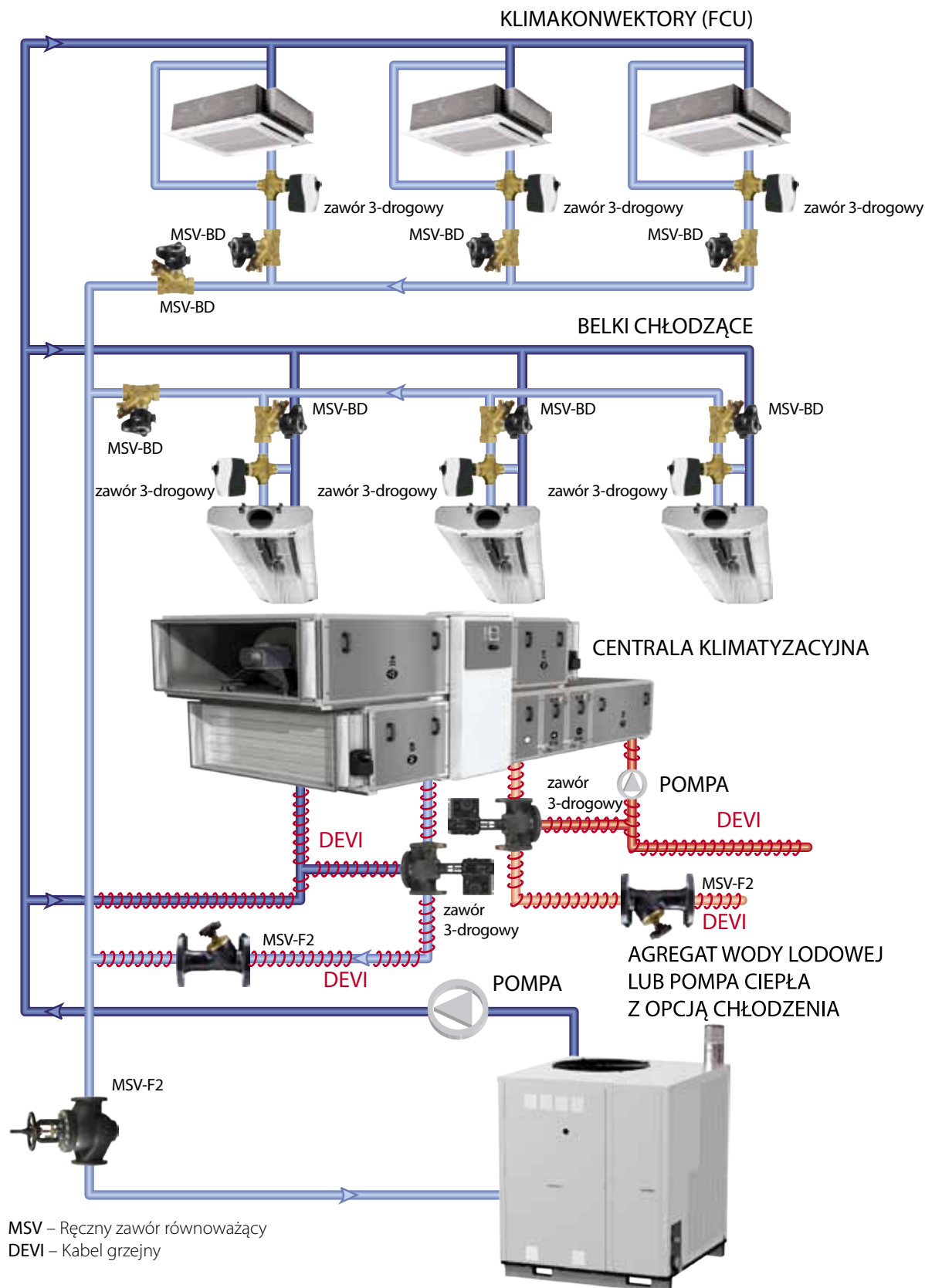
- Ciśnienie zamknięcia zaworów strefowych jest porównywalne z wysokością podnoszenia pompy przy minimalnym przepływie
- Praca systemu przy częściowym obciążeniu – akceptowalnie DOBRA – zależy od dobranej pompy (zależy od tego autorytet zaworów 3-drogowych)
- Zazwyczaj przewymiarowana pompa, przepływ zależny od nastawy na automatycznym ograniczniku przepływu
- **PRAWDZIWIY SYSTEM ZE STAŁYM PRZEPLYWEM**



## 2.1.4

### System ze stałym przepływem, typowa aplikacja dla systemów grzewczo-chłodzących z wykorzystaniem klimakonwektorów (FCU) i central klimatyzacyjnych

(W tej aplikacji zapewniamy stały przepływ pod warunkiem projektowego niezmiennego obciążenia odbiorców. Jest to rozwiązanie pochodzące z czasów kiedy energia była tania, a automatyczne zawory równoważące nie były dostępne na rynku.)



\*Akceptowalna – poprawna pod względem technicznym, mniejsza sprawność

1

## Projektowanie / Dobór

- **TRADYCYJNE OBLICZENIA<sup>A)</sup>** są konieczne: Kv zaworu 3 drogowego, autorytet zaworu 3-drogowego, nastawa zaworu MSV

2

## Koszty operacyjne

- **BARDZO WYSOKIE** koszty pompowania<sup>F)</sup> 3,2 (zależne od zjawiska nadprzepływu)
- Straty ciepła i zyski ciepła na rurociągu są wysokie
- Optymalizacja pracy pompy<sup>J)</sup> **JEST MOŻLIWA TYLKO W PRZYPADKU ZASTOSOWANIA DODATKOWYCH ZAWORÓW** tzw. zaworów typu partner<sup>N)</sup> (MSV). Do równoważenia takiej instalacji należy używać metody kompensacyjnej<sup>D)</sup>
- Zawory regulacyjne – dobry autorytet<sup>E)</sup> i wysoka sprawność systemu nie może być osiągnięta<sup>K)</sup> (tylko w przypadku regulacji modulowanej)
- **ZJAWISKO LOW ΔT<sup>H)</sup>** brak regulacji temperatury powrotu, niska sprawność urządzeń produkujących ciepło i chłód
- Konieczne ponowne równoważenie podczas pracy instalacji<sup>C)</sup> (w powiązaniu z Dyrektywą Sprawności Energetycznej Budynków EPBD<sup>R)</sup>) – wykonane przez doświadczony zespół

3

## Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne<sup>I)</sup> – **WYSOKIE** (regulacyjny zawór 3-drogowy + MSV + równoważenie)
- Duże średnice zaworów typu partner<sup>N)</sup>
- Więcej zaworów – wyższe koszty instalacji<sup>I)</sup> (dodatkowe koszty związane z zakupem zaworów kołnierzowych dla większych średnic)
- **RÓWNOWAŻENIE<sup>B)</sup>** systemu jest konieczne

4

## Instalacja i uruchomienie systemu

- Praca instalacji przy pełnym obciążeniu – **BARDZO DOBRA**, przy częściowym tylko **AKCEPTOWALNA**
- Równoważenie systemu konieczne w każdym przypadku
- Przy częściowym obciążeniu systemu, przepływ będzie większy o 20-40% w stosunku do przepływu projektowanego, konieczność zastosowania większej pompy
- Koszty pompowania<sup>F)</sup> są dużo wyższe w przypadku systemu częściowo obciążonego

5

## Inne

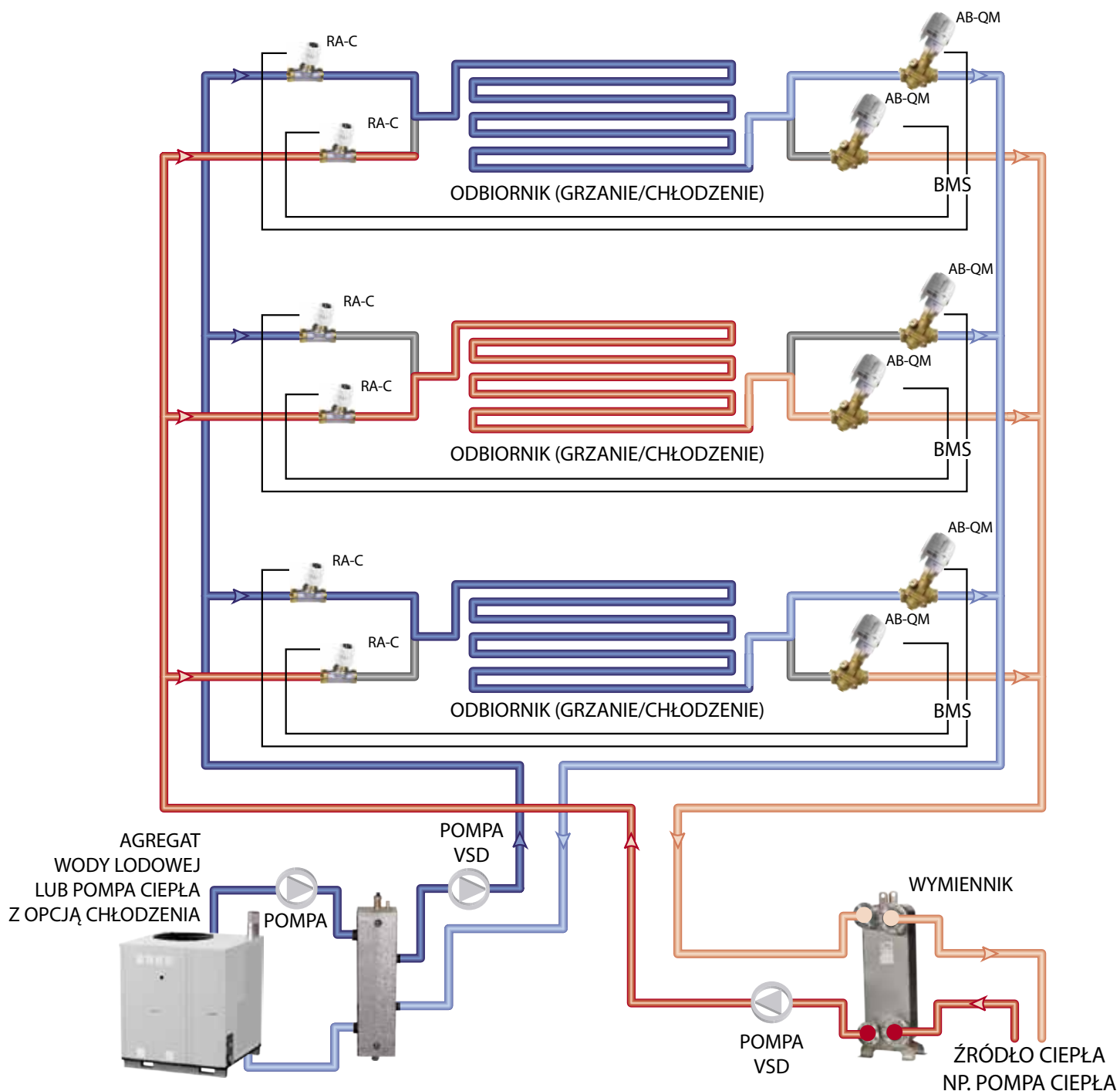
- Ciśnienie zamknięcia zaworów strefowych jest porównywalne z wysokością podnoszenia pompy przy minimalnym przepływie
- Zazwyczaj przewymiarowana pompa
- **NIEPRAWDZIWY SYSTEM ZE STAŁYM PRZEPŁYWEM<sup>G)</sup>** jeżeli nie ma zaworów MSV na by-passie<sup>P)</sup> (np. w FCU)



## 2.1.5

**System ze zmiennym przepływem, typowa aplikacja dla systemów płaszczyznowych (np. belki sufitowe) grzewczo-chłodzących oraz wszędzie tam gdzie używamy tego samego odbiornika do ogrzewania i chłodzenia**

(W tej aplikacji zapewniamy przepływ zmienny w rurociągu dystrybucyjnym dla ciepła i chłodu niezależnie. Zapewniamy również ograniczenie przepływu (lub regulację) w odbiornikach (sekwencyjnie grzanie lub chłodzenie) niezależnie od oscylacji (zmian) ciśnienia w systemie. Dzięki temu eliminujemy zjawisko nadprzepływu podczas całego czasu użytkowania systemu.)



- AB-QM – Zawór równoważąco-regulacyjny niezależny od zmian ciśnienia
- BMS – System zarządzania budynkiem
- VSD – Pompa elektroniczna
- RA-C – Zawór strefowy



## 1

## Projektowanie / Dobór

- **PROSTA METODA OBLICZENIOWA:** nie są potrzebne wartości  $K_v$ , autorytetu lub obliczenia nastaw zaworów
- **AUTORYTET ZBLIŻONY DO 1** – regulacja niezależna od zmian ciśnienia na obu typach instalacji niezależnie od funkcji grzania czy chłodzenia
- Łatwy dobór nastawy w powiązaniu z zapotrzebowaniem na ciepło lub chłód
- Dobór pompy na podstawie min.  $\Delta p$  na zaworze i strat ciśnienia w systemie przy przepływie nominalnym
- Zawory strefowe są potrzebne tylko wtedy, gdy jest wymagana regulacja sekwencyjna na instalacji grzewczej i chłodzącej

## 2

## Koszty operacyjne

- **NISKIE** koszty pompowania<sup>F)</sup> (nie występuje zjawisko nadprzepływu)
- Straty ciepła i zyski ciepła na rurociągu są minimalne
- **NIŻSZA** wartość wysokości podnoszenia pompy
- Zalecana jest optymalizacja pracy pompy<sup>J)</sup>
- Zawór regulacyjny – **AUTORYTET ZBLIŻONY DO 1** i najlepsza sprawność systemu – minimalne oscylacje temperatury w pomieszczeniu<sup>K)</sup>
- Ponowne równoważenie<sup>C)</sup> systemu nie jest wymagane

## 3

## Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne<sup>I)</sup> – **ŚREDNIE** (2 szt. zaworu AB-QM do równoważenia i 2 szt. dla regulacji strefowej)
- Brak dodatkowych elementów hydraulicznych w instalacji, tylko zawory strefowe dla regulacji sekwencyjnej
- Dwa razy po dwa zawory dla każdego odbiornika (średnie koszty instalacji<sup>I)</sup>)
- Równoważenie systemu nie jest wymagane<sup>B)</sup>
- Zalecana jest pompa o zmiennej prędkości obrotowej<sup>S)</sup>

## 4

## Instalacja i uruchomienie systemu

- Regulacja hydrauliczna z autorytetem zbliżonym do 1
- Praca systemu przy częściowym i całkowitym obciążeniu – **DOSKONAŁA**
- Nie jest potrzebne równoważenie systemu – tylko nastawa przepływu
- Nieodczuwalne przez użytkownika oscylacje temperatury w pomieszczeniu<sup>K)</sup>
- Pompa o zmiennej prędkości obrotowej pozwala na duże oszczędności energii<sup>T)</sup>

## 5

## Inne

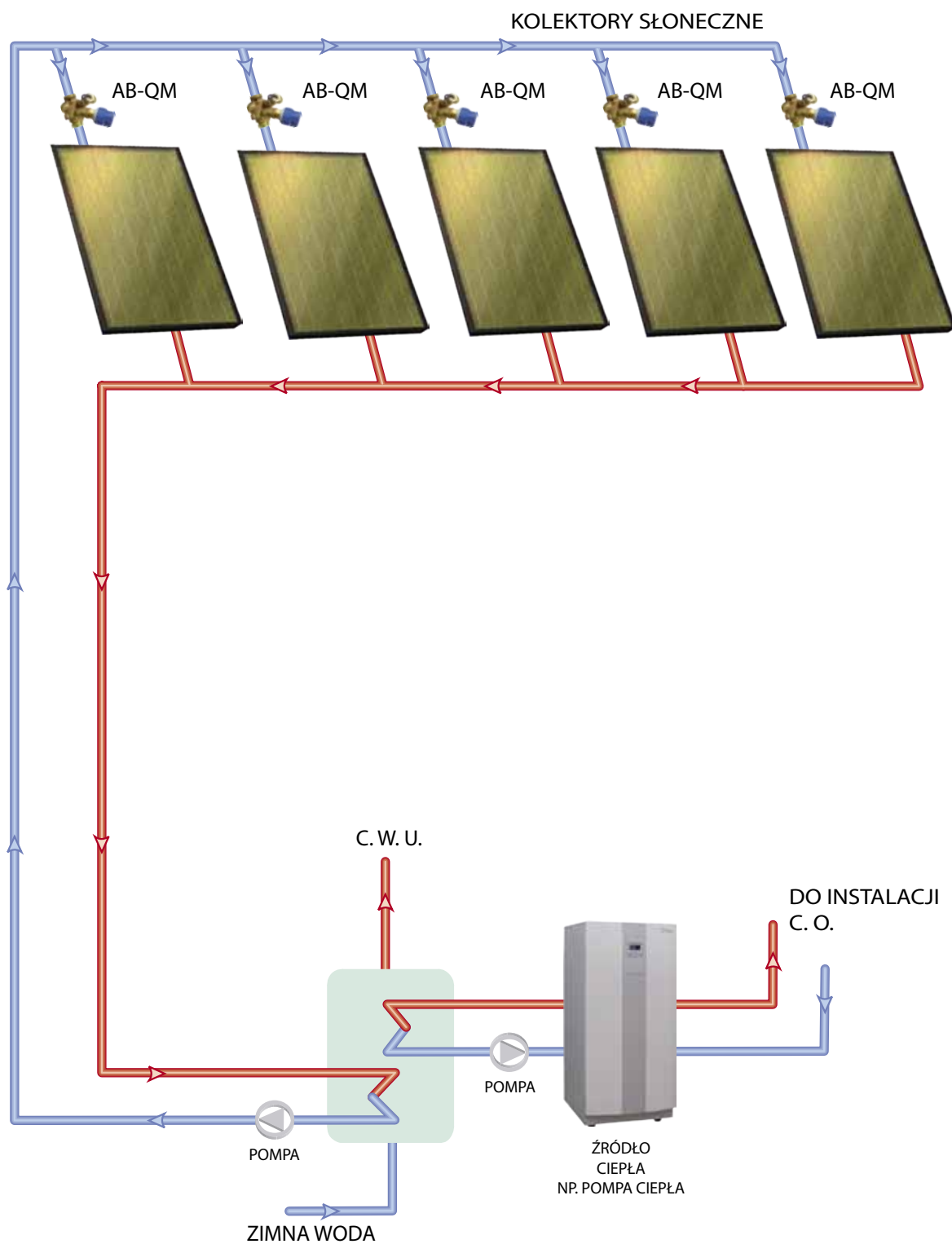
- AB-QM poprawnie pracuje nawet przy ciśnieniu 6 bar
- Nie występuje zjawisko nadprzepływu<sup>L)</sup>
- Łatwa optymalizacja pracy pompy
- Minimalne, całkowite zapotrzebowanie na energię, **MAKSYMALNA OSZCZĘDNOŚĆ**
- Osobne podłączenia elektryczne w celu uniknięcia równoległej pracy w funkcji grzania i chłodzenia – rozdzielenie funkcji



## 2.1.6

### Aplikacja z kolektorami słonecznymi – automatyczna kontrola wymaganego przepływu przez każdy z kolektorów

(Gwarancja dokładnego rozdziału medium niezależnie od ilości, wielkości i miejsca położenia kolektora.)



AB-QM – Zawór równoważąco-regulacyjny niezależny od zmian ciśnienia (jako automatyczny ogranicznik przepływu)

\*Zalecana – poprawna pod względem technicznym, wysoka sprawność

1

## Projektowanie / Dobór

- **ŁATWY** dobór automatycznych ograniczników przepływu (tylko kryterium przepływu)
- Dobór pompy w zależności od przepływu nominalnego - wysokość podnoszenia pompy obliczana na podstawie minimalnego dp na zaworze i spadku ciśnienia w systemie przy przepływie nominalnym

2

## Koszty operacyjne

- **PROSTA I SZYBKA** optymalizacja pracy pompy – warunkiem jest dobór pompy o wymaganej wysokości podnoszenia
- Ponowne równoważenie systemu nie jest konieczne
- Gwarancja właściwej wartości przepływu na każdym z kolektorów

3

## Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne – **DOBRE** - brak dodatkowych elementów hydraulicznych w instalacji – tylko zawory AB-QM przy każdym z kolektorów
- Równoważenie systemu nie jest konieczne
- Najmniejsza możliwa ilość zaworów w systemie – niskie koszty instalacji

4

## Instalacja i uruchomienie systemu

- Zrównoważenie systemu w każdych warunkach pracy - **DOSKONAŁE**
- Równoważenie systemu nie jest konieczne nawet w przypadku rozbudowy lub zmiany instalacji – wystarczy tylko nastawa odpowiadająca wymaganemu przepływowi
- Stałe koszty pompowania

5

## Inne

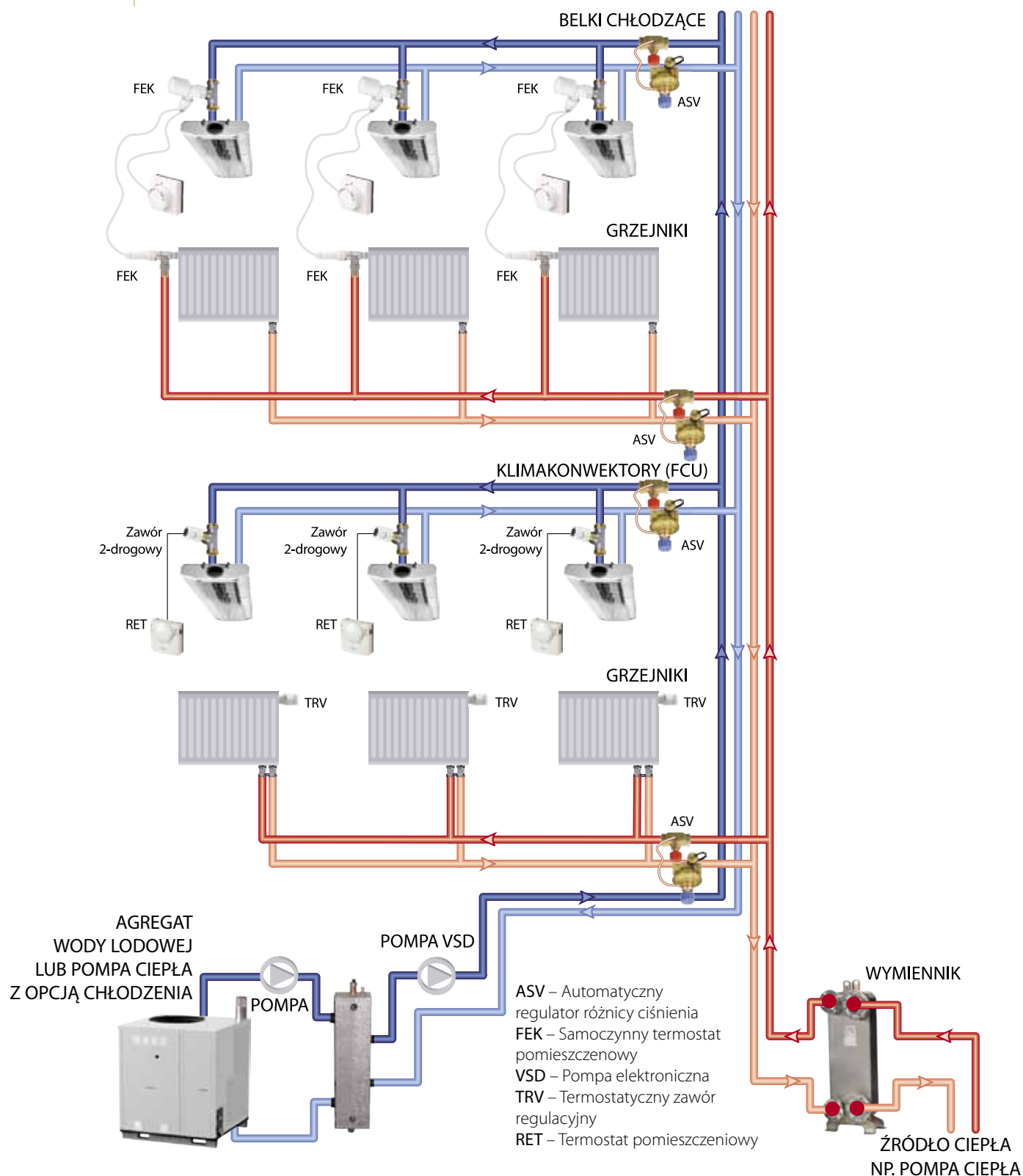
- Zawór AB-QM pracuje poprawnie nawet przy ciśnieniu 6 bar – parametr przydatny przy rozległych instalacjach
- Łatwa optymalizacja pracy pompy



## 2.1.7

### System ze zmiennym przepływem, typowa aplikacja dla systemów grzewczo-chłodzących z wykorzystaniem klimakonwektorów (FCU), odbiorników płaszczyznowych lub innych mieszanych systemów wyposażonych w niezależne termostaty pomieszczeniowe

(W tej aplikacji przepływ zmienny jest w rurociągu dystrybucyjnym natomiast stała wartość ciśnienia różnicowego jest utrzymywana na wejściu do każdego z poziomów (gałęzi) niezależnie od oscylacji (zmian) ciśnienia w systemie. Dzięki temu eliminujemy w większości zjawisko nadprzepływu oraz problemy z hałasem podczas częściowego obciążenia systemu.)



\*Zalecana – poprawna pod względem technicznym, wysoka sprawność

1

## Projektowanie / Dobór

- **OBLICZENIA TRADYCYJNE<sup>A)</sup>** są konieczne dla zaworów działających samodzielnie: Kv i autorytet zaworu
- Obliczenia zaworów regulacyjnych mogą być uproszczone ze względu na możliwość podziału systemu na pętle niezależne, wydzielone regulatorem różnicy ciśnienia
- Obliczenia nastaw zaworów równoważących dla każdej pętli
- Dobór pompy w zależności od przepływu nominalnego

2

## Koszty operacyjne

- **NISKIE** koszty pompowania<sup>F)</sup> (zbyt rozległe pętle mogą być powodem wystąpienia zjawiska nadprzepływu)
- Straty ciepła i zyski ciepła na rurociągach są bardzo małe
- Konieczny dobór pompy o większej wysokości podnoszenia ze względu na dodatkowe spadki ciśnienia na regulatorach różnicy ciśnienia
- Łatwa optymalizacja pracy pompy<sup>J)</sup>
- Samodzielne zawory regulacyjne (regulacja proporcjonalna) – niewielkie oscylacje temperatury w pomieszczeniach<sup>K)</sup>
- **PONOWNE RÓWNOWAŻENIE<sup>C)</sup>** systemu nie jest konieczne
- Wysoka sprawność urządzeń produkujących ciepło i chłód w powiązaniu z dużą wartością  $\Delta T$  w systemie

3

## Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne<sup>I)</sup> – **WYSOKIE**, należy uwzględnić urządzenia regulacyjno-pomiarowe (tani zawór 2-drogowy + FEK; ASV na pętlach oraz czujka punktu rosy na belkach chłodzących)
- **NIŻSZE** koszty instalacji<sup>I)</sup> – nie jest potrzebne okablowanie elektryczne
- Równoważenie systemu nie jest konieczne<sup>B)</sup> tylko wykonanie nastaw
- Pompa o zmiennej prędkości obrotowej<sup>S)</sup> jest rekomendowana (charakterystyka liniowa)
- Czujka punktu rosy przeciwdziałająca wykropleniu się wody jest **KONIECZNA**, jeżeli stosujemy belki chłodzące

4

## Instalacja i uruchomienie systemu

- Stabilna temperatura w pomieszczeniach<sup>V)</sup> (FEK), wysoki komfort
- Regulacja hydrauliczna tylko na odbiornikach końcowych –  $\Delta p$  na zaworze regulacyjnym jest zbliżona do wartości stałej
- Praca systemu przy częściowym i całkowitym obciążeniu – **DOBRA**
- Pompa o zmiennej prędkości obrotowej oraz wysoka sprawność urządzeń produkujących ciepło / chłód gwarantują oszczędność energii<sup>T)</sup>
- Ograniczenie przepływu na gałęziach zostało rozwiązane poprzez wykonanie odpowiednich nastaw na zaworach regulacyjnych

5

## Inne

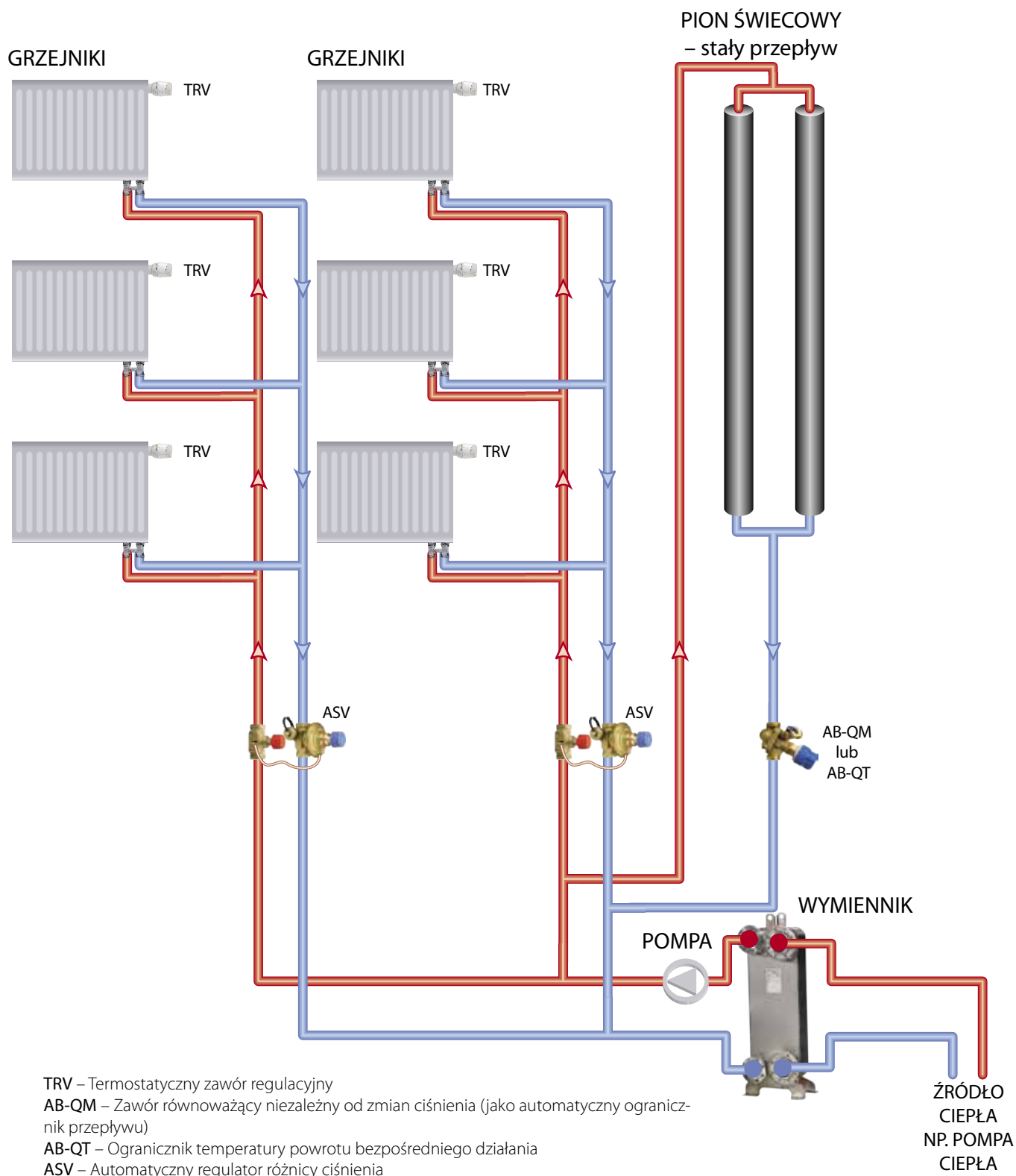
- Ciśnienie zamknięcia na zaworach strefowych powinno być o 50% większe niż ciśnienie nastawione na regulatorze ciśnienia różnicowego
- Lekki nadprzepływ przy systemie częściowo obciążonym (samodzielne regulatory częściowo korygują to zjawisko)
- Zazwyczaj pompa jest przewymiarowana aby osiągnąć właściwe autorytety zaworu regulacyjnego



## 2.1.8

**System ze zmiennym przepływem, typowa aplikacja dla 2-rurowych systemów grzewczych z grzejnikami wyposażonymi w termostaticzne zawory grzejnikowe**

(W tej aplikacji zapewniamy przepływ zmienny w rurociągu dystrybucyjnym oraz utrzymanie stałego ciśnienia różnicowego na każdym z pionów, niezależnie od częściowego obciążenia systemu i od oscylacji (zmian) ciśnienia w systemie.)



\*Zalecana – poprawna pod względem technicznym, wysoka sprawność

1

## Projektowanie / Dobór

- **TRADYCYJNE OBLICZENIA<sup>A)</sup>** są konieczne ze względu na TRV: Kv (nastawa) zaworu
- Obliczenia nastaw dotyczące TRV na pętli kontrolowanej przez regulator  $\Delta p$
- Uprozczone obliczenia hydrauliczne (możliwość podziału systemu na gałęzie z kontrolą  $\Delta p$ )
- Łatwy dobór regulatora różnicy ciśnienia: zalecany spadek ciśnienia równy 10 kPa
- Dobór pompy na parametry przepływu nominalnego

2

## Koszty operacyjne

- **NISKIE** koszty pompowania<sup>F)</sup>
- Straty ciepła i zyski ciepła na rurociągach są małe
- Potrzebna pompa o większej wysokości podnoszenia
- Optymalizacja pracy pompy<sup>J)</sup> jest prosta
- TRV – zazwyczaj gwarantują **DOBRY AUTORYTET<sup>E)</sup>** – posiadają samodzielną regulację, niewielkie oscylacje temperatury w pomieszczeniach<sup>K)</sup>
- **DUŻA** oszczędność energii dzięki stałemu przepływowi w pionach świecowych, poprzez zastosowanie automatycznych ograniczników przepływu lub **MAKSYMALNA** oszczędność energii dzięki automatycznemu dostosowaniu wielkości przepływu do chwilowego zapotrzebowania na ciepło, poprzez zastosowanie automatycznych regulatorów przepływu wyposażonych w moduł siłownika termostatycznego QT

3

## Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne<sup>I)</sup> – **ŚREDNIE** (TRV + ASV na pętlach)
- Trochę kosztowniejsze regulatory różnicy ciśnienia ASV
- Mniejsza ilość zaworów niż w rozwiązaniu z ręcznymi zaworami równoważącymi, niższe koszty instalacji<sup>I)</sup>
- Równoważenie<sup>B)</sup> instalacji przeważnie nie jest potrzebne
- Pompa o zmiennej prędkości obrotowej<sup>S)</sup> jest rozwiązaniem rekomendowanym (charakterystyka liniowa)

4

## Instalacja i uruchomienie systemu

- Regulacja hydrauliczna tylko na grzejnikach. Wartość  $\Delta p$  na TRV jest zbliżona do stałej
- Praca systemu przy pełnym i częściowym obciążeniu – **DOBRA** – bardzo dobry komfort
- Minimalne oscylacje temperatury w pomieszczeniach<sup>K)</sup>
- Pompa ze zmienną prędkością obrotową zapewnia oszczędność energii<sup>T)</sup>

5

## Inne

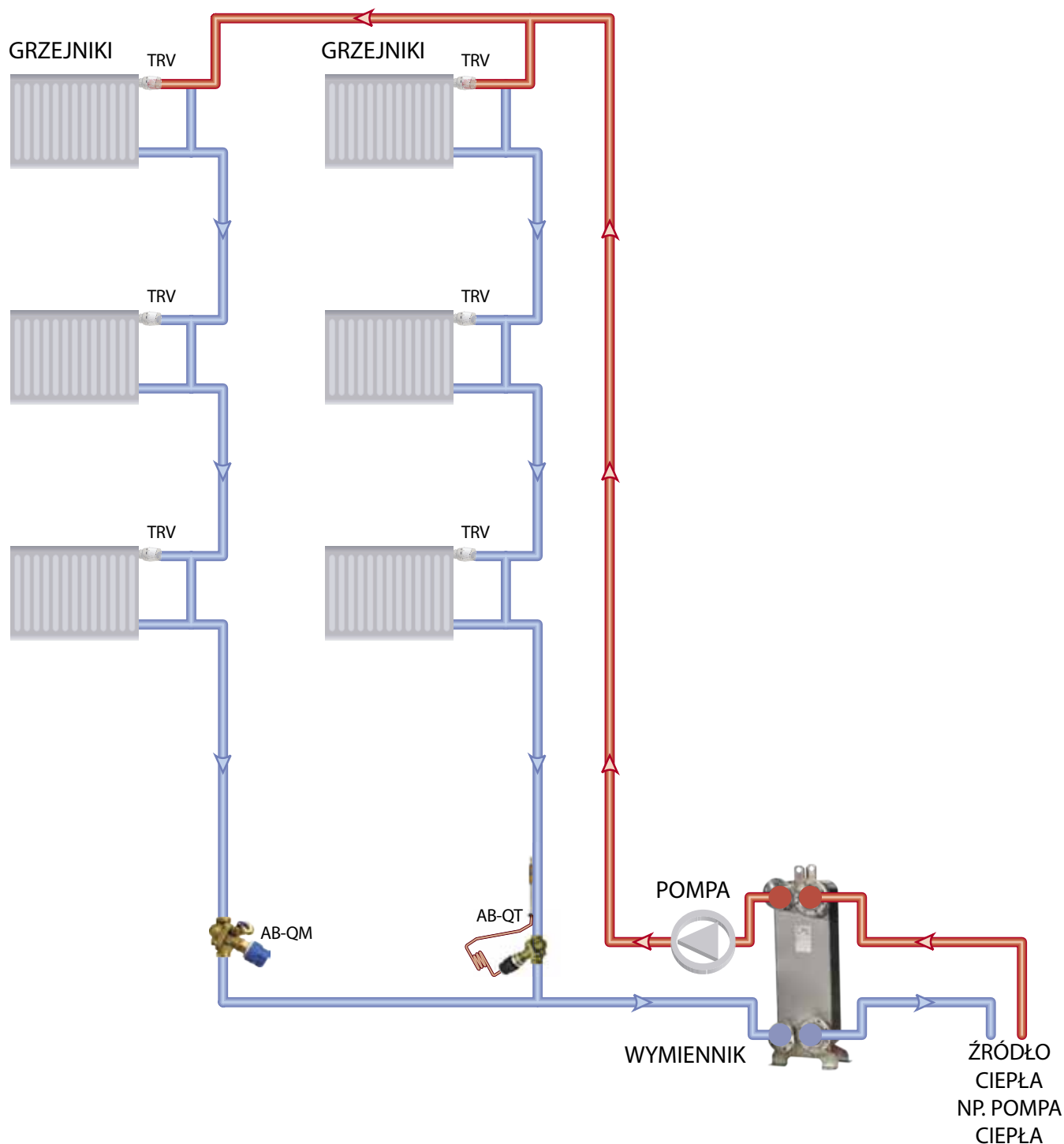
- Ciśnienie zamknięcia na TRV powinno być 50% wyższe niż  $\Delta p$  nastawione na ASV
- Lekki nadprzepływ przy systemie częściowo obciążonym (samodzielne regulatory częściowo korygują to zjawisko)



## 2.1.9

### System grzewczy 1-rurowy z automatycznymi ogranicznikami przepływu lub automatycznymi regulatorami przepływu wyposażonymi w moduł siłownika termostaticznego oraz grzejnikami wyposażonymi w termostaticzne zawory grzejnikowe

(W tej aplikacji zapewniamy stały przepływ w pionach, poprzez zastosowanie automatycznych ograniczników przepływu lub zapewniamy automatyczne dostosowanie wielkości przepływu do chwilowego zapotrzebowania na ciepło poprzez zastosowanie automatycznych regulatorów przepływu wyposażonych w moduł siłownika termostaticznego.)



TRV – Termostaticzny zawór regulacyjny

AB-QT – Ogranicznik temperatury powrotu bezpośredniego działania

AB-QM – Zawór równoważący niezależny od zmian ciśnienia (jako automatyczny ogranicznik przepływu)

\*Zalecana – poprawna pod względem technicznym, wysoka sprawność



1

## Projektowanie / Dobór

- Specjalna metoda obliczeniowa uwzględniająca współczynnik „ $\alpha$ ” (udział grzejnika) oraz wielkość grzejnika. Wartość  $K_v$  (przepustowość) zaworu TRV powinna być wzięta pod uwagę (obliczenia strat ciepła na pionach)
- **UPROSZCZONA METODA OBLICZENIOWA (ODNIESIONA DO ODCHYLEK PRZEPŁYWÓW MIĘDZY PIONAMI)**
- Proste obliczenia nastaw na zworze AB-QM zgodnie z wymaganym maksymalnym zapotrzebowaniem na ciepło danego fragmentu instalacji (dodatkowo w przypadku zastosowania modułu siłownika termostatycznego QT prosty wybór nastawy temperatury)
- Dobór pompy oparty na wartości przepływu nominalnego

2

## Koszty operacyjne

- **WYSOKIE** koszty pompowania<sup>F)</sup>
- Straty ciepła na rurociągach są wysokie ale większość z nich jest oddawana do pomieszczenia (pion)
- Potrzebna jest większa pompa – długi rurociąg i relatywnie duża wartość  $K_v$  na by-passie<sup>J)</sup>
- Optymalizacja pracy pompy jest możliwa (z AB-QM'em wyposażonym w złączki pomiarowe) i VSD<sup>J)</sup>
- **DUŻA** oszczędność energii dzięki stałemu przepływowi w pionach świecowych poprzez zastosowanie automatycznych ograniczników przepływu lub **MAKSYMALNA** oszczędność energii dzięki automatycznemu dostosowaniu wielkości przepływu do chwilowego zapotrzebowania na ciepło, poprzez zastosowanie automatycznych regulatorów przepływu wyposażonych w moduł siłownika termostatycznego

3

## Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne<sup>I)</sup> – **WYSOKIE** (TRV + AB-QM na pionach)
- Mniejsza ilość zaworów niż w rozwiązaniu z ręcznymi zaworami równoważącymi, niższe koszty instalacji<sup>I)</sup>
- Równoważenie<sup>B)</sup> systemu nie jest konieczne (wystarczy tylko wykonanie nastaw na AB-QM lub AB-QT)
- Pompa o zmiennej prędkości obrotowej<sup>S)</sup> nie jest konieczna

4

## Instalacja i uruchomienie systemu

- Regulacja hydrauliczna tylko u podstawy pionu
- Praca systemu przy pełnym i częściowym obciążeniu – **DOBRA**
- Niewielkie oscylacje temperatury w pomieszczeniu<sup>K)</sup> – samodzielna regulacja, chociaż zyski ciepła z rurociągu będą miały wpływ na zakłócanie regulacji

5

## Inne

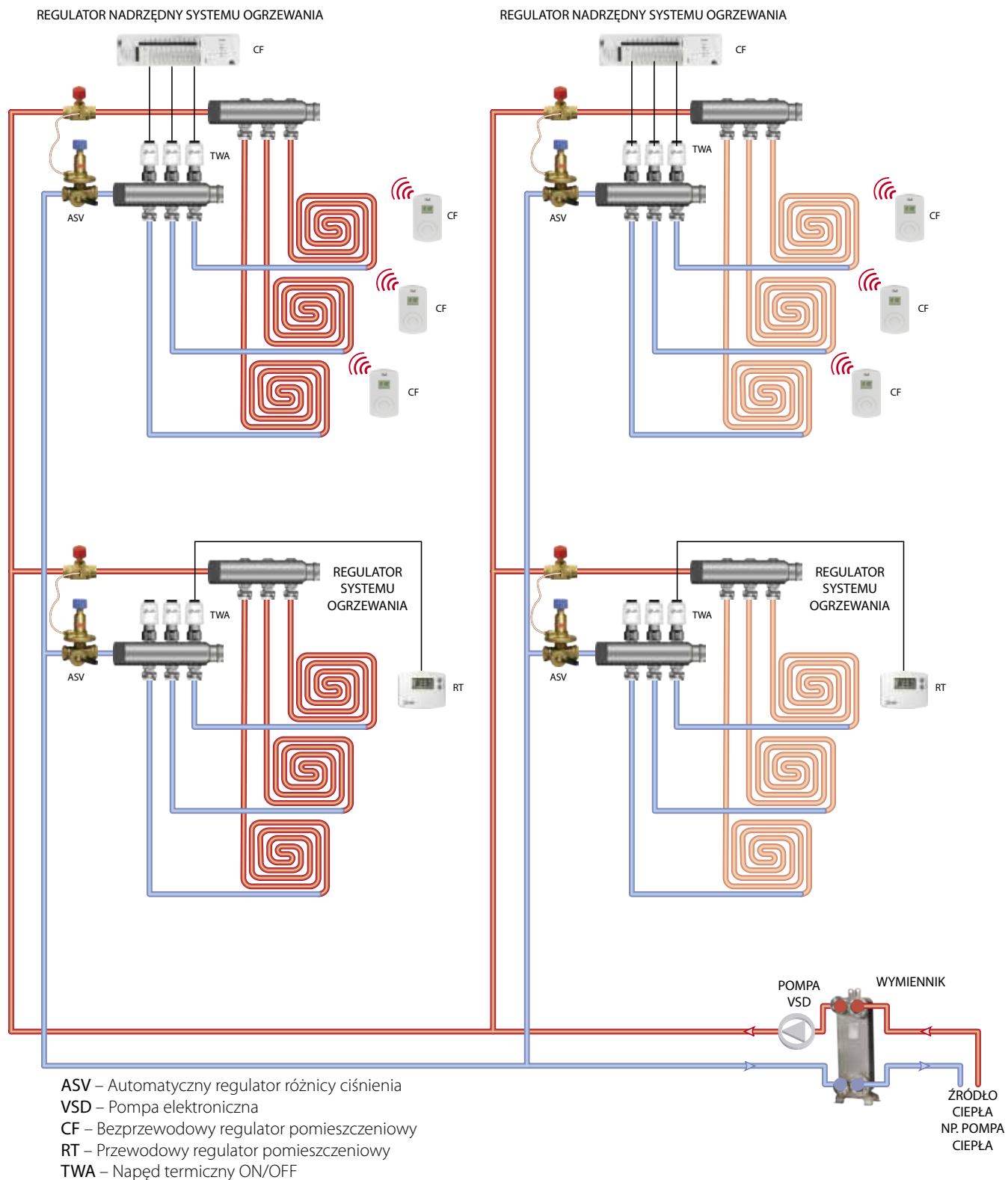
- Ciśnienie zamknięcia TRV jest bardzo niskie – wystarczająca jest wartość 0,6 bar, najlepsze działanie jest zapewnione w przedziale od 0,1 do 0,3 bar
- Niewielki nadprzepływ przy systemie częściowo obciążonym (AB-QM zapewnia stały przepływ<sup>G)</sup> na pionach w przypadku gdy TRV są zamknięte, stosując ogranicznik temperatury powrotu AB-QT zmieniamy jednorurowy system stałoprzepływowy, w zmiennoprzepływowy system pracujący jak system dwururowy)



## 2.1.10

### System ze zmiennym przepływem, typowa aplikacja dla instalacji grzewczych płaszczyznowych (podłogowych lub ściennych) wyposażonych w rozdzielacze i indywidualne regulatory pomieszczeniowe

(W tej aplikacji zapewniamy przepływ zmienny w rurociągu dystrybucyjnym oraz stałe ciśnienie różnicowe na każdym z rozdzielaczy, niezależnie od częściowego obciążenia systemu i od oscylacji (zmian) ciśnienia w systemie.)



\*Zalecana – poprawna pod względem technicznym, wysoka sprawność

## 1

## Projektowanie / Dobór

- **TRADYCYJNE OBLICZENIA<sup>A)</sup>** są konieczne dla zaworu nastawczego we wszystkich pętlach: Kv, obliczenia spadku ciśnienia
- Obliczenia nastaw dotyczące zaworu regulacyjnego wewnątrz pętli z kontrolowaną wartością  $\Delta p$
- Uprozczone obliczenia hydrauliczne (możliwość podziału systemu na piony regulowane przez automatyczne regulatory różnicy ciśnienia)
- Łatwy dobór automatycznych regulatorów różnicy ciśnienia: zalecany spadek ciśnienia równy 10 kPa
- Dobór pompy oparty na wartości przepływu nominalnego

## 2

## Koszty operacyjne

- **NISKIE** koszty pompowania<sup>F)</sup>
- Straty ciepła na rurociągu są małe
- Konieczny jest dobór pompy o wysokiej wartości wysokości podnoszenia – straty ciśnienia na automatycznych regulatorach różnicy ciśnienia
- Optymalizacja pracy pompy<sup>J)</sup> jest łatwa
- Typowa regulacja ON/OFF z dużą bezwładnością charakterystyczną dla ogrzewania podłogowego

## 3

## Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne<sup>I)</sup> – **ŚREDNIE** (regulacyjny zawór strefowy + ASV na wejściu do każdego rozdzielacza)
- Mniejsza ilość zaworów niż w rozwiązaniu z ręcznymi zaworami równoważącymi, niższe koszty instalacji<sup>I)</sup>
- Równoważenie<sup>B)</sup> systemu nie jest konieczne
- Pompa o zmiennej prędkości obrotowej<sup>S)</sup> jest rozwiązaniem rekomendowanym (regulowana – stała wartość ciśnienia dyspozycyjnego)

## 4

## Instalacja i uruchomienie systemu

- Regulacja hydrauliczna tylko na rozdzielaczu. Wartość  $\Delta p$  zbliżona do wartości stałej
- Praca systemu przy częściowym i całkowitym obciążeniu – **DOBRA** – niższa temperatura w pomieszczeniach
- Pompa ze zmienną prędkością obrotową zapewnia oszczędność energii<sup>T)</sup>

## 5

## Inne

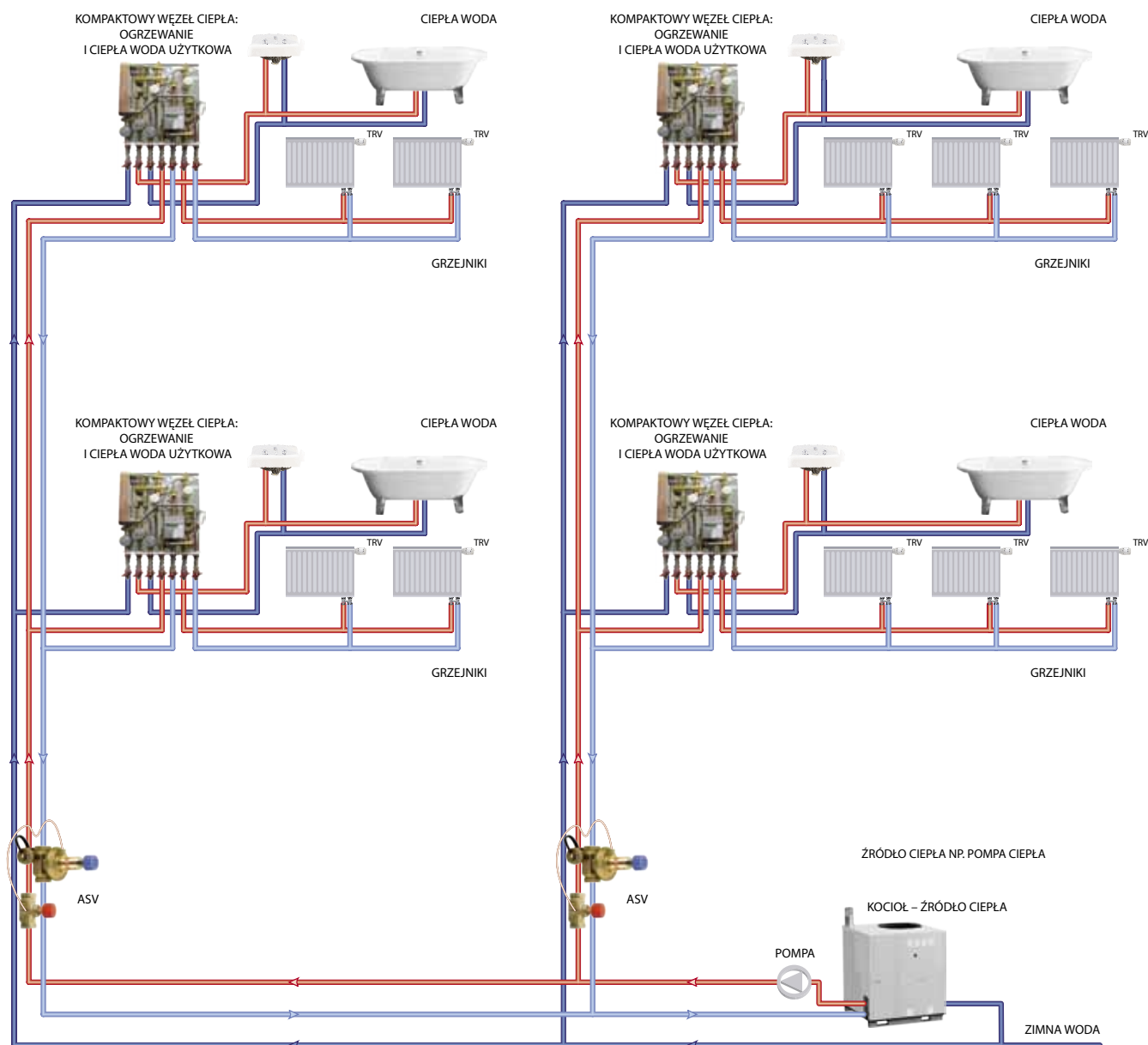
- Ciśnienie zamknięcia na zaworze strefowym powinno być 50% wyższe niż wartość  $\Delta p$  na ASV
- Niewielki nadprzepływ podczas pracy systemu częściowo obciążonego (stała wartość ciśnienia różnicowego każdej pętli)



## 2.1.11

### System ze zmiennym przepływem, typowa aplikacja dla instalacji z kompaktowymi węzłami mieszkaniowymi

(W tej aplikacji zapewniamy przepływ zmienny w obiegu pierwotnym (dystrybucja) oraz ograniczenie przepływu w poszczególnych częściach budynku z jednoczesnym uwzględnieniem równoczesności poborów.)



ASV – Automatyczny regulator różnicy ciśnienia  
TRV – Termostatyczny zawór regulacyjny

\*Zalecana – poprawna pod względem technicznym, wysoka sprawność

## 1

## Projektowanie / Dobór

- Wartość żądana  $\Delta p$  na węźle mieszkaniowym jest podana
- Węzeł mieszkaniowy jest wyposażony w automatyczny regulator różnicy ciśnienia na obiegu grzewczym (jest zabezpieczony przed wzrostem ciśnienia)
- **SPECJALNE OBLICZENIA SĄ WYMAGANE DLA RUROCIĄGÓW:** wymiar rurociągów zależy od współczynnika jednoczesnego rozbioru
- Obliczenia nastaw muszą uwzględniać grzejniki po stronie wtórnej instalacji wewnątrz pętli z automatycznymi regulatorami różnicy ciśnienia
- Obliczenia hydrauliczne dotyczące automatycznych regulatorów różnicy ciśnienia: nastawa  $\Delta p$  (węzeł mieszkaniowy i rurociąg) + ograniczenie przepływu (zależnie od jednoczesności)
- Prosty dobór automatycznego regulatora różnicy ciśnienia: zalecany spadek ciśnienia na zaworze równy 10 kPa
- Dobór pompy zgodnie ze spadkami ciśnienia w powiązaniu ze współczynnikiem jednoczesności 10kPa
- Obliczenia hydrauliczne nastawy ciśnienia na regulatorze ASV powinny zostać przeprowadzone dla warunków pracy instalacji budynku w lecie oraz zimą. Na regulatorze ASV powinna zostać nastawiona najwyższa wartość

## 2

## Koszty operacyjne

- **ŚREDNIE** koszty pompowania<sup>F)</sup> (system z przepływem zmiennym, ale potrzebujemy pompy z dość dużą wysokością podnoszenia)
- Straty ciepła na rurociągu dystrybucyjnym są bardzo małe (3 rurociągi zamiast 5)
- Potrzebna jest pompa o dużej wysokości podnoszenia – duże  $\Delta p$  wymagane na węźle mieszkaniowym oraz duże spadki ciśnienia na automatycznym regulatorze różnicy ciśnienia

## 3

## Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne<sup>I)</sup> – **DUŻE**
- Mniejsza ilość rurociągów i dodatkowego wyposażenia – brak systemu cwu, przygotowanie cwu w węźle mieszkaniowym
- Równoważenie jest konieczne (nastawa  $\Delta p$  na automatycznym regulatorze różnicy ciśnienia)
- Pompa ze zmienną prędkością obrotową<sup>S)</sup> jest zalecana (regulowana – stała wartość ciśnienia dyspozycyjnego)

## 4

## Instalacja i uruchomienie systemu

- Regulacja hydrauliczna wewnątrz węzła mieszkaniowego i u podstawy pionu
- Praca systemu przy całkowitym i częściowym obciążeniu – **BARDZO DOBRA**
- **WYSOKI KOMFORT** (indywidualny pomiar ciepła, proste rozwiązanie, natychmiastowe przygotowanie ciepłej wody użytkowej<sup>M)</sup>, ogrzewanie sterowane wartością  $\Delta p$ , samodzielna regulacja temperatury w pomieszczeniu za pomocą TRV, możliwość regulacji czasowej)
- Rozwiązanie energooszczędne, niskie straty ciepła w systemie
- Pompa ze zmienną prędkością obrotową zapewnia oszczędność energii<sup>T)</sup>

## 5

## Inne

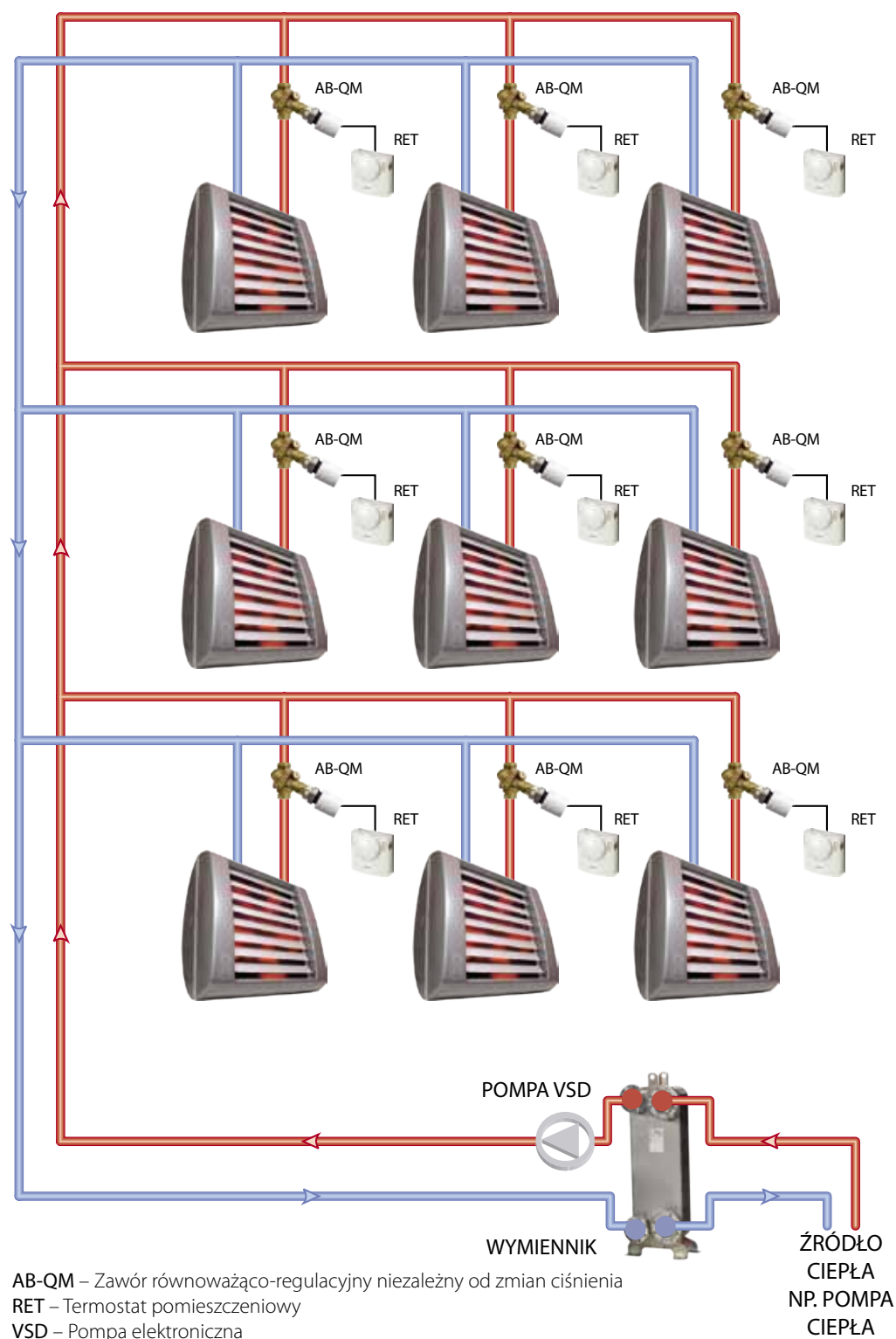
- Regulacja temperatury ciepłej wody użytkowej niezależna od ciśnienia
- Niewielki nadprzepływ podczas pracy systemu przy częściowym obciążeniu (szybka reakcja regulatora temperatury kompaktowego węzła mieszkaniowego przy przygotowaniu ciepłej wody użytkowej)
- By-pass wbudowany w stacji mieszkaniowej utrzymuje wysoką temperaturę na wymienniku ciepła



## 2.1.12

### System ze zmiennym przepływem, typowa aplikacja w instalacjach z aparatami grzewczo-wentylacyjnymi, kurtynami ciepłego powietrza itp.

(W tej aplikacji zapewniamy przepływ zmienny w rurociągu dystrybucyjnym, natomiast wartość przepływu jest utrzymywana (lub regulowana) na wejściu do odbiornika niezależnie od oscylacji (zmian) ciśnienia w systemie. Dzięki temu eliminujemy zjawisko nadprzepływu podczas całego czasu pracy systemu.)



\*Zalecana – poprawna pod względem technicznym, wysoka sprawność

1

## Projektowanie / Dobór

- **PROSTA METODA OBLICZENIOWA I DOBÓR**: nie musimy znać wartości Kv, nie są konieczne obliczenia autorytetu, dobór jedynie na podstawie znajomości wymaganego przepływu
- **AUTORYTET ZBLIŻONY DO 1** – dokładność regulacji nie jest zależna od zmian ciśnienia w systemie
- Proste obliczenia nastaw zgodnie z wymaganym zapotrzebowaniem na ciepło / chłód
- Wysokość podnoszenia pompy obliczona na podstawie minimalnego  $\Delta p$  na zaworze i spadku ciśnienia w systemie przy przepływie nominalnym

2

## Koszty operacyjne

- **NISKIE** koszty pompowania<sup>F)</sup> (nie występuje zjawisko nadprzepływu)
- Straty ciepła i zyski ciepła na rurociągach są minimalne
- **NIŻSZA** wartość wysokości podnoszenia pompy
- Zalecana optymalizacja pracy pompy<sup>J)</sup> (wysokość podnoszenia)
- Zawór regulacyjny – **AUTORYTET ZBLIŻONY DO 1** i najlepsza sprawność systemu – minimalne odchyłki założonej temperatury w pomieszczeniach (oscylacja)<sup>K)</sup>
- Ponowne równoważenie systemu (np. po zmianie ilości urządzeń)<sup>C)</sup> nie jest wymagane

3

## Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne<sup>I)</sup> – **NISKIE** (tylko 2-drogowe zawory AB-QM)
- Żadne dodatkowe elementy hydrauliczne nie są wymagane
- Najmniejsza możliwa ilość zaworów w systemie (niskie koszty instalacji<sup>I)</sup>)
- Równoważenie<sup>B)</sup> systemu nie jest wymagane
- Pompa elektroniczna<sup>S)</sup> jest zalecana (charakterystyka proporcjonalna)

4

## Instalacja i uruchomienie systemu

- Regulacja hydrauliczna tylko na odbiorniku – **AUTORYTET ZBLIŻONY DO 1**
- Zrównoważenie systemu przy pełnym i częściowym obciążeniu – **DOSKONAŁE**
- Równoważenie (uruchomienie) systemu nie jest potrzebne
- Zastosowanie pompy elektronicznej gwarantuje wysoką oszczędność energii<sup>T)</sup>

5

## Inne

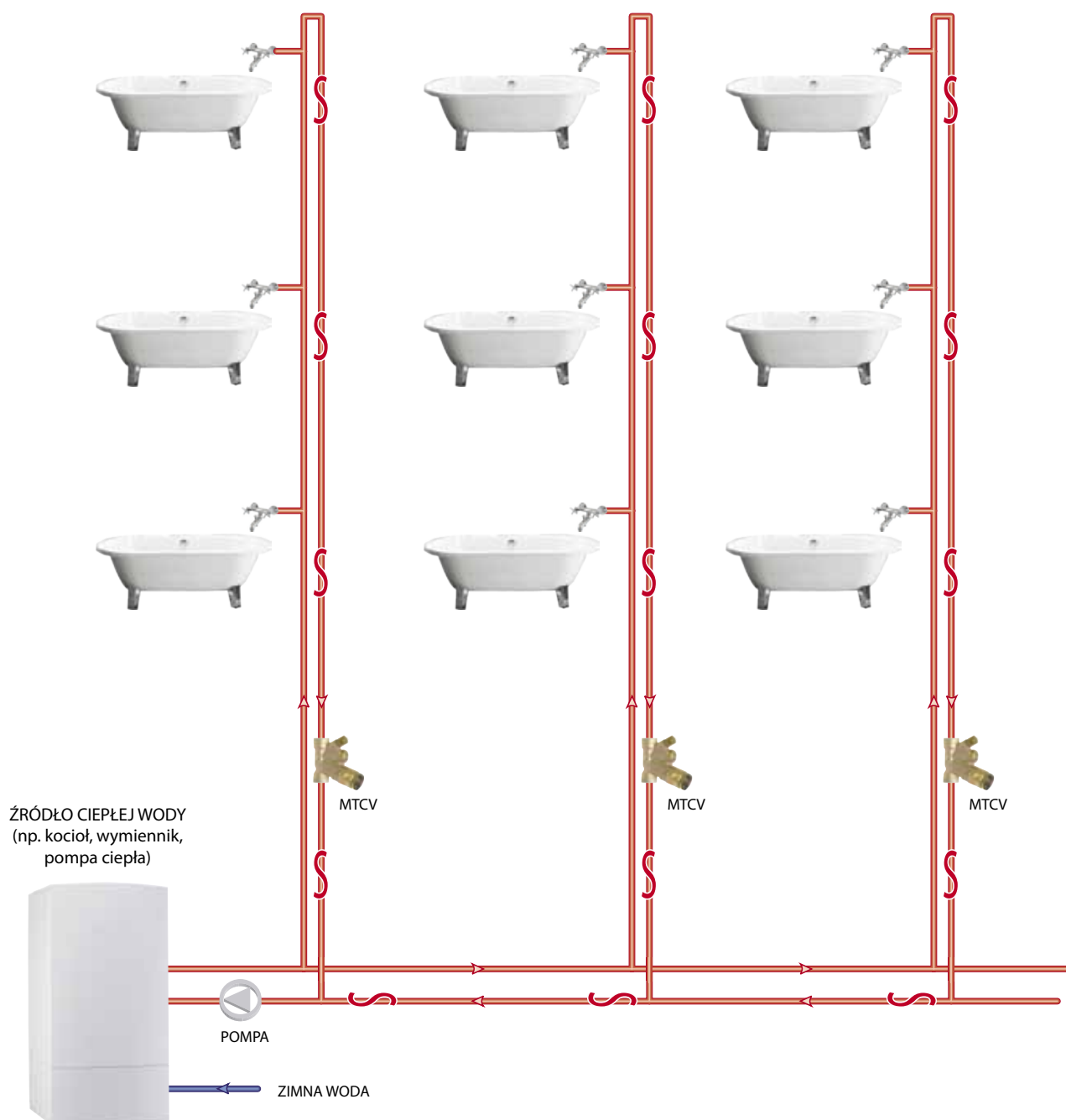
- AB-QM pracuje poprawnie nawet przy ciśnieniu 6 bar
- Nie występuje zjawisko nadprzepływu<sup>L)</sup>
- Łatwa optymalizacja pracy pompy
- Minimalne całkowite zapotrzebowanie na energię
- **MAKSYMALNA OSZCZĘDNOŚĆ ENERGII**



## 2.1.13

### System ze zmiennym przepływem z automatycznym równoważeniem dynamicznym w instalacjach ciepłej wody użytkowej – cyrkulacja

(W tej aplikacji zapewniamy zmienny przepływ w rurociągu cyrkulacyjnym instalacji ciepłej wody użytkowej oraz stałą temperaturę wody w każdym punkcie poboru niezależnie od odległości od zasobnika i chwilowego zużycia ciepłej wody. Dzięki temu redukujemy ilość wody cyrkulacyjnej podczas całego czasu pracy systemu. System ten może być rozbudowany o funkcję dezynfekcji (przegrzewu) za pomocą dodatkowych akcesoriów.)



MTCV –Wielofunkcyjny termostatyczny zawór cyrkulacyjny



1

## Projektowanie / Dobór

- **UPROSZCZONY DOBÓR** samodzielnych zaworów regulacyjnych: Kv i autorytet zaworu
- **UPROSZCZONE OBLICZENIA** hydrauliczne – wymagane tylko dla rurociągów
- Obliczenia nastaw nie są wymagane
- Dobór pompy na podstawie przepływu nominalnego

2

## Koszty operacyjne

- **NISKIE** koszty pompowania<sup>F)</sup>
- Straty ciepła na rurociągu cyrkulacyjnym są minimalne
- Optymalizacja pracy pompy<sup>J)</sup> jest łatwa
- Samodzielne zawory regulacyjne (regulacja proporcjonalna) – zapewnienie stałej temperatury w każdym punkcie odbioru<sup>Z)</sup>
- **PONOWNE RÓWNOWAŻENIE**<sup>C)</sup> systemu nie jest konieczne
- Wysoka sprawność urządzenia produkującego ciepło dzięki dużej wartości  $\Delta T$  w systemie

3

## Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne<sup>I)</sup> – **ŚREDNIE**: MTCV są bardziej kosztowne niż ręczne zawory równoważące (krótszy czas zwrotu nakładów)
- **NISKIE** koszty instalacji<sup>I)</sup> – zawory typu partner nie są konieczne<sup>N)</sup>
- Równoważenie systemu nie jest wymagane<sup>B)</sup>
- Rekomendowana jest pompa o zmiennej prędkości obrotowej<sup>S)</sup> (pompa ze stałą wartością ciśnienia dyspozycyjnego)

4

## Instalacja i uruchomienie systemu

- Stabilna temperatura cyrkulacji, wysoki komfort
- Praca systemu przy pełnym i częściowym obciążeniu – **BARDZO DOBRA**
- Pompa o zmiennej prędkości obrotowej oraz urządzenie do produkcji ciepła o wysokiej sprawności gwarantuje oszczędność energii<sup>T)</sup>

5

## Inne

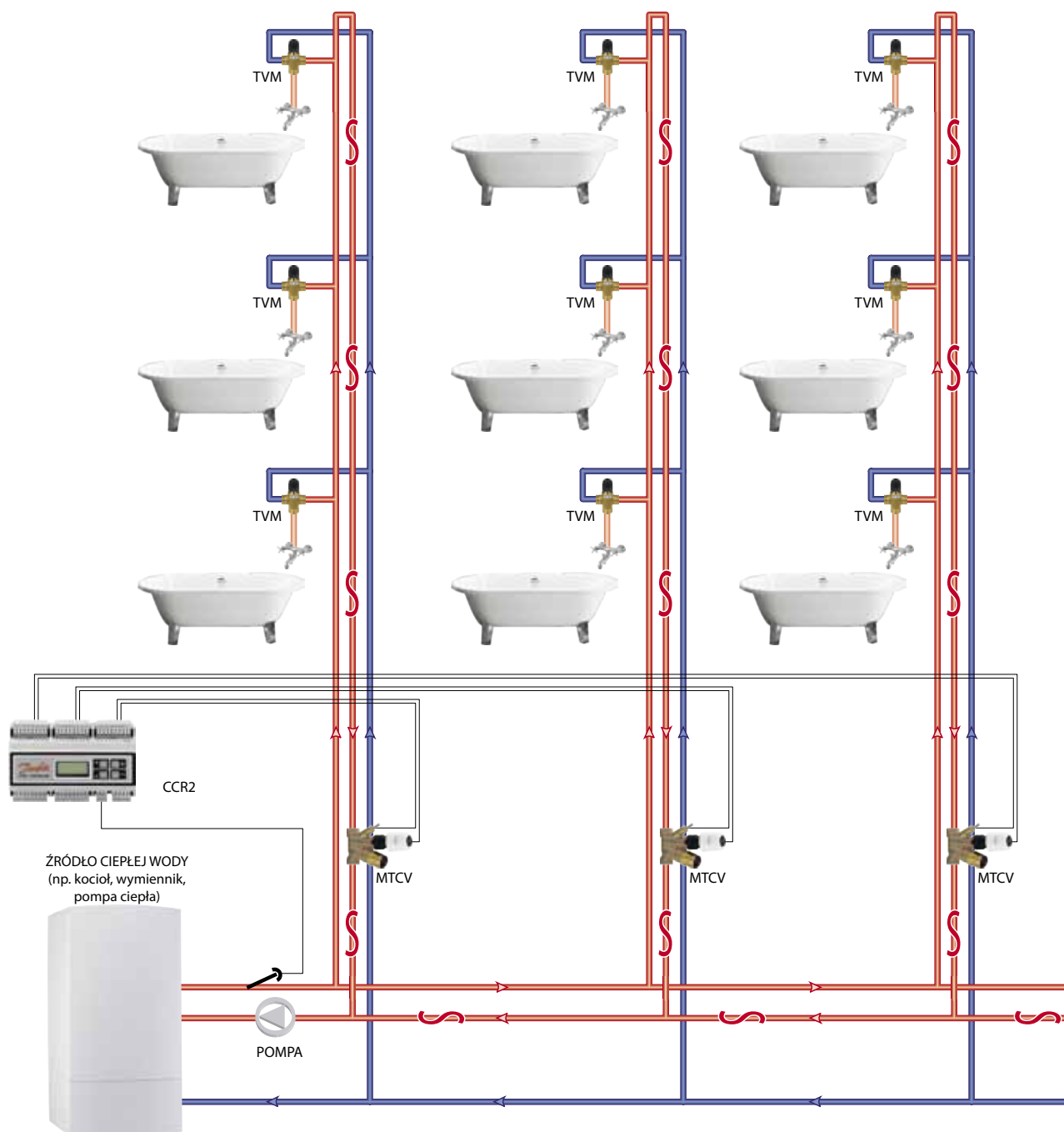
- Nie występuje zjawisko nadprzepływu, przepływ w rurociągu cyrkulacyjnym jest zgodny z zapotrzebowaniem chwilowym (w przypadku, gdy temperatura jest zbyt wysoka zawór MTCV ogranicza cyrkulację)
- Właściwy podział kosztów jest możliwy dzięki podobnym w czasie przyrostom temperatury wpływu na każdym z odbiorników (w przypadku wykorzystania zaworów TVM)
- Z dodatkowym wyposażeniem możliwe jest zrealizowanie przegrzewu (dezynfekcji termicznej) instalacji



## 2.1.14

### System ze zmiennym przepływem z automatycznym równoważeniem dynamicznym w instalacjach ciepłej wody użytkowej – cyrkulacja

(W tej aplikacji zapewniamy zmienny przepływ w rurociągu cyrkulacyjnym instalacji ciepłej wody użytkowej oraz stałą temperaturę wody w każdym punkcie poboru niezależnie od odległości od zasobnika i chwilowego zużycia ciepłej wody. Dzięki temu redukujemy ilość wody cyrkulacyjnej podczas całego czasu pracy systemu. System ten może być rozbudowany o funkcję dezynfekcji (przegrzewu) za pomocą dodatkowych akcesoriów.)



MTCV – Wielofunkcyjny termostacyjny zawór cyrkulacyjny

TVM – Termostacyjny zawór mieszający

CCR2 – Rejestrator temperatury z funkcją nadzoru procesu dezynfekcji instalacji ciepłej wody użytkowej

\*Zalecana – poprawna pod względem technicznym, wysoka sprawność

1

## Projektowanie / Dobór

- **UPROSZCZONY DOBÓR** samodzielnych zaworów regulacyjnych: Kv i autorytet zaworu
- **UPROSZCZONE OBLICZENIA** hydrauliczne – wymagane tylko dla rurociągów
- Obliczenia nastaw nie są wymagane
- Dobór pompy na podstawie przepływu nominalnego

2

## Koszty operacyjne

- **NISKIE** koszty pompowania<sup>F)</sup>
- Straty ciepła na rurociągu cyrkulacyjnym są minimalne
- Optymalizacja pracy pompy<sup>J)</sup> jest łatwa
- Samodzielne zawory regulacyjne (regulacja proporcjonalna) – zapewnienie stałej temperatury w każdym punkcie odbioru<sup>Z)</sup>
- **PONOWNE RÓWNOWAŻENIE**<sup>C)</sup> systemu nie jest konieczne
- Wysoka sprawność urządzenia produkującego ciepło dzięki dużej wartości  $\Delta T$  w systemie

3

## Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne<sup>I)</sup> – **WYSOKIE**: konieczne urządzenia sterujące (kosztowne zawory MTCV z napędami oraz sterownik CCR2, ponadto (jako opcja) termostatyczne zawory mieszające)
- **NISKIE** koszty instalacji<sup>I)</sup> – zawory typu partner nie są konieczne<sup>N)</sup>
- Równoważenie systemu nie jest wymagane<sup>B)</sup>
- Rekomendowana jest pompa o zmiennej prędkości obrotowej<sup>S)</sup> (pompa ze stałą wartością ciśnienia dyspozycyjnego)

4

## Instalacja i uruchomienie systemu

- Stabilna temperatura cyrkulacji, wysoki komfort
- Praca systemu przy pełnym i częściowym obciążeniu – **BARDZO DOBRA**
- Pompa o zmiennej prędkości obrotowej oraz urządzenie do produkcji ciepła o wysokiej sprawności gwarantuje oszczędność energii<sup>T)</sup>

5

## Inne

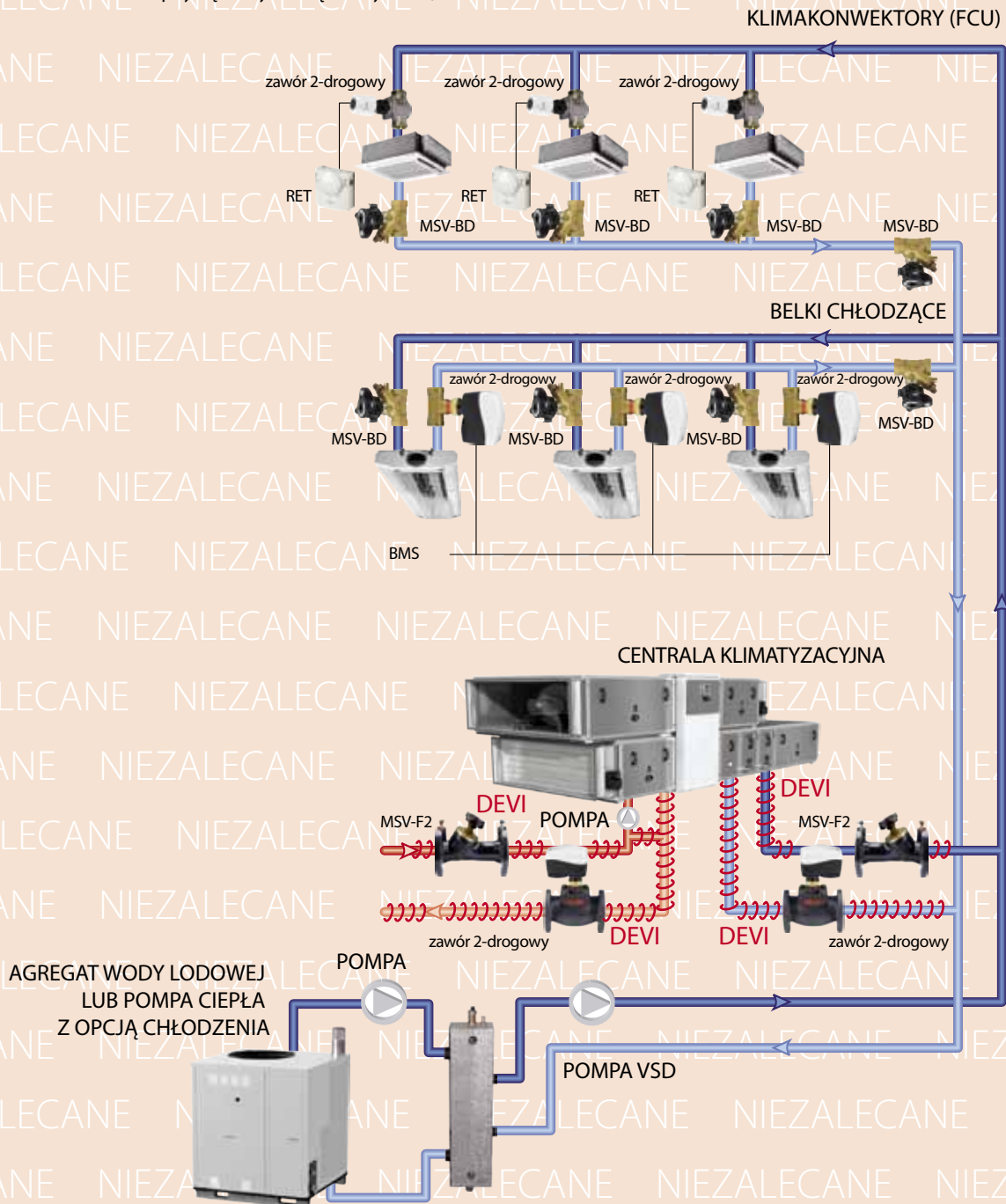
- Nie występuje zjawisko nadprzepływu, przepływ w rurociągu cyrkulacyjnym jest zgodny z zapotrzebowaniem chwilowym (w przypadku, gdy temperatura jest zbyt wysoka zawór MTCV ogranicza cyrkulację)
- Właściwy podział kosztów dzięki podobnej temperaturze wypływu na każdym z odbiorników (w przypadku wykorzystania zaworów TVM)
- Dezynfekcja termiczna<sup>Q)</sup> systemu jest doskonała – zaprogramowana i zoptymalizowana
- Rejestracja temperatury realizowana za pomocą sterownika CCR2



## 2.2.1

### System ze zmiennym przepływem, typowa aplikacja dla systemów grzewczych z grzejnikami, systemów grzewczo-chłodzących z klimakonwektorami (FCU) i systemów z centralami klimatyzacyjnymi

(W tej aplikacji zapewniamy przepływ zmienny w rurociągu dystrybucyjnym, ale nie jesteśmy w stanie zapewnić stałego ciśnienia różnicowego na każdym z odbiorników. Ciśnienie dyspozycyjne w systemie oscyluje i jest powodem złej regulacji temperatur, powoduje nadprzepływ i problemy z hałasem przy częściowym obciążeniu systemu.)



- MSV – Ręczny zawór równoważący
- RET – Termostat pomieszczeniowy
- BMS – System zarządzania budynkiem
- VSD – Pompa elektroniczna
- DEVI – Kabel grzewczy

\*Niezalecana – błędna pod względem technicznym, problemy z użytkowaniem, niska sprawność

1

## Projektowanie / Dobór

- **TRADYCYJNE OBLICZENIA<sup>A)</sup>** są wymagane dla TRV i zaworów 2-drogowych: Kv i autorytet zaworu
- Wymagane kompleksowe obliczenia hydrauliczne
- Konieczne obliczenia nastaw dla odbiorników i zaworów typu partner<sup>N)</sup>
- Dobór pompy na podstawie przepływu nominalnego

2

## Koszty operacyjne

- **WYSOKIE** koszty pompowania<sup>F)</sup> (występuje zjawisko nadprzepływu i podprzepływu)
- Straty ciepła i zyski ciepła na rurociągu są na średnim poziomie
- Konieczność użycia pompy o większej wysokości podnoszenia – większe straty ciśnienia na zaworze regulacyjnym (aby uzyskać dobry autorytet) oraz dodatkowe straty ciśnienia na zaworze typu partner (konieczne do pomiarów)
- Optymalizacja pracy pompy<sup>J)</sup> jest niemożliwa bez użycia zaworów typu partner (MSV) oraz zastosowania kompensacyjnej metody równoważenia<sup>D)</sup>
- Dobry autorytet oraz wysoka sprawność systemu nie mogą być uzyskane<sup>K)</sup>
- Ponowne równoważenie należy wykonywać regularnie<sup>C)</sup>
- Wysokie oscylacje temperatury w pomieszczeniach

3

## Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne<sup>I)</sup> – **ŚREDNIE** („tani” regulacyjny zawór 2-drogowy + MSV dla równoważenia)
- Więcej zaworów – wyższe koszty instalacji<sup>I)</sup> (zwłaszcza dodatkowe kołnierze dla zaworów o dużych średnicach)
- Równoważenie systemu jest konieczne<sup>B)</sup>
- Rekomendowana jest pompa o zmiennej prędkości obrotowej<sup>S)</sup> (pompa ze stałą wartością ciśnienia dyspozycyjnego)

4

## Instalacja i uruchomienie systemu

- Regulacja hydrauliczna całego systemu (odbiorniki i zawory typu partner<sup>N)</sup>)
- Poprawna praca systemu tylko przy całkowitym obciążeniu
- Wykonanie równoważenia systemu jest bardzo ważne, ale jest wykonalne tylko przy całkowitym obciążeniu systemu
- W przypadku TRV wartość  $X_p$  jest zbyt wysoka przy częściowym obciążeniu, co skutkuje złą regulacją temperatury w pomieszczeniach

5

## Inne

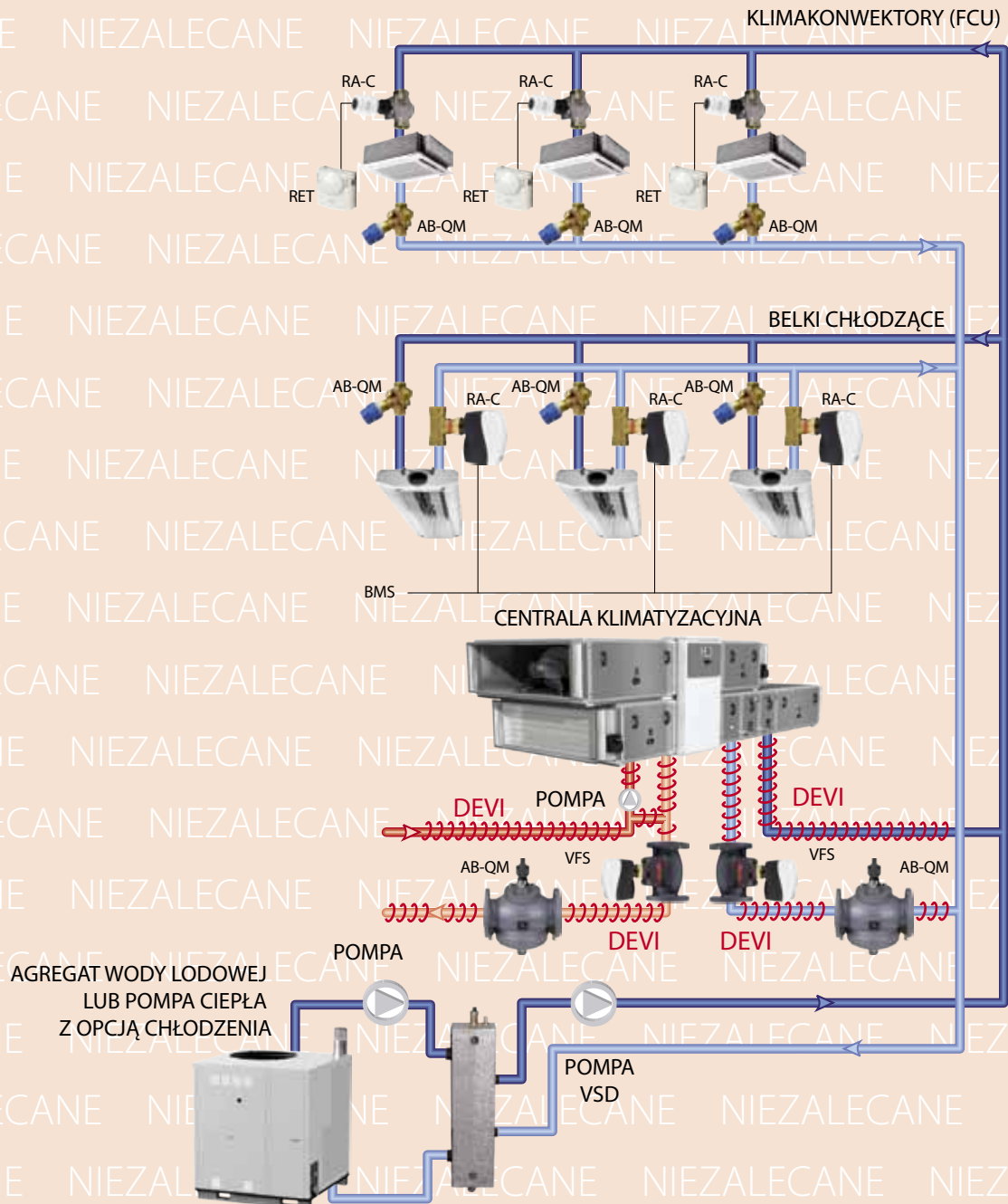
- Ciśnienie zamknięcia zaworów strefowych powinno być porównywalne do wysokości podnoszenia pompy przy przepływie nominalnym
- Wyraźny nadprzepływ przy częściowym obciążeniu systemu (ręczne zawory równoważące na pętłach)
- Zazwyczaj pompa jest przewymiarowana i przeciążona aby osiągnąć normalną wartość autorytetu na zaworze 2-drogowym



## 2.2.2

### System ze zmiennym przepływem, aplikacja często używana dla systemów grzewczych z grzejnikami, systemów grzewczo-chłodzących z klimakonwektorami (FCU) i systemów z centralami klimatyzacyjnymi – wersja z ogranicznikami przepływu i 2-drogowymi zaworami regulacyjnymi

(W tej aplikacji zapewniamy przepływ zmienny w rurociągu dystrybucyjnym, ale nie jesteśmy w stanie zapewnić stałego ciśnienia różnicowego na każdym z odbiorników oraz na zaworach regulacyjnych. Przepływ jest ograniczany przez zawory AB-QM, ale w przypadku użycia regulacji 3-punktowej lub modulowanej, zawór ten zakłóca pracę zaworu 2-drogowego – oba zawory działają w sposób odwrotny – jeżeli jeden się otwiera drugi się zamyka.)



- VFS – Zawór regulacyjny z napędem
- AB-QM – Zawór równoważący niezależny od zmian ciśnienia (jako automatyczny ogranicznik przepływu)
- RET – Termostat pomieszczeniowy
- VSD – Pompa elektroniczna
- BMS – System zarządzania budynkiem
- DEVI – Kabel grzejny
- RA-C – Zawór strefowy

\*Niezalecana – błędna pod względem technicznym, problemy z użytkowaniem, niska sprawność

1

## Projektowanie / Dobór

- **TRADYCYJNE OBLICZENIA<sup>A)</sup>** są konieczne dla zaworów 2-drogowych: Kv i autorytet zaworu
- Uprozczone obliczenia hydrauliczne dla automatycznego ogranicznika przepływu (tylko nastawa żądanego przepływu)
- Dobór pompy na podstawie przepływu nominalnego

2

## Koszty operacyjne

- **NISKIE** koszty pompowania – przepływ maksymalny jest limitowany na odbiorniku końcowym
- Straty ciepła i zyski ciepła na rurociągu są niskie
- Konieczność użycia pompy o większej wysokości podnoszenia – większe starty ciśnienia na zaworze regulacyjnym (aby uzyskać dobry autorytet) oraz dodatkowe straty ciśnienia na zaworze AB-QM
- Optymalizacja pracy pompy<sup>B)</sup> jest możliwa, jeżeli zawór AB-QM jest wyposażony w króćce pomiarowe
- W przypadku regulacji 3-punktowej lub modulowanej (0-10V), zawory 2-drogowe i AB-QM działają przeciwko sobie, regulacja przepływu jest utrudniona. Zawór 2-drogowy pracuje bardzo często, co jest powodem skróconego czasu „życia”

3

## Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne<sup>C)</sup> – **BARDZO WYSOKIE** (2 zawory na każdy odbiornik)
- „Kosztowne” zawory AB-QM przy każdym odbiorniku
- Dwa razy więcej zaworów – wyższe koszty instalacji<sup>D)</sup>
- Zalecana jest optymalizacja pracy pompy
- Rekomendowana jest pompa o zmiennej prędkości obrotowej<sup>E)</sup> (pompa ze stałą wartością ciśnienia dyspozycyjnego)

4

## Instalacja i uruchomienie systemu

- Wymagana regulacja hydrauliczna całego systemu (odbiorniki i zawory typu partner<sup>N)</sup>)
- Praca systemu przy całkowitym obciążeniu systemu jest dobra, ale tylko w przypadku regulacji ON/OFF
- W przypadku regulacji 3-punktowej lub modulowanej (0-10V) zrównoważenie systemu jest **NIEAKCEPTOWALNE** (częściowe obciążenie)
- Ważne są nastawy na zaworach AB-QM

5

## Inne

- Ciśnienie zamknięcia zaworów strefowych powinno być porównywalne z wysokością podnoszenia pompy przy przepływie nominalnym
- W przypadku zastosowania regulacji 3-punktowej lub modulowanej (0-10V) przy częściowym obciążeniu systemu występuje zjawisko **NADPRZEPŁYWU**, termostat pomieszczeniowy kompensuje to na bieżąco. **SYSTEM ŁATWO WPADA W OSCYLACJE**
- Zazwyczaj przewymiarowana pompa



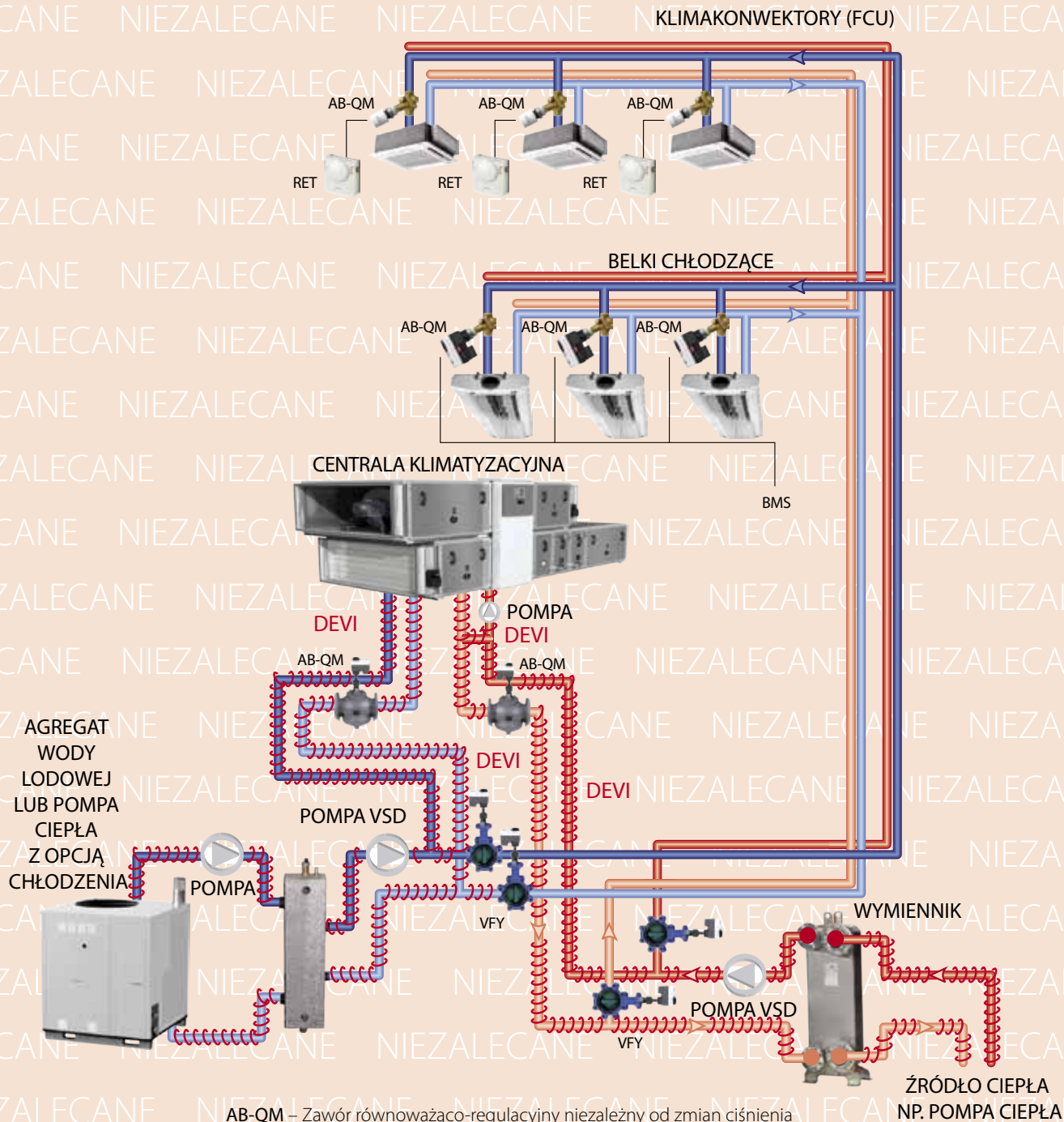
**NIEZALECANA\***

Aplikacja

## 2.2.3

### System ze zmiennym przepływem, typowa aplikacja dla systemów grzewczo-chłodzących z klimakonwektorami (FCU) i przy innych rodzajach odbiorników (np. belki sufitowe grzewczo-chłodzące)

(W tej aplikacji nie jest możliwe jednoczesne grzanie i chłodzenie w tym samym czasie. W maszynowni mamy przełącznik pozwalający na otwarcie lub zamknięcie zaworów strefowych w zależności od zapotrzebowania na ciepło lub chłód w budynku. W tej aplikacji zapewniamy przepływ zmienny w rurociągu dystrybucyjnym oraz ograniczenie przepływu dla dużego zapotrzebowania (typowe dla chłodzenia) lub regulację dla obu sezonów grzanie/chłodzenie na wejściu do każdego odbiornika niezależnie od oscylacji (zmian) ciśnienia w systemie.)



- AB-QM – Zawór równoważąco-regulacyjny niezależny od zmian ciśnienia
- RET – Termostat pomieszczeniowy
- BMS – System zarządzania budynkiem
- VSD – Pompa elektroniczna
- VFI – Zawór strefowy
- DEVI – Kabel grzejny

\*Niezalecana – błędna pod względem technicznym, problemy z użytkowaniem, niska sprawność



## 1

## Projektowanie / Dobór

- **UPROSZCZONA METODA OBLICZEŃ:** nie jest potrzebne Kv, autorytet i obliczenia nastaw
- Proste obliczenia przepływu zgodnie z wymogiem największej wartości przepływu (dla grzania lub chłodzenia)
- Wymiarowanie rurociągu zgodnie z wymogiem największej wartości przepływu (zazwyczaj dla chłodzenia)
- Dobór pompy w powiązaniu z wartością min.  $\Delta p$  na zaworze regulacyjnym i spadkiem ciśnienia w systemie przy przepływie (większy dla chłodzenia). Zastosowanie mniejszej pompy jest możliwe w przypadku mniejszego wymaganego przepływu (grzanie) jeżeli ograniczenie przepływu jest zrealizowane w odbiorniku w ściśle określony sposób
- Praktycznie zbliżone parametry dla systemu grzania i chłodzenia

## 2

## Koszty operacyjne

- **NAJNIŻSZE** koszty pompowania<sup>F)</sup> w funkcji ogrzewania i chłodzenia, oszczędność energii z VSD
- System nie może jednocześnie pracować w funkcji grzania i chłodzenia
- Straty ciepła i zyski ciepła na rurociągu są minimalne (tylko dwa rurociągi)
- Konieczna niska wysokość podnoszenia pompy (głównie dla funkcji ogrzewania w związku z niższym przepływem w większym rurociągu)
- Rekomendowana jest optymalizacja pracy pompy<sup>J)</sup>, ponowne równoważenie<sup>C)</sup> systemu nie jest konieczne
- Zawory regulacyjne – autorytet zbliżony do 1 i najlepsza sprawność systemu, minimalne oscylacje temperatury w pomieszczeniach<sup>K)</sup>

## 3

## Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne<sup>D)</sup> – **NISKIE** – (tylko 2 rurociągi, 1 zawór AB-QM dla dwóch funkcji odbiornika)
- Zawory strefowe wymagane dla odbiorników o dwóch funkcjach
- Nie są wymagane żadne dodatkowe elementy armatury
- Równoważenie systemu nie jest wymagane<sup>B)</sup>
- Rekomendowana jest pompa o zmiennej prędkości obrotowej<sup>S)</sup>

## 4

## Instalacja i uruchomienie systemu

- **NIE JEST MOŻLIWE GRZANIE I CHŁODZENIE W TYM SAMYM CZASIE**, system spełnia wymagania klasy „A”<sup>X)</sup>
- Zrównoważenie systemu jest **DOSKONAŁE** przy całkowitym i częściowym obciążeniu systemu w przypadku wymogu większego przepływu (chłodzenie)
- Odchyłki wartości przepływu stają się problemem w przypadku niskich wartości przepływu, możliwość wystąpienia zjawiska nadprzepływu
- Trudny do określenia moment przełączenia funkcji grzanie/chłodzenie (zima/lato)

## 5

## Inne

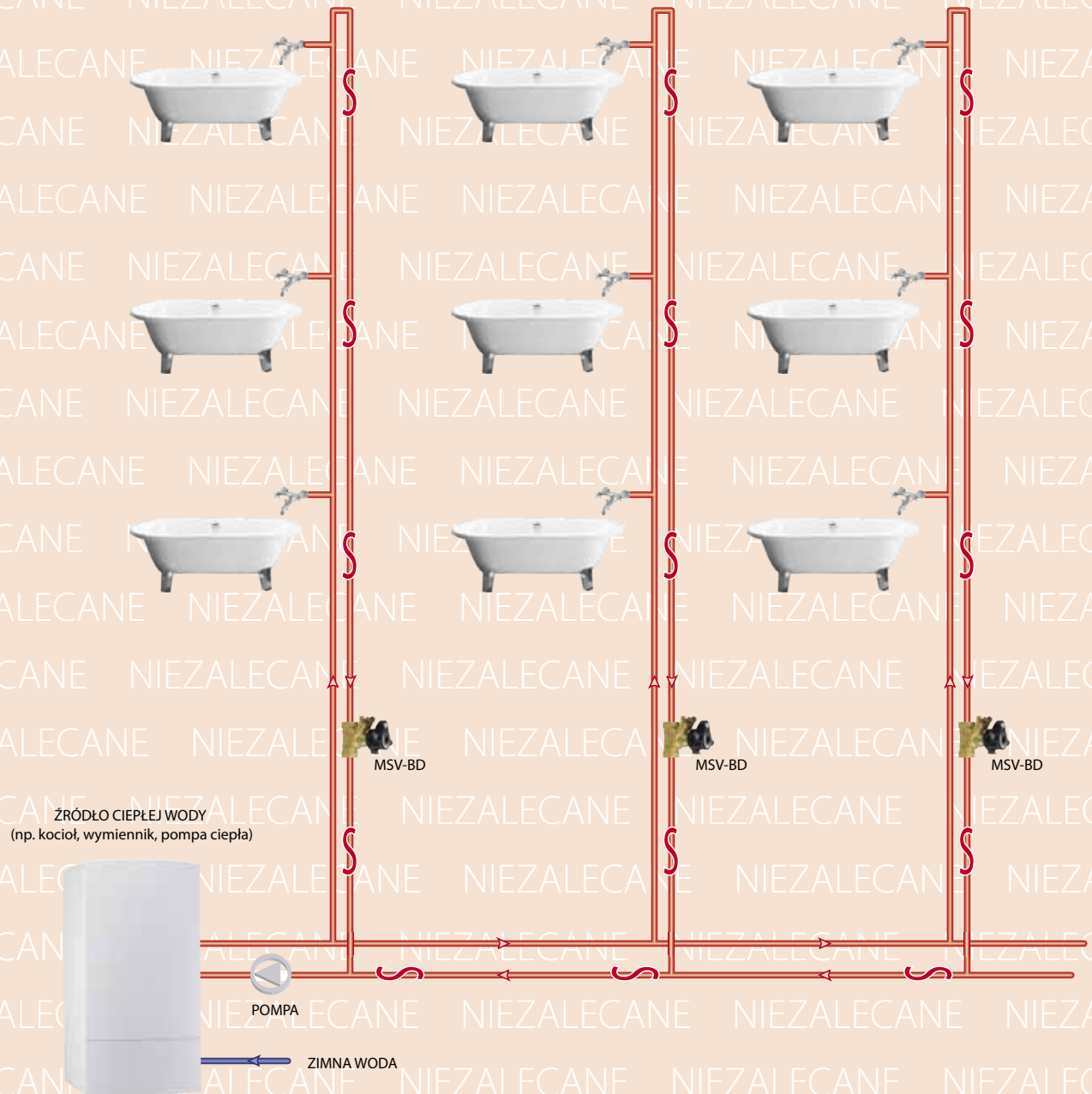
- AB-QM pracuje poprawnie nawet przy ciśnieniu 6 bar
- **GWARANCJA PRECYZYJNEGO OGRANICZENIA** przepływu, różne wartości wymaganego przepływu dla grzania i chłodzenia są możliwe **PRZY UŻYCIU SPECJALNEGO TYPU TERMOSTATU POMIESZCZENIOWEGO LUB SYSTEMU BMS**
- Minimalne zużycie energii, **MAKSYMALNA OSZCZĘDNOŚĆ ENERGII**<sup>T)</sup>



## 2.2.4

### System ze stałym przepływem i z ręcznym równoważeniem w instalacjach ciepłej wody użytkowej – cyrkulacja

(W tej aplikacji zapewniamy stały przepływ w rurociągu cyrkulacyjnym instalacji ciepłej wody, niezależnie od chwilowego zużycia ciepłej wody i zapotrzebowania na ciepłą wodę.)



MSV-BD – Ręczny zawór równoważący

\*Niezalecana – błędna pod względem technicznym, problemy z użytkowaniem, niska sprawność

1

## Projektowanie / Dobór

- **KONIECZNE TRADYCYJNE OBLICZENIA<sup>A)</sup>**: Kv ręcznego zaworu równoważącego
- Skomplikowane obliczenia wymaganego przepływu cyrkulacji w zależności od całkowitych strat ciepła na rurociągu cyrkulacyjnym
- Dobór pompy na podstawie przepływu nominalnego

2

## Koszty operacyjne

- **WYSOKIE** koszty pompowania<sup>F)</sup> – pompa o stałej prędkości obrotowej
- Wysokie **STRATY CIEPŁA** na cyrkulacji
- Optymalizacja pracy pompy<sup>J)</sup> nie jest możliwa
- Ponowne równoważenie<sup>C)</sup> systemu należy wykonywać regularnie, co jakiś czas
- Niska sprawność urządzenia produkującego ciepło w związku z wysoką temperaturą powrotu

3

## Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne<sup>I)</sup> – **NISKIE** (niedrogie zawory MSV-BD, pompa o stałej prędkości obrotowej)
- **RÓWNOWAŻENIE** systemu jest niezbędne<sup>B)</sup>

4

## Instalacja i uruchomienie systemu

- Zmienne w czasie przyrosty temperatury<sup>Z)</sup> (w zależności od odległości od zasobnika DHW<sup>M)</sup>)
- Równoważenie systemu przy całkowitym i częściowym obciążeniu – **AKCEPTOWALNE**
- Pompa o zmiennej prędkości obrotowej nie jest zalecana, ogromne wychłodzenia na rurociągu – **BRAK** oszczędności energii<sup>T)</sup>

5

## Inne

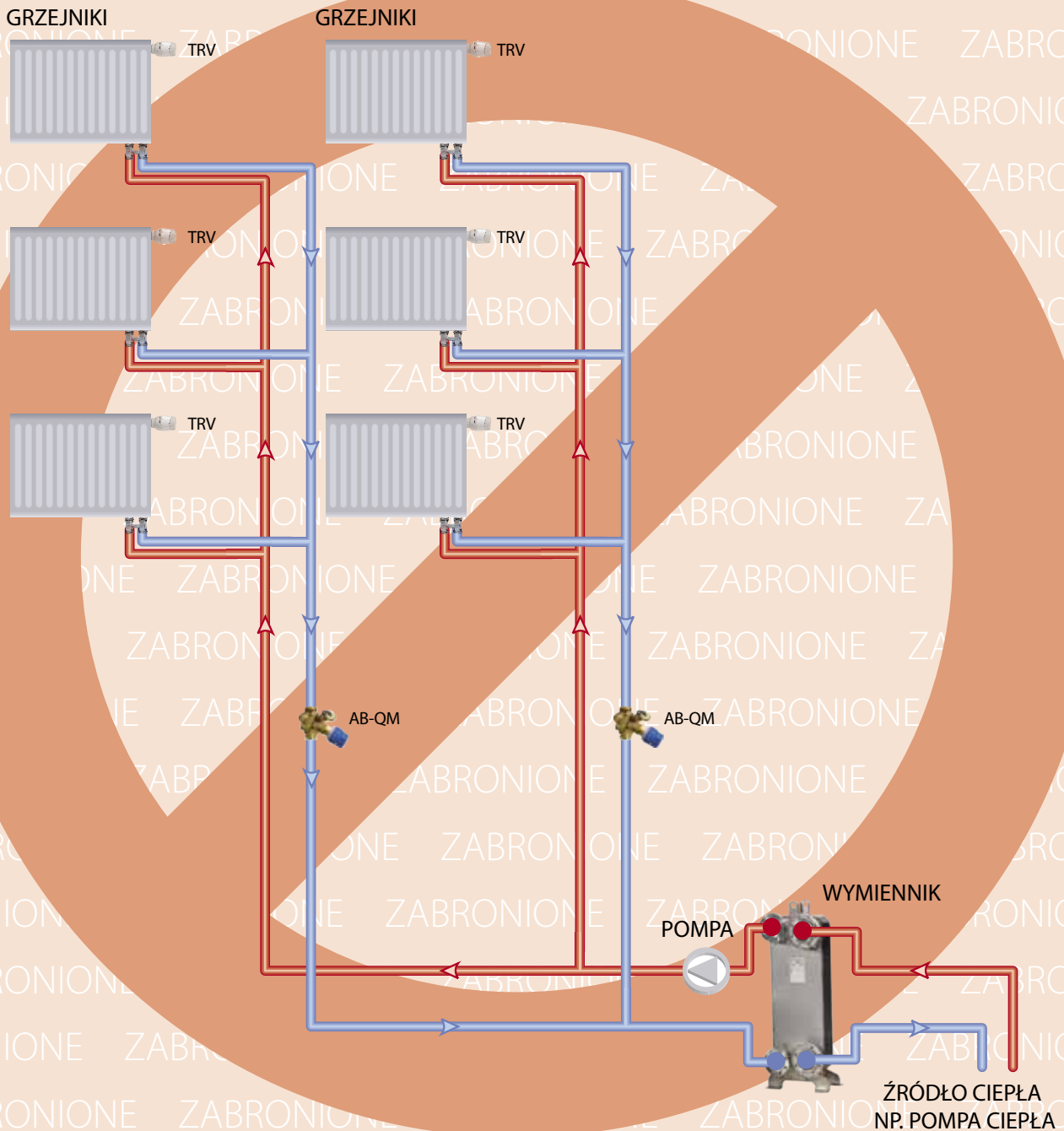
- **DUŻY NADPRZEPŁYW**, wartość przepływu cyrkulacji jest stała i nie zależy od zapotrzebowania
- Właściwy podział kosztów nie jest możliwy, ponieważ występują zmienne w czasie przyrosty temperatur
- Zazwyczaj przewymiarowana pompa
- W tej aplikacji dezynfekcja termiczna systemu jest kosztowna



## 2.3.1

### System ze zmiennym przepływem, aplikacja dla 2-rurowych systemów grzewczych z grzejnikami wyposażonymi w termostaticzne zawory grzejnikowe oraz z ogranicznikami przepływu

(W tej aplikacji zapewniamy przepływ zmienny w rurociągu dystrybucyjnym z termostatami. Użycie ograniczników przepływu – jako zaworów równoważących – jest powodem problemów z poprawnym działaniem systemu. Ograniczniki przepływu utrzymują stały przepływ na pionach, działając przeciwnie do grzejnikowych termostatów – ogranicznik zaczyna się otwierać gdy termostaticzne zawory grzejnikowe zamykają się.)



TRV – Termostaticzny zawór regulacyjny

AB-QM – Równoważący niezależny od zmian ciśnienia (jako automatyczny ogranicznik przepływu)

1

## Projektowanie / Dobór

- **TRADYCYJNE OBLICZENIA<sup>A)</sup> KONIECZNE DLA TRV:** Kv i autorytet zaworu
- Obliczenia nastaw na TRV w powiązaniu z kompleksowym modelowaniem hydraulicznym
- Nastawa automatycznego ogranicznika przepływu zależy od żądanej wartości przepływu
- Dobór pompy na podstawie przepływu nominalnego

2

## Koszty operacyjne

- **WYSOKIE** koszty pompowania<sup>F) 3,2</sup>
- TRV pracuje z niskim autorytetem (automatyczny ogranicznik przepływu jest otwarty wtedy, gdy termostaty są zamknięte) – przeważnie regulacja ON/OFF – duże oscylacje temperatury w pomieszczeniach<sup>K)</sup>
- Straty ciepła na rurociągach są na średnim poziomie – występuje zjawisko nadprzepływu
- Wymagana jest pompa o dużej wysokości podnoszenia – wymóg dużego  $\Delta p$ , automatyczny ogranicznik przepływu jest otwarty gdy TRV są zamknięte, wysokie  $\Delta p$  jest wymagane w związku z autorytetem zaworu
- Optymalizacja pracy pompy jest możliwa w przypadku gdy ograniczniki przepływu są wyposażone w króćce pomiarowe

3

## Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne<sup>l)</sup> – **BARDZO WYSOKIE** – pod uwagę głównie są brane właściwości regulacyjne TRV. Kosztowne, automatyczne ograniczniki przepływu mają zły wpływ na jakość regulacji

4

## Instalacja i uruchomienie systemu

- Działanie automatycznych ograniczników przepływu będzie zauważalne **TYLKO** w przypadku przepływu nominalnego
- Zrównoważenie systemu przy częściowym obciążeniu jest **NIEAKCEPTOWALNE**, ogranicznik przepływu działa wbrew pracy TRV (ogranicznik przepływu otwiera się gdy termostat się zamyka)
- Zrównoważenie systemu przy częściowym obciążeniu – **ZŁE** – brak komfortu
- Stosunkowo wysokie oscylacje temperatury w pomieszczeniach (regulacja ON/OFF)

5

## Inne

- Ciśnienie zamknięcia TRV powinno być porównywalne z wysokością podnoszenia pompy przy zerowym przepływie<sup>l)</sup>
- Nadprzepływ przy częściowym obciążeniu systemu (samodzielne termostaty regulacyjne nie są w stanie kompensować)

# 3

## Oznaczenia i skróty używane w rozdziałach 2.1, 2.2 oraz 2.3

- A** | **Obliczenia tradycyjne:** Dla zapewnienia dobrej regulacji, musimy wziąć pod uwagę dwa bardzo ważne czynniki mające wpływ na dokładność regulacji: autorytet zaworu regulacyjnego oraz stabilność ciśnienia na wejściu do każdego z odbiorników. Zgodnie z tymi wymaganiami powinniśmy obliczyć żądane Kv na zaworach regulacyjnych i potraktować cały system jak jeden odbiornik.
- B** | **Uruchomienie:** Przed przekazaniem budynku do użytkowania powinniśmy mieć obliczone nastawy na ręcznych lub automatycznych zaworach równoważących. Musimy być pewni, że na każdym zaworze przepływ jest zgodny z wymaganą wartością obliczoną w trakcie tradycyjnych obliczeń. Dlatego też (w związku z możliwymi różnicami między projektem a wykonaną instalacją), należy sprawdzić przepływ w punktach pomiarowych i jeżeli to konieczne skorygować jego wartość.
- C** | **Ponowne uruchomienie:** Czasami uruchomienie musi być wykonane powtórnie (np. w przypadku zmiany funkcji lub powierzchni pomieszczenia, zmiany zysków lub strat ciepła).
- D** | **Kompensacyjna metoda równoważenia:** Specjalna procedura równoważenia, która polega na użyciu zaworu typu partner, w celu kompensacji zjawiska wahań przepływu w instalacjach z ręcznym zaworem równoważącym (szczególnie dostępne w innych materiałach Danfoss).
- E** | **Dobry autorytet zaworu:** Autorytet zaworu jest wartością ciśnienia różnicowego, która obniża spadek ciśnienia na zaworze regulacyjnym i jest porównywalna do wartości dostępnego ciśnienia różnicowego  
$$a = \frac{\Delta p_{MSV}}{\Delta p_{MCV} + \Delta p_{rurociągu/odbiorników}}$$
 Dobry autorytet zaworu ma wartość min. 0,5-0,6.
- F** | **Koszty pompowania:** Wydatki, które ponosimy na energię związaną z zapewnieniem pracy pompy
- G** | **Przepływ stały:** Przepływ w całym systemie i na poszczególnych odbiornikach nie zmienia się podczas całego czasu pracy instalacji.
- H** | **Syndrom niskiego  $\Delta T$  – „Low  $\Delta T$  syndrome”:** Zjawisko bardzo często występujące w systemach wody lodowej. Jeżeli żądana wartość  $\Delta T$  w systemie nie może być zapewniona, wtedy sprawność urządzenia chłodniczego radykalnie obniża się. To zjawisko może występować również w systemach grzewczych.
- I** | **Koszty inwestycyjne (koszty instalacji):** Wszystkie wydatki, które musimy ponieść na wykonanie całej instalacji (gdy porównujemy koszty, musimy zwrócić uwagę na koszty całkowite zawierające koszty wykonania oraz koszty urządzeń).
- J** | **Optymalizacja pracy pompy:** W przypadku gdy używamy pompy elektronicznej, wysokość podnoszenia pompy może być obniżona do punktu, w którym żądana wartość przepływu w całym systemie jest nadal zapewniona, natomiast konsumpcja energii elektrycznej została obniżona do minimum.
- K** | **Oscylacje temperatury w pomieszczeniu:** Rzeczywista temperatura w pomieszczeniu stale waha się w pobliżu wartości żądanej. Oscylacje określają wielkość tych wahań.

- L** | **Brak nadprzepływu:** Stała wartość przepływu przez odbiorniki zgodna z przepływem projektowanym, brak nadprzepływu.
- M** | **DHW:** System ciepłej wody użytkowej.
- N** | **Zawór typu partner:** Dodatkowy zawór ręczny niezbędny na wszystkich gałęziach, aby przeprowadzić poprawne równoważenie instalacji.
- O** | **Przepływ zmienny:** Wielkość przepływu w systemie ulega ciągłym zmianom, w zależności od obciążenia systemu. Zależy to od czynników zewnętrznych, takich jak nasłonecznienie, zyski ciepła od oświetlenia, ilości osób w pomieszczeniach.
- P** | **Brakujący by-pass:** W przypadku aplikacji z klimakonwektorami z zaworami 3- lub 4-drogowymi, często brakuje ręcznego zaworu równoważącego na by-passie, dlatego też nie można wyrównać strat ciśnienia na klimakonwektorze i by-passie. Przepływy nie będą takie same.
- Q** | **Dezynfekcja termiczna:** W systemach ciepłej wody użytkowej, ilość namnażanych bakterii Legionella drastycznie wzrasta przy temperaturze wody równej nominalnej temperaturze wypływu na wylewce. Bakterie Legionella mogą powodować chorobę lub nawet śmierć. Żeby zabezpieczyć użytkowników instalacji przed bakterią Legionelli, należy przeprowadzać dezynfekcję instalacji. Najprostszą metodą przeprowadzenia dezynfekcji jest podniesienie temperatury ciepłej wody użytkowej do wartości 70-80°C (zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie). W tej temperaturze bakterie Legionelli obumierają.
- R** | **EPBD:** Energy Performance of Building Directive – Dyrektywa Sprawności Energetycznej Budynków, zgodna z zaleceniami 2002/91/K, obowiązująca w Unii Europejskiej od 2 stycznia 2006 r. To rozporządzenie reguluje przepisy dotyczące oszczędności energii oraz zmian w instalacjach wewnętrznych.
- S** | **Pompa elektroniczna (VSD):** Pompa obiegowa, która jest wyposażona w zewnętrzny lub wbudowany regulator elektroniczny, zapewniający stałe, proporcjonalne, ciśnienie różnicowe w systemie.
- T** | **Oszczędność energii:** Obniżenie kosztów przeznaczonych na energię elektryczną i/lub energię cieplną.
- V** | **Grupa odbiorników:** 2-4 sztuki odbiorników sterowane jednym sygnałem temperaturowym.
- W** | **Change over:** W tym systemie funkcja grzania i chłodzenia nie może działać jednocześnie. System musi być przełączany między tymi funkcjami.
- X** | **Klasa „A”:** Budynki są klasyfikowane zgodnie z klasą komfortu (normy EU). „A” oznacza najwyższą klasę budynku z najniższymi oscylacjami temperatury w pomieszczeniach oraz najlepszym komfortem cieplnym.
- Y** | **Stabilna temperatura w pomieszczeniu:** Możliwa do osiągnięcia dzięki użyciu termostatu regulacji proporcjonalnej lub regulatora elektronicznego. Takie rozwiązanie pozwala uniknąć oscylacji temperatury w pomieszczeniu, ponieważ wartość histerezy jest inna niż w przypadku termostatu ON/OFF.
- Z** | **Temperatura wypływu:** Temperatura, którą ma woda natychmiast po otwarciu punktu wypływu np. kranu.

## 3.1

### Zjawisko niskiego $\Delta T$ – „Syndrom low $\Delta T$ ”

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

Oto przykład: jeżeli temperatura medium wracającego z instalacji w obiegu wtórnym jest niższa niż temperatura projektowana (w wyniku nadprzepływu lub innych zjawisk), agregat wody lodowej nie może pracować z maksymalną nominalną mocą. Jeżeli agregaty wody lodowej pracujące w grupie agregatów, zostały zaprojektowane na schładzanie wody lodowej wracającej z instalacji o temperaturze 13°C do 7°C, a z instalacji wraca woda o temperaturze 11°C zamiast założonej temperatury 13°C, to wtedy agregat będzie dysponował następującą mocą chłodniczą:

$$\text{CHL}(\%) = \left[ \frac{\text{CWRTR} - \text{CWSTD}}{\text{CWRTD} - \text{CWSTD}} \right] \times 100 = \left[ \frac{11-7}{13-7} \right] \times 100 = 66,6\%$$

Gdzie:

CHL (%) – Procentowe obciążenie agregatu wody lodowej

CWRTR – Rzeczywista temperatura wody lodowej na powrocie (w naszym przykładzie, 11°C)

CWSTD – Projektowana temperatura wody lodowej na zasilaniu (w naszym przykładzie, 7°C)

CWRTD – Projektowana temperatura wody lodowej na powrocie (w naszym przykładzie, 13°C)

W powyższym przykładzie, jeżeli  $\Delta T$  (różnica pomiędzy temperaturą wody lodowej na powrocie i zasilaniu) medium na agregacie wody lodowej będzie niższa niż projektowana wartość 6°C (13°C-7°C) i będzie równa 4°C (11°C-7°C), to moc chłodnicza agregatu wody lodowej obniży się o 33,4% w stosunku do mocy nominalnej przy parametrach obliczeniowych.

Warunki projektowe występują zwykle w niewielkim procencie czasu pracy instalacji. Agregaty wody lodowej pracują zwykle z niższą wydajnością poza okresami maksymalnego obciążenia instalacji. W wielu przypadkach wydajność chłodnicza agregatu może spaść o 30-40%, gdy temperatura medium na powrocie z instalacji jest niższa, niż temperatura projektowa.

Potencjalne przyczyny wystąpienia „syndromu niskiego  $\Delta T$ ” są następujące:

Używanie 3-drogowych zaworów regulacyjnych: właściwości zaworu 3-drogowego wynikające ze specyfiki jego budowy powodują, że woda lodowa w rurociągu powrotnym ma temperaturę niższą niż temperatura obliczeniowa.

To zwiększa problem z występowaniem zjawiska niskiego  $\Delta T$  (przedstawione w aplikacji 2.1.4). Środkiem zaradczym jest nieużywanie 3-drogowych zaworów regulacyjnych w systemach ze zmiennym przepływem (regulacja modulowana). Dwupozycyjne zawory 3-drogowe są zalecane do instalacji z małymi odbiornikami końcowymi. W związku ze złą charakterystyką regulacyjną zaworów 3-drogowych oraz żeby zabezpieczyć instalację



przed wystąpieniem zjawiska nadprzepływu, aplikacja 2.1.3 jest rekomendowana, jeżeli zostało wybrane rozwiązanie bazujące na zaworach 3-drogowych.

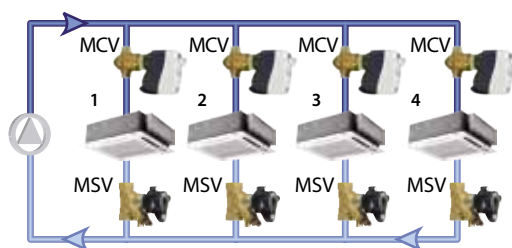
„Syndrom niskiego  $\Delta T$ ” jest przyczyną pogorszenia się charakterystyki regulacyjnej układu (szczególnie przy częściowym obciążeniu odbiorników), co w efekcie skutkuje dużym nadprzepływem na zaworach regulacyjnych. Zjawisko to występuje w szczególności w systemach źle zrównoważonych (np. aplikacja 2.2.1). Wyjściem z sytuacji jest zastosowanie zaworów 2-drogowych z wbudowanym regulatorem ciśnienia. Funkcja kontroli ciśnienia na zaworach regulacyjnych eliminuje problem nadprzepływu i tym samym likwiduje problem z „syndromem niskiego  $\Delta T$ ”.

## 3.2 Zjawisko nadprzepływu – „overflow phenomenon”

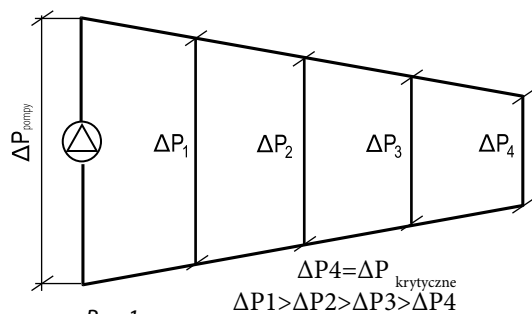
Podstawowym źródłem większości znanych problemów w systemach wody lodowej takich jak „syndrom niskiego  $\Delta T$ ” jest zjawisko nadprzepływu. W tym rozdziale pokrótce postaramy się wyjaśnić, co to jest zjawisko nadprzepływu i czym jest spowodowane.

We wszystkich systemach, które zostały zaprojektowane na warunki nominalne (obciążenie systemu równe 100%), pompa obiegowa została zazwyczaj dobrana według następującej zasady: spadek ciśnienia w obiegu krytycznym równy jest sumie spadków ciśnienia na rurociągach, odbiornikach, zaworach równoważących, zaworach regulacyjnych i innych elementach instalacji (filtrach, wodomierzach itd.).

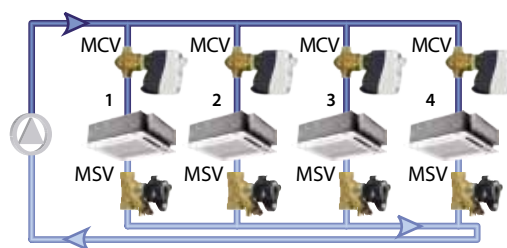
Poświęćmy chwilę czasu na rozważania nad tradycyjnym rozwiązaniem przedstawionym na poniższych rysunkach 1a (rozwiązanie bazujące na aplikacji 2.2.1) oraz 1b. W obu przypadkach, musimy zapewnić wystarczające ciśnienie dla zaworów regulacyjnych, w celu zapewnienia wysokiego autorytetu na zaworze regulacyjnym. Oczywiście jest fakt, iż każdy odbiornik oraz jego zawór regulacyjny położony bliżej pompy będzie poddawany działaniu wyższego ciśnienia dyspozycyjnego.



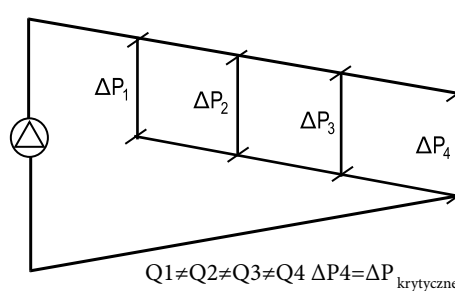
MCV – Zawór regulacyjny  
MSV – Ręczny zawór równoważący



Rys. 1a  
System ze zmiennym przepływem oraz ręcznymi zaworami równoważącymi



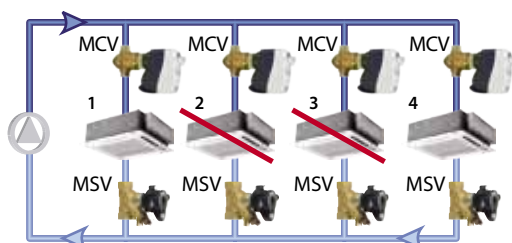
MCV – Zawór regulacyjny  
MSV – Ręczny zawór równoważący



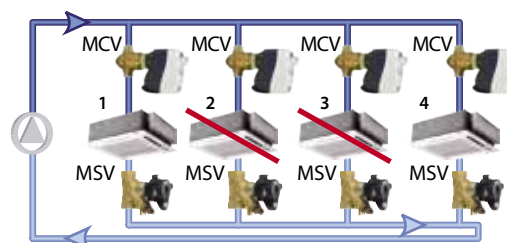
Rys. 1b  
System samorównoważący

W tym rozwiązaniu, nadwyżka ciśnienia musi być zredukowana poprzez ręczne zawory równoważące. System taki działa poprawnie tylko i wyłącznie gdy obciążenie równe jest 100%.

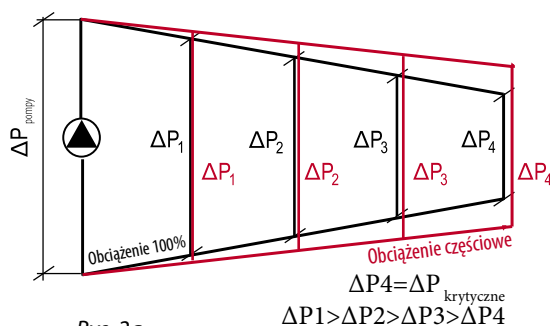
W celu regulowania przepływu przez każdy odbiornik zostały użyte zawory 2-drogowe. Rozważmy sytuację gdy obciążenie systemu jest mniejsze niż 100%, czyli system jest obciążony częściowo (np. odbiorniki nr 2 i nr 3 są zamknięte).



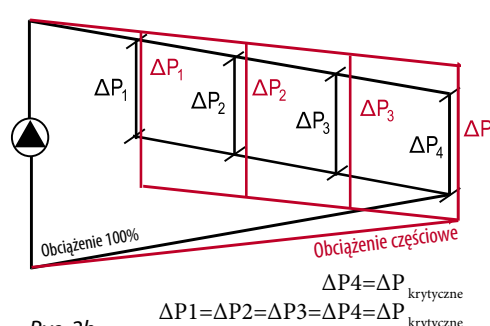
MCV – Zawór regulacyjny  
MSV – Ręczny zawór równoważący



MCV – Zawór regulacyjny  
MSV – Ręczny zawór równoważący

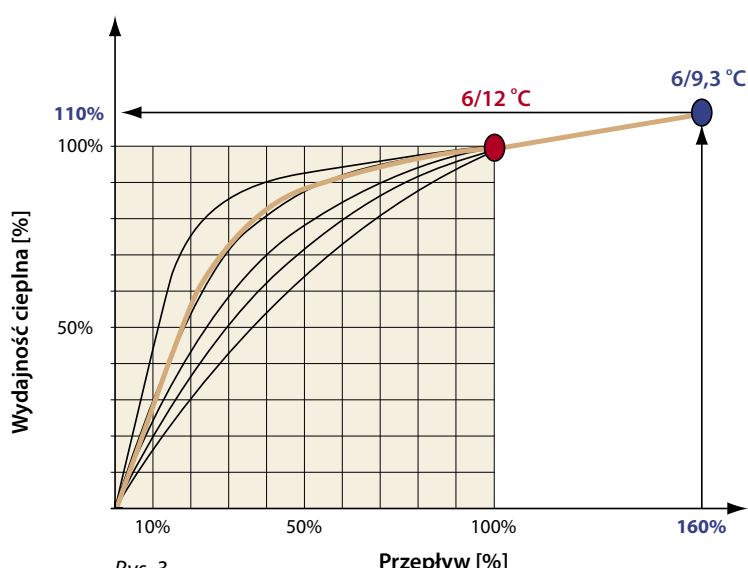


Rys. 2a  
Obciążenie częściowe – System ze zmiennym przepływem oraz ręcznymi zaworami równoważącymi



Rys. 2b  
Obciążenie częściowe – System samorównoważący

Ze względu na niższy przepływ w systemie, spadek ciśnienia w rurociągu uległ zmianie, co skutkowało zwiększeniem dostępnego ciśnienia w dwóch otwartych pętlach. Ręczne zawory równoważące z ustalonymi nastawami zostały użyte do zrównoważenia systemu, ale nastawy zostały obliczone dla przepływu nominalnego równego 100%. Niestety ręczne zawory równoważące nie mogą obniżyć nadwyżki ciśnienia przy częściowym obciążeniu systemu. Powstająca nadwyżka ciśnienia na tradycyjnych 2-drogowych zaworach regulacyjnych jest powodem wystąpienia nadprzepływu w odbiorniku. Zjawisko to pojawia się tak samo często w systemach samorównoważających, jak i w systemach z równoważeniem za pomocą powrotu. Jest to odpowiedzią na pytanie, dlaczego aplikacja 2.2.1 jest rozwiązaniem nie zalecanym, mimo że w tym rozwiązaniu każda pętla z odbiornikiem jest niezależna od zmian ciśnienia.



Rys. 3  
Charakterystyka wydajności odbiorników

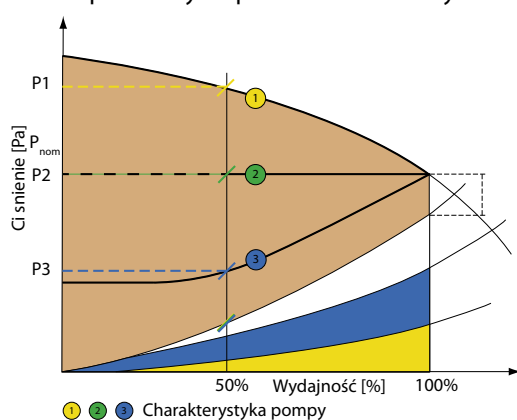
Klimakonwektor tradycyjnie jest projektowany dla różnicy temperatur równej 6K. 100% wydajności odbiornika jest uzyskiwane przy temperaturze zasilania równej 6°C i temperaturze powrotu równej

110%. Jest to odpowiedzią na pytanie, dlaczego aplikacja 2.2.1 jest rozwiązaniem nie zalecanym, mimo że w tym rozwiązaniu każda pętla z odbiornikiem jest niezależna od zmian ciśnienia.

12°C. 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 zamiast temperatury projektowej równej 12°C, rzeczywista temperatura powrotu jest znacznie niższa i wynosi 9,3°C (Rys.3). Konsekwencją niższej temperatury na powrocie z klimakonwektorów jest wystąpienie „syndromu niskiego  $\Delta T$ ”.

Obecnie coraz częściej używa się pomp ze zmienną prędkością obrotową wyposażonych w przetworniki ciśnienia, które potrafią modyfikować charakterystykę pompy zgodnie ze zmianami ciśnienia w systemie hydraulicznym. Przepływ nominalny przy obciążeniu równym 100% i wspomnianym spadku ciśnienia w systemie, narzuca wysokość podnoszenia pompy, której



Rys. 4  
Pompy o różnych charakterystykach

wartość jest zbliżona, do wartości ciśnienia nominalnego  $P_{nom}$ .  
W niniejszym opracowaniu nie będziemy omawiać pomp tradycyjnych (1), ponieważ oczywistym jest fakt, że zastosowanie pompy o takiej charakterystyce skutkuje dużo większą wartością ciśnienia ( $P1$ ) podczas zmian przepływu, co w efekcie skutkuje wszystkimi wyżej wymienionymi konsekwencjami („syndrom niskiego  $c$ ”).  
Nowoczesne pompy o charakterystyce stałociśnieniowej (2) mają o wiele lepsze zastosowanie w systemach hydraulicznych niż pompy, o których wspomniano powyżej. Przy analizowanym przepływie równym 50%, wartość ciśnienia  $P2$  jest zbliżona do wartości, którą można odczytać na rysunku nr 4 oznaczoną jako  $P_{nom}$ . Jednak w tym przypadku istotnym parametrem jest spadek ciśnienia na zaworze regulacyjnym – z wykresu możemy odczytać, że  $\Delta P$  na zaworze regulacyjnym przy 50% obciążeniu systemu, jest o wiele większa niż  $\Delta P$  na zaworze regulacyjnym przy obciążeniu systemu równym 100%. Nadal więc, występują problemy z nadprzepływem, który ma ogromny wpływ na sprawność całego systemu. W tym miejscu należy zauważyć, że wartość  $P2$  jest mniejsza niż  $P1$ , tak więc ten rodzaj pompy można zalecić dla wodnych systemów chłodząco-grzewczych. Dzięki temu występujące problemy z nadwyżkami ciśnienia (nadprzepływ) powinny być mniejsze w porównaniu do pompy pracującej zgodnie z charakterystyką 1. Jednak dalej będą występowały nierozwiązane problemy związane z nadwyżką ciśnienia. W takich sytuacjach idealnym rozwiązaniem jest zastosowanie zaworów regulacyjnych niezależnych od zmian ciśnienia, co pozwoli na zapewnienie wysokiej sprawności całego systemu.

Jak działa system hydrauliczny wyposażony w pompę o charakterystyce proporcjonalnej (3)? Częściowe obciążenie systemu, czyli mniejszy przepływ, generuje mniejszy spadek ciśnienia na statycznych elementach instalacji (rurach, ręcznych zaworach równoważących, itd.) – charakterystyka pompy może automatycznie dopasować nowe parametry poprzez ciągłe zmniejszanie wartości wysokości podnoszenia pompy. W przypadku, który analizujemy, przy 50% obciążeniu systemu wysokość podnoszenia pompy osiąga wartość  $P3$ . Przy tej wartości ciśnienia,  $\Delta P$  na zaworze regulacyjnym ma praktycznie taką samą wartość jak przy

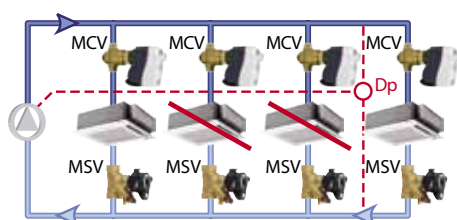
obciążeniu równym 100% czyli problem z nadwyżką ciśnienia na pracujących zaworach regulacyjnych jest rozwiązany. Niestety tylko teoretycznie, za co odpowiedzialne jest inne niekorzystne zjawisko, znane jako zjawisko podprzepływu (opisane w rozdziale 3.3).

Podsumowując: pompy o takich charakterystykach, współpracujące z tradycyjnymi zaworami regulacyjnymi, nie mogą być używane w systemach ze zmiennym przepływem. Zatem, określenie „tradycyjne zawory regulacyjne” oznacza wszystkie typy zaworów regulacyjnych, za pomocą których nie możemy utrzymywać stałej wartości spadku ciśnienia na grzybku zaworu regulacyjnego, z wyjątkiem zaworów regulacyjnych typu PIBCV, czyli zaworu regulacyjno-równoważącego niezależnego od zmian ciśnienia np. zaworu AB-QM.

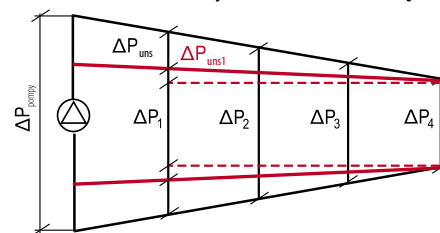
### 3.3 Zjawisko podprzepływu – „underflow phenomenon”

Do zrozumienia tego zjawiska konieczne jest zapoznanie się z rys. 1a. Jak już wspomniano w poprzednim rozdziale, nadwyżki ciśnienia na każdym z klimakonwektorów mogą być zredukowane dzięki zastosowaniu ręcznych zaworów równoważących MSV. Właściwy dobór zaworów oraz obliczenie nastawy powinny być wykonywane dla pełnego obciążenia systemu. Aby zapewnić takie same warunki dla pracy zaworów regulacyjnych MCV, ręczny zawór równoważący powinien znajdować się jak najbliżej pompy przy każdym odbiorniku, aby zmniejszyć wysoką wartość nadwyżki ciśnienia. Zwykle uzyskuje się to poprzez wykonanie niskiej nastawy na ręcznych zaworach równoważących zbliżonej do wartości  $\Delta P_{uns}$  w pobliżu pompy obiegowej – rys. 5.

Ponieważ system pracuje z pompą o charakterystyce nr 3 (rys. 4), dlatego też wykres ciśnienia przy częściowych obciążeniach uległ zmianie w stosunku do wykresu przedstawionego na rys. 2a. Przetwornik ciśnienia znajdujący się w obiegu krytycznym reguluje wartość ciśnienia w tej pętli. Wysokość podnoszenia pompy jest znacznie mniejsza (wartość P3 na rys. 4) niż wartość  $P_{nom}$  – nominalna wartość ciśnienia dla każdego dobranego ręcznego zaworu równoważącego. W tym konkretnym przypadku, przy 50% obciążeniu systemu, ze względu na niższą wartość wysokości podnoszenia pompy (P3), nadwyżka ciśnienia na otwartym odbiorniku będzie



MCV – Zawór regulacyjny  
MSV – Ręczny zawór równoważący



MCV – Zawór regulacyjny  
MSV – Ręczny zawór równoważący

Rys. 5 System proporcjonalny z powrotem bezpośrednim

znacznie niższa niż w przypadku obciążenia równego 100%. Jednak nastawy na ręcznych zaworach równoważących cały czas są takie same jak w przypadku ciśnienia projektowanego. W konsekwencji tego, pracujące odbiorniki nie otrzymają wystarczającej wartości przepływu, a zawory regulacyjne nie będą w stanie poprawnie regulować temperatury w pomieszczeniach – zjawisko takie nazywamy zjawiskiem podprzepływu.

Podsumowując: aplikacja 2.2.1 (rys. 1a i 1b) nie jest rozwiązaniem zalecanym, ponieważ stosując to rozwiązanie uzyskujemy słabe efekty regulacji, które są wynikiem stosowania

tradycyjnych zaworów regulacyjnych, współpracujących z ręcznymi zaworami równoważącymi i różnymi charakterystykami pomp. Zastosowanie takiego rozwiązania jest błędnym podejściem do tematu systemów ze zmiennym przepływem.

Pragniemy również zwrócić uwagę na fakt, iż wszystkie próby dostosowania systemu „reverse return” do systemu ze zmiennym przepływem są nieporozumieniem, co doskonale obrazuje rys. 2a. Celem niniejszego opracowania jest rozszerzenie wiedzy projektantów i wykonawców, przede wszystkim o umiejętność rozróżnienia systemów (z przepływem zmiennym i stałym), co w konsekwencji pozwoli na wybór właściwego rozwiązania opartego na poprawnej regulacji i zrównoważeniu systemu.

# 4

## Analiza projektu: porównanie aplikacji 2.1.1; 2.1.4 i 2.2.1

### 4.1

### Koszty operacyjne

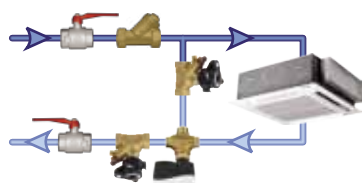
#### Oszczędność energii w budynku biurowym dzięki użyciu dynamicznego równoważenia instalacji

##### Informacje ogólne:

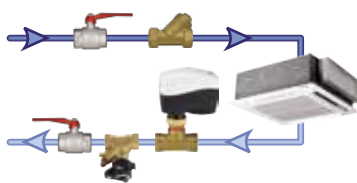
Pomimo rosnących cen energii elektrycznej, nowo budowane budynki są zazwyczaj „optymalizowane” pod kątem podstawowych kosztów inwestycyjnych. W niedalekiej przyszłości trend ten będzie musiał być zweryfikowany, ponieważ coraz bardziej ważne staną się takie czynniki jak: oszczędność energii oraz wymogi wysokiego komfortu (klasyfikacja budynków A, B, C).

W poniższym materiale pokazujemy jak dużo energii jesteśmy w stanie zaoszczędzić stosując nowy sposób regulacji w porównaniu do rozwiązań tradycyjnych. Został wybrany działający budynek biurowy charakteryzujący się następującymi parametrami: całkowita powierzchnia 18 430 m<sup>2</sup>, 15 poziomów, instalacja wyposażona w klimakonwektory 4-rurkowe (w sumie 941 sztuk) wyposażone w napędy typu ON/OFF sterowane termostatami pomieszczeniowymi. Niniejsze opracowanie dotyczy tylko systemu z klimakonwektorami.

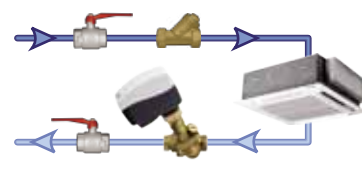
**W tym opracowaniu zostały dokładnie zbadane i opisane rozwiązania, które są najczęściej spotykane w praktyce.**



Rys. 1  
Przepływ stały regulacja FCU  
(wg aplikacji 2.1.4: akceptowalna)



Rys. 2  
Przepływ zmienny **statyczna** regulacja FCU  
(wg aplikacji 2.2.1: niezalecana)



Rys. 3  
Przepływ zmienny **dynamiczna** regulacja FCU  
(wg aplikacji 2.1.1: zalecana)

1. System ze stałym przepływem z równoważeniem statycznym (patrz rysunek 1).
2. System ze zmiennym przepływem z równoważeniem statycznym (patrz rysunek 2).
3. System ze zmiennym przepływem z równoważeniem dynamicznym (patrz rysunek 3).

### **Symulacja systemu:**

W celu obliczenia oszczędności energii, system został zamodelowany za pomocą programu komputerowego służącego do obliczeń hydraulicznych. Musimy sprawdzić, co dzieje się w systemie przy 100% obciążeniu nominalnym (założonym w projekcie) oraz przy 50% obciążeniu średniorocznym. System został przeanalizowany przy założonych stratach ciśnienia równych 150 Pa/m rurociągu.

- W przypadku systemu ze stałym przepływem, wystarczy, że wykonamy obliczenia hydrauliczne przy pełnym obciążeniu systemu, dlatego, że natężenie przepływu nie zmienia się przy obciążeniach częściowych. Ponieważ system taki wymaga wykonania ręcznego równoważenia, gdzie osiąga się zazwyczaj dokładność +/-15%, zakładamy, że pompa będzie przewymiarowana o 15% aby pokryć niedobory natężenia przepływu w systemie.
- W przypadku zastosowania ręcznych zaworów równoważących, pierwsze wymiarowanie systemu zostało wykonane na podstawie obciążenia nominalnego oraz obciążenia częściowego, przy którym 50% odbiorników zostało losowo wyłączona. Uzyskane wyniki pokazują, że przepływ jest większy średnio o 42% dla systemu chłodzącego z powodu zwiększenia ciśnienia różnicowego na klimakonwektorach, przy częściowym obciążeniu równym połowie obciążenia projektowanego (wartość ta jest równa wartości obciążenia średniorocznego).
- W przypadku systemu, w którym zostały użyte automatyczne zawory równoważące, analiza była znacznie prostsza, ponieważ zawory utrzymywały taki sam przepływ na odbiornikach przy częściowym i całkowitym obciążeniu i to niezależnie od zmian ciśnienia w instalacji.

### **Możliwości zmniejszenia zużycia energii elektrycznej:**

W tym miejscu pojawiają się pytania gdzie możemy zaoszczędzić energię podczas pracy systemu. Oszczędności należy szukać w:

1. Oszczędność energii pompowania – z naciskiem na zjawisko nadprzepływu (przykłady zawarte w niniejszej publikacji)
2. Straty ciepła na rurociągach – niższa temperatura powrotu zapewnia niższe straty energii na rurociągu
3. Dokładna regulacja temperatury w pomieszczeniach – zmniejszenie oscylacji temperatury w pomieszczeniach gwarantuje oszczędność energii
4. Sprawność źródła ciepła – wyższa  $\Delta T$  w systemie zapewnia wyższą sprawność
5. Oszczędność bez danych numerycznych – np. zagadnienia związane ze zdrowiem użytkowników, odczuciem komfortu itd.

Oszczędzanie energii w systemach HVAC jest bardzo skomplikowanym zagadnieniem i wszystkie wymienione czynniki powinny być analizowane przez audytorów energetycznych. Dla niniejszego opracowania będziemy brali pod uwagę jedynie koszty pompowania, jako koszty eksploatacyjne.

## 4.1.1

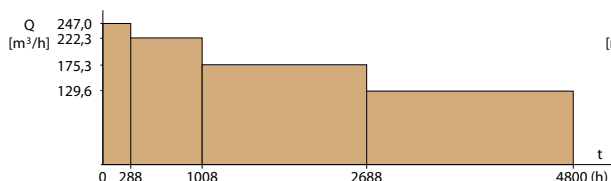
### Optymalizacja kosztów pompowania

Przykład oparty jest na rzeczywistych danych, pochodzących z budynku o charakterystyce jak poniżej:

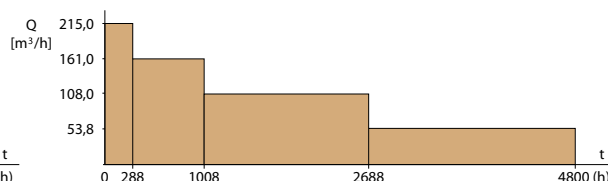
- 15 poziomowy budynek z 10 pionami, typ budynku – hotel
- Całkowity przepływ w instalacji równy jest 215 m<sup>3</sup>/h

- Wysokość podnoszenia pompy – 250 kPa
- Moc pompy – 20,1 kW:
  - Aplikacja 1 – system ze stałym przepływem, pompa bez regulacji (przewymiarowana o 15% ze względu na równoważenie ręczne)
  - Aplikacja 2 – system ze zmiennym przepływem, pompa ze stałą wartością ciśnienia dyspozycyjnego (przewymiarowana o 15% ze względu na równoważenie ręczne)
  - Aplikacja 3 – system ze zmiennym przepływem, pompa z proporcjonalną charakterystyką różnicy ciśnień
- Ilość klimakonwektorów (FCU) – 941 sztuk
- Cena energii elektrycznej: 0,0835 €/kWh
- Wskaźnik zajętości pokoi hotelowych (na podstawie uśrednionych danych)
  - 100% – 6% całkowitego czasu eksploatacji
  - 75% – 15% całkowitego czasu eksploatacji
  - 50% – 35% całkowitego czasu eksploatacji
  - 25% – 44% całkowitego czasu eksploatacji

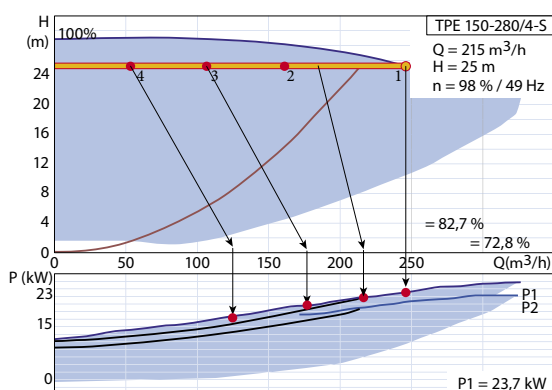
Przed zagłębieniem się w obliczenia, proszę zastanowić się, jaka metoda regulacji pompy powinna być użyta w poszczególnych aplikacjach. Nie ma potrzeby stosowania jakiegokolwiek regulacji pompy w systemach ze stałym przepływem. Dla systemów ze zmiennym przepływem, firmy instalacyjne preferują używanie elementów statycznych mających zapewnić stałe ciśnienie różnicowe (aby być po tzw. bezpiecznej stronie), podczas gdy producenci armatury rekomendują stosowanie elementów dynamicznych z dużym naciskiem na regulację proporcjonalną (aby zapewnić największe oszczędności energii).



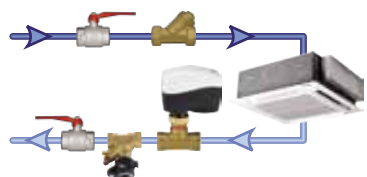
Rys. 4a



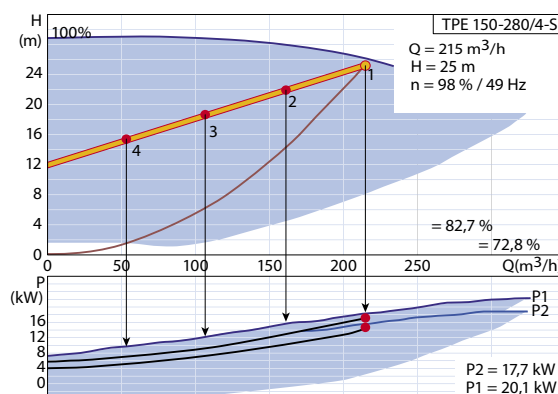
Rys. 4b



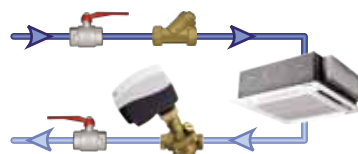
Rys. 5 Wykres analizy charakterystyki pompy w aplikacji 2



Rys. 7 Aplikacja 2: problem nadprzepływu (nierekomendowana)



Rys. 6 Wykres analizy charakterystyki pompy w aplikacji 3



Rys. 8 Aplikacja 3: problem nadprzepływu nie występuje (rekomendowana)

Proszę teraz spojrzeć na wcześniej opisany budynek. Instalacja chłodząca ma wbudowaną pompę obiegową Grundfos TPE 150-280/4-AS która była wyspecyfikowana w dokumentacji. Punkt pracy tej pompy to 250 kPa przy przepływie 215 m<sup>3</sup>/h (w porównaniu do równoważenia ręcznego w aplikacji 1 i aplikacji 2 gdzie obliczono pompę z 15% zapasem czyli z przepływem równym 247 m<sup>3</sup>/h).

Wymagana wysokość podnoszenia pompy jest porównywalna dla wszystkich trzech przypadków z niewielkimi różnicami rzędu kilku kPa (zależnymi od rodzaju rurociągu, armatury równoważącej itd.).

Ze względu na łatwiejsze porównanie, różnica rzędu 1-2 kPa jest pomijana (w porównaniu do 250kPa) i te same punkty pracy są używane jako punkty wyjściowe.

Aby obliczyć dokładne zużycie energii przez pompę, obciążenie systemu musi być powiązane z całym czasem trwania sezonu.

Takie rozwiązanie byłoby niepotrzebne i zbyt skomplikowane, dlatego skupiamy się na cztero-stopniowym przybliżeniu podawanym przez producentów pomp. Rysunek 4a i 4b pokazuje wykres obciążeń dla 200-dniowego sezonu.

Przepływ wymagany w porównaniu do 100 % obciążenia	Przepływ rzeczywisty [m <sup>3</sup> /h]	Zużycie energii przez pompę [kWh]	Wskaźnik zajętości	Dni na rok	Godziny	Zużycie energii [kWh]
Aplikacja 1						
100%	247,00	23,70	6,00%	12	288	6825,6
75%	247,00	23,70	15,00%	30	720	17064
50%	247,00	23,70	35,00%	70	1680	39816
25%	247,00	23,70	44,00%	88	2112	50054,4
Suma:			100,00%	200	4800	113760
Koszty pompowania: €/rok						<b>9555,84</b>
Koszt na klimakonwektor: €/FCU						<b>10,15</b>

Tabela 9

Przytoczone wykresy charakterystyki pomp pokazują obciążenie systemu podczas sezonu trwającego 200 dni (obiekt jest położony w strefie geograficznej, która wymaga pracy systemu przez 200 dni, inne strefy zostały przeliczone).

Rys. 5 przedstawia regulację pompy, która odnosi się do regulacji statycznej i utrzymywania różnicy ciśnień (wg aplikacji z rys. 7). Na wykresie tym pokazana została również krzywa charakterystyki pompy wraz z wykresem zużycia energii elektrycznej przez pompę.

Od czasu kiedy model kalkulacji jest dostępny, wiadome jest że przy obciążeniu systemu równym połowę obciążenia maksymalnego krąży w systemie 42% więcej wody (odpowiednio dla więcej niż ¼ obciążenia – dwa razy więcej, dla mniej niż ¾ obciążenia – tylko 20%).

Dlatego też, zużycie energii elektrycznej przez pompę obliczane jest na podstawie „większych” przepływów (patrz czarne strzałki), ze względu na występowanie zjawiska nadprzepływu. Dzięki posiadaniu tej wiedzy, można w łatwy sposób obliczyć zużycie energii elektrycznej przez pompę w całym sezonie. Tok obliczeń można prześledzić w tabeli nr 9, gdzie koszty pompowania zostały oparte na cenie 0,084 €/kWh (niskie napięcie, taryfa publiczna, bez opłaty podstawowej i podatku VAT). Koszt na rok na klimakonwektor oblicza się dzieląc całkowitą konsumpcję energii przez ilość odbiorników (941 urządzeń).



Rysunek nr 6 przedstawia regulację proporcjonalną pompy w odniesieniu do regulacji dynamicznej i do krzywej zużycia energii przez pompę w aplikacji z rysunku nr 8. Wiadomym jest, że w przypadku dynamicznej regulacji w systemie nie ma żadnych dodatkowych przepływów. Dlatego też, strzałki przedstawiające zużycie energii są przedstawione, jako linie pionowe. Wykorzystując tę wiedzę, można w łatwy sposób obliczyć konsumpcję energii dla całego sezonu. Dla systemów ze stałym przepływem, nie ma innych danych niż te, które zostały przedstawione w obliczeniach w tabeli 9, dlatego też charakterystyka pompy pozostaje bez zmian (system ze stałym przepływem).

Wartość kosztów dla klimakonwektorów została wyróżniona w tabeli kolorem czerwonym, wartości te nasuwają następujące wnioski:

- Zapotrzebowanie na energię zużywaną do pompowania w systemach statycznych ze zmiennym przepływem jest 70,6% wyższe niż przy systemach dynamicznych, co oznacza prawie 3,43 € dodatkowych kosztów w odniesieniu do jednego klimakonwektora na rok (aplikacja z rysunku 7, nie zalecana przez Danfoss).
- Zapotrzebowanie na energię przeznaczoną na pompowanie w systemach ze stałym przepływem jest ponad dwukrotnie większe niż w systemach dynamicznych, co oznacza 6,2 € dodatkowych kosztów na klimakonwektor w ciągu roku.
- Najbardziej ekonomicznym jest system z regulacją dynamiczną.

## 4.1.2

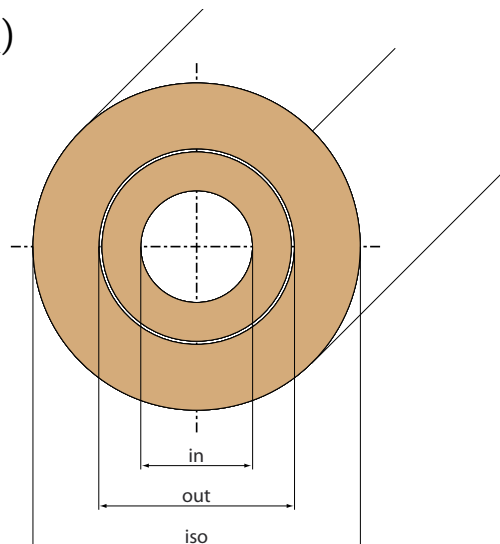
### Straty ciepła na rurociągach

W naszym przykładzie spadek temperatury na rurociągu (który zależy w niewielkim stopniu od wartości przepływu) nie będzie brany pod uwagę.

W tym modelu obliczeń, współczynnik przenikania ciepła dla rurociągów izolowanych oraz formuła pojemności cieplnej została opisana ogólnie znanym wzorem:

$$k_{\text{rura-izolacja}} = \frac{1}{\frac{1}{d_{\text{in}} \cdot \Pi \cdot \alpha_{\text{in}}} + \sum \frac{1}{2 \cdot \Pi \cdot \lambda_i} \cdot \ln \frac{d_{i, \text{in}}}{d_{i, \text{out}}} + \frac{1}{d_{\text{out}} \cdot \Pi \cdot \alpha_{\text{out}}}}$$

$$Q = k_{\text{rura-izolacja}} \cdot L \cdot (t_{\text{powietrze}} - t_{\text{przepływ}})$$



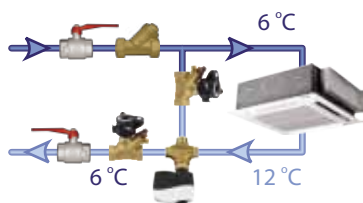
Rys. 10 Rurociąg izolowany - przekrój

Podczas obliczeń została wzięta pod uwagę całkowita długość rur z uwzględnieniem rzeczywistej średnicy rury oraz użytej izolacji. Użyto rur miedzianych do średnicy DN32, powyżej tej średnicy zostały zastosowane rury stalowe zgodne z PN.

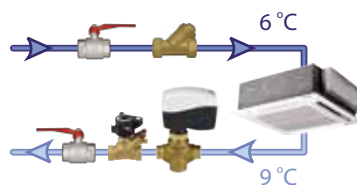
Temperatura otoczenia rurociągów (w suficie podwieszanym) została założona na poziomie: 28°C zarówno w okresie letnim jak i zimowym. Parametry medium w systemie, to odpowiednio 90/70°C dla grzania i 6/12°C dla chłodzenia.

Kolejną ważną sprawą jest to, żeby do obliczeń używać temperatury powrotu właściwej dla danego rodzaju regulacji.

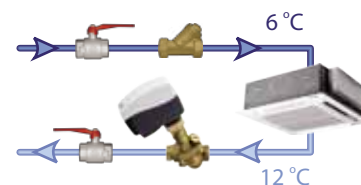
W przypadku systemu ze stałym przepływem, wiadomo że gdy klimakonwektory nie mają zapotrzebowania na medium (około 50% całkowitego czasu pracy systemu), medium wraca do instalacji bez dostatecznego stopnia wychłodzenia w przypadku ogrzewania oraz bez dostatecznego stopnia podgrzania w przypadku chłodzenia. W takim przypadku temperatura powrotu może być taka sama jak temperatura zasilania. W przypadku systemu ze zmiennym przepływem i ręcznymi zaworami równoważącymi, przy średniorocznym obciążeniu równym 50%, zwiększenie różnicy ciśnienia spowoduje zwiększenie przepływu i w efekcie medium będzie przepływało przez klimakonwektor szybciej, a tym samym będzie obniżona emisja ciepła/chłodu do otoczenia. Biorąc pod uwagę większy przepływ oraz właściwości wymiennika w klimakonwektorze (powietrze-woda), różnica temperatur będzie większa niż połowa wartości (4,2°C zamiast 6°C) przy przepływie nominalnym. W przypadku systemu z automatycznymi zaworami równoważącymi, przepływ nominalny w całym systemie jest zapewniony przez cały czas pracy, gwarantując maksymalny spadek temperatury (6°C). Na rysunku nr 11-13 pokazano uproszczone schematy trzech omawianych rozwiązań.



Rys. 11  
Wymiana ciepła w klimakonwektorze



Rys. 12



Rys. 13

Następnym krokiem jest obliczenie ilości ciepła, która jest tracona na całej długości rurociągu powrotnego podczas pracy systemu w funkcji chłodzenia, w przypadku gdy zawory regulacyjne klimakonwektorów są zamknięte w systemie ze stałym przepływem i w przypadku gdy zawory regulacyjne są otwarte w systemie ze zmiennym przepływem. Dla uproszczenia zakłada się, że następuje zatrzymanie cyrkulacji i w systemie ze zmiennym przepływem starty są równe zero jeżeli klimakonwektory są zamknięte – w rzeczywistości po ustaniu przepływu, woda grzewcza lub woda lodowa stoi w rurociągu i wolno oddaje ciepło do otoczenia, co skutkuje dalszymi startami ciepła do otoczenia.

Po wprowadzeniu powyższych założeń obliczenie start ciepła w rurociągach staje się łatwe. W poprzednim rozdziale została założona długość sezonu trwając 200 dni. Jednak tylko 12 godzin pracy dziennie powinno być uwzględniane w obliczeniach start ciepła, ponieważ zawory regulacyjne są zamknięte przez 50% czasu pracy co skutkuje brakiem przepływu w rurociągach w tym czasie. Odstępstwem od tego założenia jest system ze stałym przepływem, w którym

przepływ jest niezmienny tylko zmienia się temperatura medium w zależności od zapotrzebowania. Obliczone wartości przedstawiono w tabeli nr 14 z uwzględnieniem średnicy i długości rurociągu w powiązaniu z cenami energii przedstawionymi w poprzednim rozdziale. Roczny koszt na klimakonwektor na rok jest obliczany poprzez podzielenie kosztów całkowitych przez ilość klimakonwektorów w systemie.

Zyski ciepła /DN	Q <sub>[W]</sub>	Q <sub>[kJ]</sub>	Koszt energii [€]	Q <sub>[W]</sub>	Q <sub>[kJ]</sub>	Koszt energii [€]	Q <sub>[W]</sub>	Q <sub>[kJ]</sub>	Koszt energii [€]
	Aplikacja 1			Aplikacja 2			Aplikacja 3		
DN 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DN 15	41	132	4	38	122	4	34	109	4
DN 20	8998	28793	967	8310	26591	893	7410	23712	797
DN 25	2338	7482	251	2159	6910	232	1926	6162	207
DN 32	7671	24547	825	7084	22670	762	6317	20215	679
DN 40	15376	49202	1653	14200	45439	1527	12662	40519	1361
DN 50	2700	8640	290	2494	7979	268	2224	7115	239
DN 65	481	1540	52	444	1422	48	396	1268	43
DN 80	658	2106	71	608	1945	65	542	1734	58
DN 100	642	2693	90	777	2487	84	693	2218	75
DN 125	2954	9454	318	2728	8731	293	2433	7785	162
DN 150	2058	6586	221	1901	6082	204	1695	5424	182
DN 200	2697	8629	290	2490	7969	268	2221	7106	239
DN 250	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suma	46814	149803	5033	43234	138348	4648	38552	123368	4145
<b>Koszt energii / szt.</b>	<b>5,34 € / szt.</b>			<b>4,93 € / szt.</b>			<b>4,40 € / szt.</b>		

Tabela 14 Obliczenia strat ciepła na rurociągach

W powyższej tabeli przedstawiono straty energii na rurociągu powrotnym w tym samym budynku przy zastosowaniu różnych systemów.

Oczywistym jest fakt, że nie całkowita ilość strat ciepła będzie miała wpływ na ogólny bilans cieplny pomieszczeń. W kolejnych obliczeniach weźmiemy pod uwagę wykorzystanie strat ciepła w ogólnym bilansie cieplnym pomieszczeń.

Koszt energii zużywanej przez jeden klimakonwektor w skali roku został przedstawiony w ostatniej linii w tabeli, wartości te nasuwają nam następujące wnioski:

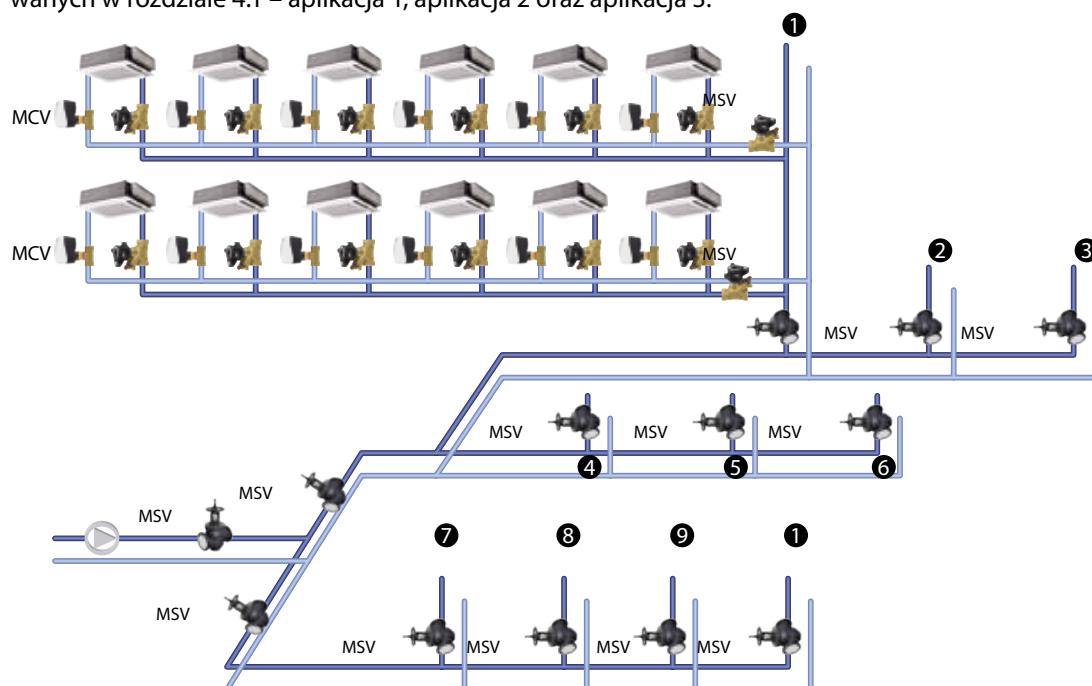
- Najbardziej ekonomicznym systemem jest system, w którym zastosowano automatyczne zawory równoważące
- Starty ciepła na rurociągach w przypadku systemu z ręcznymi zaworami równoważącymi są wyższe o 11,2% w stosunku do systemu z automatycznymi zaworami równoważącymi, co oznacza dodatkowe koszty w wysokości 0,5 € na każdy klimakonwektor w skali roku (aplikacja 2 do aplikacji 3)
- Straty ciepła w systemie ze stałym przepływem stanowią ponad dwukrotną wartość niż straty ciepła w systemie z automatycznymi zaworami równoważącymi, co oznacza dodatkowe koszty w wysokości 0,94 € na klimakonwektor w skali roku
- W 10 letnim okresie użytkowania budynku wyposażonego w 941 sztuk klimakonwektorów, analiza wykonana przez audytora energetycznego wykaże następujące oszczędności:
  - Aplikacja 3 w porównaniu do 1:  $0,94 \text{ €} \times 941 \text{ FCU} \times 10 \text{ lat} = 8845 \text{ €}$
  - Aplikacja 3 w porównaniu do 2:  $0,53 \text{ €} \times 941 \text{ FCU} \times 10 \text{ lat} = 4987 \text{ €}$

Obliczenia wykonane w ten sam sposób na sieci wodociągowej budynku nie zostały przedstawione w niniejszym opracowaniu, jedynie wyniki zostały umieszczone w tabeli powyżej. Uwaga: dane te nie są zawarte w końcowym porównaniu kosztów dla porównywanych materiałów.

## 4.2

### Porównanie kosztów inwestycyjnych

Schemat instalacji został zaprezentowany na poniższym rysunku. 2-rurowy system poziomy dystrybuuje medium do 10 pionów. Każdy z 15 poziomów budynku przedstawia 6 odbiorników na gałęzi ze wspólnym zaworem równoważącym. Maksymalna prędkość przepływu w rurociągu poziomym wynosi 2,2 m/s, a w pionie równa jest 1,5 m/s. Zostało wykonane porównanie kosztów inwestycyjnych dla trzech różnych aplikacji zaprezentowanych w rozdziale 4.1 – aplikacja 1, aplikacja 2 oraz aplikacja 3.



MCV – Zawór regulacyjny  
MSV – Ręczny zawór równoważący

Rys. 15  
Schemat instalacji

Żeby porównać koszty inwestycyjne pomiędzy poszczególnymi aplikacjami, musimy przede wszystkim rozpatrzyć każdą z aplikacji indywidualnie:

- Aplikacja 1: 3-drogowe zawory regulacyjne z napędami elektrycznymi zostały zastosowane razem z ręcznymi zaworami równoważącymi. Aby zapewnić właściwą metodę równoważenia na gałęziach i pionach zostały tam zastosowane ręczne zawory równoważące (kompensacyjna metoda równoważenia może być używana do optymalizacji pracy pompy). Taki typ rozwiązania wymaga stosowania dużych średnic ręcznych zaworów równoważących, co ma duży wpływ na końcowe koszty inwestycyjne.

Produkcyjne wymagania instalacji:

- Zawory regulacyjne: 941 sztuk zaworu VZ3 z napędem AMI
- Zawory równoważące: 941 sztuk gwintowanego zaworu MSV na FCU

- Zawory równoważące: 150 sztuk gwintowanego zaworu MSV na gałęziach
- Zawory równoważące: 15 sztuk kołnierzowego zaworu MSV na pionach itd.

- Aplikacja 2: 2-drogowe zawory regulacyjne z napędami typu ON/OFF (zawór VZ2 z napędem AMI). Aby zapewnić zrównoważenie hydrauliczne systemu zostały użyte, jak powyżej, ręczne zawory równoważące (gałęzie, piony itd.). W tym miejscu należy wtrącić komentarz, iż wielu wykonawców próbuje wykluczyć z dostawy właśnie te zawory (równoważące) co w następstwie skutkuje ogromnymi problemami z poprawną regulacją hydrauliczną systemu. Proszę pamiętać, że tradycyjne zawory regulacyjne zapewnią właściwą regulację hydrauliczną w systemie w którym zawory regulacyjne są w pełni otwarte.

Produktowe wymagania instalacji:

- Zawory regulacyjne: 941 sztuk zaworu VZ2 z napędem AMI
- Zawory równoważące: 941 sztuk gwintowanego zaworu MSV na FCU
- Zawory równoważące: 150 sztuk gwintowanego zaworu MSV na gałęziach
- Zawory równoważące: 15 sztuk kołnierzowego zaworu MSV na pionach itd.

- Aplikacja 3: zawór równoważąco-regulacyjny niezależny od zmian ciśnienia typu AB-QM. Ponieważ zawór AB-QM jest zaworem wielofunkcyjnym, dlatego każdy z zaworów spełnia funkcję regulacji i równoważenia. Funkcja równoważenia jest automatyczna, dlatego każdy rodzaj aplikacji, w którym zostanie zastosowany zawór AB-QM, nie wymaga tradycyjnych metod równoważenia na gałęziach, pionach, rurociągach horyzontalnych itd.

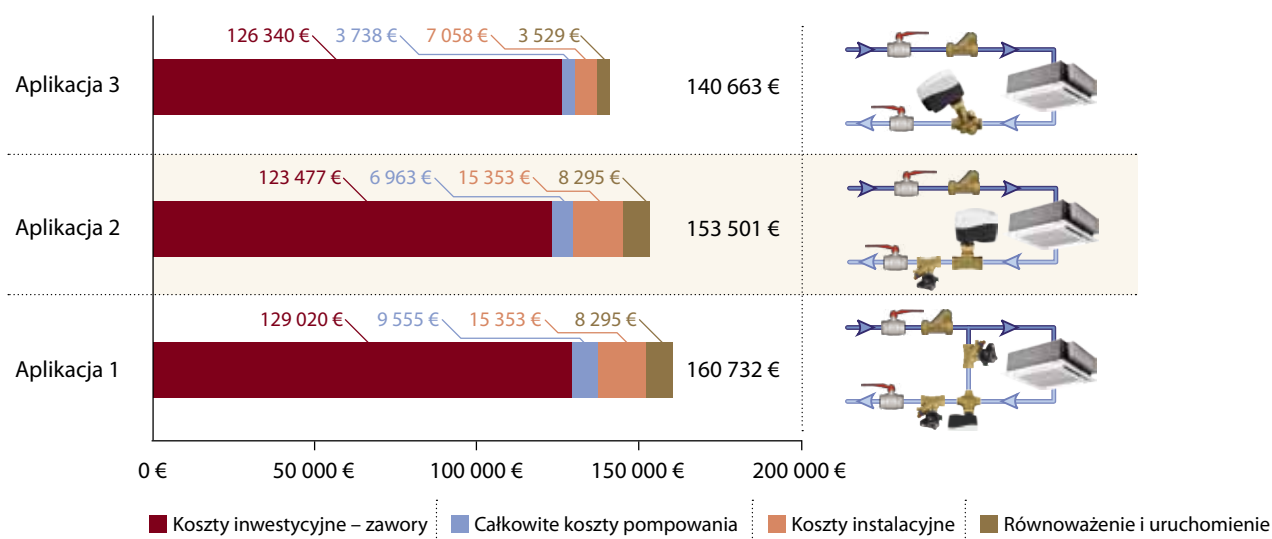
Produktowe wymagania instalacji:

- Zawory regulacyjne: 941 sztuk zaworu AB-QM z napędem AMI

Sumaryczna wartość porównania została opracowana na podstawie cen katalogowych firmy Danfoss.

Wnioski z porównania kosztów:

- Z inwestycyjnego (koszt urządzeń) punktu widzenia, najbardziej atrakcyjnym rozwiązaniem jest aplikacja 2. Jednakże kolejnym zasadniczym czynnikiem, który z inwestycyjnego punktu widzenia powinien być brany pod uwagę jest fakt, że aplikacja 3 jest bardziej atrakcyjna jeżeli chodzi o częściowe wykonywanie instalacji. Całkowita różnica pomiędzy aplikacją 3 i aplikacją 2 to 10% wartości przy różnicy aż 16% pomiędzy aplikacją 3 i 1.



Rys. 16  
Porównanie kosztów

- Zastosowanie zaworów równoważąco-regulacyjnych niezależnych od zmian ciśnienia gwarantuje znakomite rezultaty z inwestycyjnego i użytkowego punktu widzenia.
- Opisywany przykład (ze względu na uproszczenia w analizie materiałów) nie bierze pod uwagę czynników takich jak:
  - Proces projektowania (prosta metoda obliczeniowa, weryfikacja autorytetu zaworu regulacyjnego itd)
  - Straty/zyski ciepła mające wpływ na całkowite zużycie energii
  - Zjawisko nadprzepływu i przewymiarowania pompy w przypadku zastosowania rozwiązania z ręcznymi zaworami równoważącymi często jest akceptowane na poziomie +/-15% w stosunku do przepływu nominalnego
  - Stabilna i poprawna regulacja w pomieszczeniach ma wpływ na zużycie energii elektrycznej
  - Wysoka/niska sprawność agregatów wody lodowej zależy bezpośrednio od zjawiska „syndromu  $\Delta T$ ”
  - Komfort i wysoka efektywność pracowników zależy od komfortu cieplnego w pomieszczeniach
  - Większa ilość czasu potrzebna na instalowanie ciężkich zaworów kołnierzowych
  - Większe koszty inwestycyjne związane z izolacją zaworów
- Każdy projekt powinien być analizowany indywidualnie, a końcowe rezultaty wynikające z porównania kosztów zależą od:
  - Wielkość projektu – rozległe, rozbudowane systemy z dużymi średnicami rurociągów dystrybucyjnych wymagają sporej ilości dużych zaworów kołnierzowych, co powoduje zwiększenie kosztów inwestycyjnych w porównaniu z kosztami aplikacji bazującej na zaworach typu AB-QM
  - Koszty pompowania zależą bezpośrednio od typu budynku: budynek o charakterze komercyjnym taki jak biurowiec, nie powinien być bezpośrednio porównywany z budynkiem hotelowym lub obiektem szpitalnym itp.
  - Rozmiar występowania zjawiska nadprzepływu zależy od wielkości instalacji oraz typu zastosowanych zaworów i może wynosić od 40% do 80% wartości przepływu nominalnego.

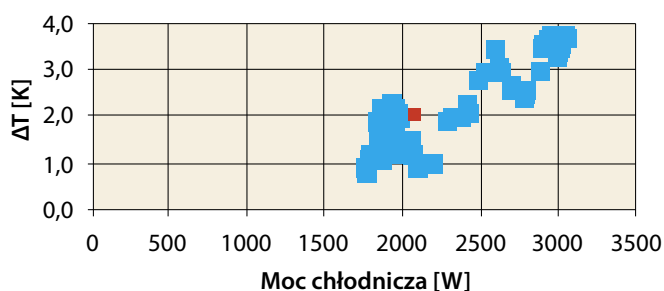
## 4.3

### Analiza sprawności wodnego systemu HVAC w obiekcie hotelowym Sunway Lagoon za pomocą urządzenia Danfoss Hydronic Analyzer

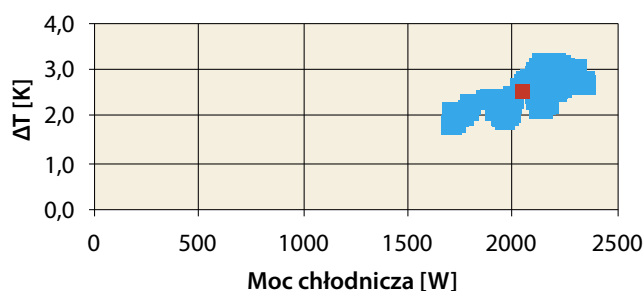
Firma Danfoss zaprojektowała i wyprodukowała urządzenie Hydronic Analyzer, które może być używane do analizy wydajności (sprawności) systemu instalacji i określenia możliwości potencjalnych oszczędności zużycia energii. Urządzenie Hydronic Analyzer jest elektronicznym rejestratorem temperatur, dzięki któremu możemy gromadzić dane odnośnie temperatury w bardzo długich okresach czasu. Wykonanie analizy systemu polega na zainstalowaniu 4 czujników temperatury na zasilaniu i powrocie instalacji, które mierzą temperaturę medium i temperaturę powietrza. Po wykonaniu pomiarów, wyniki są analizowane za pomocą zaawansowanego oprogramowania.

Właściciele pięciogwiazdkowego hotelu The Sunway Lagoon w Kuala Lumpur zdecydowali się na remont pomieszczeń hotelowych. Chociaż właściciele i służby techniczne hotelu miały bardzo pozytywne opinie na temat zaworów AB-QM jako zaworów równoważących niezależnych od zmian ciśnienia i zaworów regulacyjnych, chcieli przed zastosowaniem tych urządzeń w swoim hotelu uzyskać dodatkowe dowody mówiące o korzyściach i oszczędnościach jakie uzyskają po wyposażeniu instalacji w zawory AB-QM.

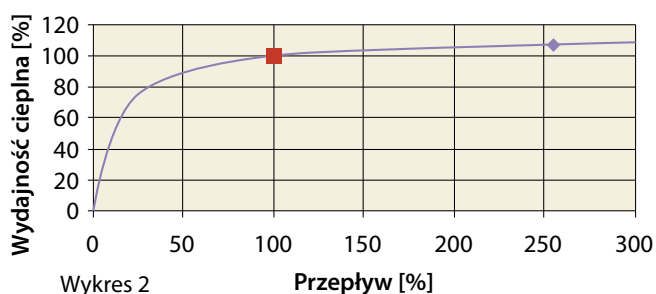
W hotelu znajdowało się około 500 klimakonwektorów oryginalnie wyposażonych w konwencjonalne rozwiązanie składające się z 2-drogowych zaworów regulacyjnych i ręcznych zaworów równoważących. W pierwszej fazie remontu około 1/3 pokoi hotelowych wyposażono w 150 sztuk zaworów AB-QM. W tym momencie Danfoss zaproponował właścicielom hotelu wykonanie testu z użyciem urządzenia Hydronic Analyzer mającego na celu porównanie dwóch rozwiązań technicznych: konwencjonalnego i z użyciem zaworu AB-QM. Wyniki uzyskane podczas pomiarów jednoznacznie wskazywały na oszczędność energii zużywanej na pompowanie oraz produkcję chłodu. Wyposażenie wszystkich 500 sztuk klimakonwektorów w zawory AB-QM przyczyni się do poprawy sprawności agregatu wody lodowej oraz pozwoli zmniejszyć koszty pompowania, co spowoduje zmniejszenie sumarycznych wydatków na energię elektryczną o około 60%.



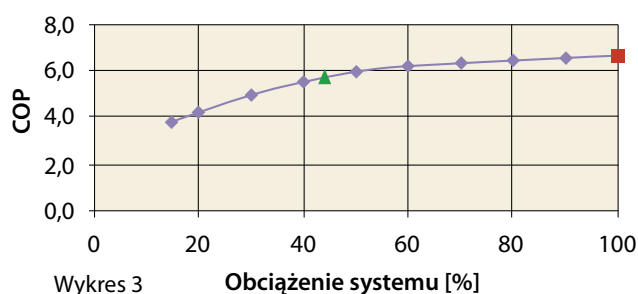
Wykres 1a    ■  $\Delta T$    ■ Średnia  $\Delta T$



Wykres 1b    ■  $\Delta T$    ■ Średnia  $\Delta T$



Wykres 2



Wykres 3

Wykresy 1a oraz 1b pokazują zależność między wartością  $\Delta T$  a mocą chłodniczą mierzoną na klimakonwektorze. Wykres po lewej stronie (1a) przedstawia wyniki otrzymane podczas pomiarów na klimakonwektorze wyposażonym w tradycyjny zawór regulacyjny i ręczny zawór równoważący. Wykres z prawej strony (1b) przedstawia wyniki uzyskane na klimakonwektorze wyposażonym w zawór AB-QM.

Omówienie wyników: na lewym wykresie średnia wartość  $\Delta T$  wynosi 2K przy mocy chłodniczej równej 2,2 kW, a na prawym wykresie średnia wartość  $\Delta T$  wynosi 5K przy mocy chłodniczej równej 2,1 kW. Można więc stwierdzić, że z zaworem AB-QM moc chłodnicza urządzenia jest praktycznie taka sama jak przy rozwiązaniu konwencjonalnym, natomiast  $\Delta T$  jest znacznie wyższa. Ma to wyraźny wpływ na zwiększenie sprawności agregatu wody lodowej (współczynnik COP) co wyraźnie widać na wykresie nr 3.

Wykres nr 2 przedstawia zależność pomiędzy względną emisją ciepła wymiennika a względną wartością przepływu.

Wykres nr 3 przedstawia zależność pomiędzy sprawnością (współczynnik COP) i obciążeniem agregatu wody lodowej.

Nadprzepływ przez klimakonwektory powoduje obniżenie sprawności agregatu wody lodowej, zjawisko to jest nazywane „syndromem niskiego  $\Delta T$ ” (rozdział 3.1). Ponadto, z powodu mniejszej ilości medium pompowanej do tej samej pojemności instalacji, prędkość obrotowa pompy jest o ponad połowę wyższa co ma znaczący wpływ na zwiększone wydatki na koszty pompowania.

## 5. Przegląd urządzeń

### 5.1 Automacyjny zawór równoważący



Regulator ciśnienia różnicowego

Zdjęcie	Nazwa	Opis	Zakres średnic (mm)	Kvs (m <sup>3</sup> /h)	Zastosowanie*	Uwagi
	ASV-P	Regulator ciśnienia różnicowego montowany na rurociągu powrotnym ze stałą nastawą ciśnienia równą 10 kPa	15... 40	1,6... 10	RH	Wyposażony w funkcję odciążenia i spustu
	ASV-PV	Regulator ciśnienia różnicowego montowany na rurociągu powrotnym ze zmienną nastawą ciśnienia 5-25, 20-40 lub 35-75 kPa	15... 40	1,6... 10	RH i HVAC	Wyposażony w funkcję odciążenia i spustu
	ASV-M	Automatyczny zawór równoważący montowany na rurociągu zasilającym, zaślepione gniazda na złączki pomiarowe, funkcja odciążenia	15... 50	1,6... 10	RH i HVAC	Używany z zaworem ASV-P lub ASV-PV głównie do funkcji odciążenia
	ASV-I	Automatyczny zawór równoważący montowany na rurociągu zasilającym, złączki pomiarowe, nastawa wstępna, funkcja odciążenia, możliwość pomiaru	15... 50	1,6... 10	RH i HVAC	Używany z zaworem ASV-PV głównie do funkcji ograniczenia przepływu
	ASV-PV	Regulator ciśnienia różnicowego montowany na rurociągu powrotnym ze zmienną nastawą ciśnienia 20-40, 35-75, 60-100 kPa	50... 100	20... 76	Wszystkie	Używany z zaworem MSV-F2 na rurociągu zasilającym do funkcji odciążenia, ograniczenia przepływu i połączenia za pomocą rurki impulsowej
	AVDO	Regulator upustowy z zakresem nastaw 5... 50 kPa	15... 25	2,39... 5,98	Wszystkie	

### 5.2 Zawór równoważąco-regulacyjny niezależny od zmian ciśnienia

Bez napędu: automatyczny ogranicznik przepływu

Z napędem: niezależny od zmian ciśnienia zawór regulacyjny z funkcją równoważenia

Zdjęcie	Nazwa	Opis	Zakres średnic (mm)	Przepływ (m <sup>3</sup> /h)	Zastosowanie*	Uwagi
	AB-QM	Regulacyjny automatyczny wielofunkcyjny zawór równoważący z lub bez złączek pomiarowych	10... 50	0,275... 3,22... 12,5	RH, HVAC, RC	Wyposażony w napęd zapewnia idealną regulację przepływu
	AB-QM	Regulacyjny automatyczny wielofunkcyjny zawór równoważący ze złączkami pomiarowymi	50... 250	12,5... 280	RH, HVAC, RC	Wyposażony w napęd zapewnia idealną regulację przepływu


\* RH: Ogrzewanie w budynkach użyteczności publicznej  
RC: Chłodzenie w budynkach użyteczności publicznej  
HVAC: Aplikacje klimatyzacji



## Napędy dla zaworów AB-QM

Zdjęcie	Nazwa	Opis	Używany z AB-QM	Prędkość (s/mm)	Rodzaj regulacji	Uwagi
	TWA-Z	Napęd termiczny, zasilanie 24V lub 230V, wizualny wskaźnik położenia	DN10-20, DN25,32 do 60%	60	ON/OFF	Dostępny w wersji NC i NO, siła zamknięcia 90 N
	ABNM	Napęd termiczny, zasilanie 24V, wizualny wskaźnik położenia	DN10-20, DN25,32 do 80%	30	0-10V	Dostępna tylko wersja NC, siła zamknięcia 100 N
	AMI 140	Napęd mechaniczny, zasilanie 24V i 230V, wskaźnik położenia	DN10 -DN32	12	ON/OFF, trzy przewody	Fabrycznie ustawiony na NC, możliwość zmiany na NO, siła zamknięcia 200N
	AMV/E 110NL, 120NL	Napęd mechaniczny, zasilanie 24V, wskaźnik położenia	DN10 -DN32	12 i 24	3-punktowy, 0-10V	Automatyczna adaptacja do skoku zaworu zapewnia dokładną regulację za pomocą zaworu AB-QM
	AME 15 QM	Napęd mechaniczny typu push-pull zasilanie 24V, możliwość sterowania ręcznego	DN40 – DN100	10	0-10V, 3-punktowa	
	AME 55 QM	Napęd mechaniczny typu push-pull zasilanie 24V	DN 125 -150	8	0-10V, 3-punktowa	
	AME 85 QM	Napęd mechaniczny typu push-pull zasilanie 24V	DN 200-250	8	0-10V, 3-punktowa	

## Element termostatyczny

Zdjęcie	Nazwa	Opis	Używany z AB-QM	Zakres nastawy (°C)	Uwagi
	QT	Ogranicznik temperatury powrotu bezpośredniego działania	DN 10-32	45-60, 35-50	

## 5.3 Ręczne zawory równoważące

Zdjęcie	Nazwa	Opis	Zakres średnic (mm)	Kvs (m <sup>3</sup> /h)	Zastosowanie*	Uwagi
	LENO™ MSV-BD	Nastawa wstępna, złączki pomiarowe, korpus wykonany z DZR, funkcja odcięcia i spustu	15... 50	2,5... 40	Wszystkie	Bardzo duże wartości Kvs, konstrukcja pozwalająca na dowolny kierunek przepływu, wysoka dokładność
	LENO™ MSV-B	Nastawa wstępna, złączki pomiarowe, korpus wykonany z DZR, funkcja odcięcia	15... 50	2,5... 40	Wszystkie	Bardzo duże wartości Kvs, konstrukcja pozwalająca na dowolny kierunek przepływu, wysoka dokładność
	LENO™ MSV-O	Wbudowana kryza pomiarowa, nastawa wstępna, wbudowany zawór kulowy, możliwość odcięcia niezależnie od nastaw	15... 50	0,63... 37,9	Wszystkie	Bardzo duże wartości Kvs, wbudowana kryza pomiarowa, wysoka dokładność
	LENO™ MSV-S	Funkcja odcięcia z możliwością spustu, korpus z mosiądzu	15... 50	3... 40	Wszystkie	Bardzo duże wartości Kvs, konstrukcja pozwalająca na dowolny kierunek przepływu, wysoka dokładność
	USV-I	Ręczny zawór równoważący montowany na rurociągu zasilającym, nastawa wstępna, złączka pomiarowe iglicowe, kurek spustowy, możliwość rozbudowy do wersji automatycznej	15... 50	1,6... 10	RH i HVAC	Używany razem z zaworem ASV-PV głównie do funkcji ograniczenia przepływu
	USV-M	Ręczny zawór równoważący montowany na rurociągu powrotnym, funkcja odcięcia z możliwością spustu, korpus z mosiądzu	15... 50	1,6... 16	RH	Możliwość rozbudowy do regulatora ciśnienia różnicowego
	MSV-F2	Nastawa wstępna, złączki pomiarowe, korpus wykonany ze stali GG-25, funkcja odcięcia	15... 400	3,1 – 2585	Wszystkie	Dostępna jest również wersja PN 25
	PFM 4000	Urządzenie pomiarowe	-	-	Wszystkie	Komunikacja Bluetooth lub radiowa, PDA

\* RH: Ogrzewanie w budynkach użyteczności publicznej  
 RC: Chłodzenie w budynkach użyteczności publicznej  
 HVAC: Aplikacje klimatyzacji

## 5.4 Zawór strefowy, zawór regulacyjny z napędem




Zdjęcie	Nazwa	Opis	Średnica mm	Kvs m <sup>3</sup> /h	Zastosowanie*	Uwagi
	RA-N	Zawór z nastawą wstępną (14 nastaw) – regulacja strefowa lub za pomocą termostatu pomieszczeniowego	10... 25	0,65... 1,4	RH	Zalecany w aplikacjach z centralnym regulatorem Δp
	RA-C	Zawór z nastawą wstępną (4 nastawy) – regulacja strefowa	15... 20	1,2... 3,3	RC, HVAC	Zalecany w aplikacjach z centralnym regulatorem Δp
	VZL-2/3/4	Zawór regulacyjny do klimakonwektora – regulacja strefowa – charakterystyka liniowa	15... 21	0,25... 3,5	HVAC	Zawór o krótkim skoku grzybka zalecany do stosowania z napędami termicznymi lub mechanicznymi
	VZ-2/3/4	Zawór regulacyjny do klimakonwektora – regulacja strefowa lub 3-punktowa – regulacja proporcjonalna z charakterystyką liniową zaworu	15... 22	0,25... 4,0	HVAC	Dokładna regulacja
	AMZ 112/113	Strefowy kulowy zawór regulacyjny z wysoką wartością kvs	15... 32/25	17... 123, 3,8... 11,6	Wszystkie	Zintegrowany napęd mechaniczny
	VRB 2- lub 3-drogowe	Tradycyjny zawór regulacyjny o charakterystyce logarytmiczno-liniowej	15... 50	0,63... 40	Wszystkie	Wysoki współczynnik regulacji – dokładna regulacja
	VF 2- lub 3-drogowe	Tradycyjny zawór regulacyjny o charakterystyce logarytmiczno-liniowej	15... 150	0,63... 120	Wszystkie	Wysoki współczynnik regulacji, możliwa praca jako zawór 2 i 3 drogowy w przypadku DN100-DN150
	VFS 2-drogowe	Tradycyjny zawór regulacyjny o charakterystyce logarytmicznej – aplikacje parowe	15... 100	0,4... 145	HVAC	Wersja PN25, t <sub>max</sub> 200°C
	VFY-WA	Skrzydłkowy zawór strefowy	25... 300	40... 5635	HVAC	Wersja ręczna lub z napędem

\* RH: Ogrzewanie w budynkach użyteczności publicznej  
RC: Chłodzenie w budynkach użyteczności publicznej  
HVAC: Aplikacje klimatyzacji

## Napędy do zaworów

Zdjęcie	Nazwa	Opis	Używany z zaworem	Prędkość (s/mm)	Rodzaj regulacji	Uwagi
	TWA-Z	Napęd termiczny, zasilanie 24V lub 230V, wizualny wskaźnik położenia	RA-N/C, VZL	60	ON/OFF	Dostępny w wersji NC i NO, siła zamknięcia 90 N
	ABNM	Napęd termiczny, zasilanie 24V, wizualny wskaźnik położenia	RA-N/C, VZL	30	0-10V	Dostępna tylko wersja NC, siła zamknięcia 100 N
	AMI 140	Napęd mechaniczny, zasilanie 24V i 230V, wskaźnik położenia	VZ, VZL	12	ON/OFF, trzy przewody	Fabrycznie ustawiony na NC, możliwość zmiany na NO, siła zamknięcia 200N
	AMV/E-H 130, 140	Napęd mechaniczny, zasilanie 24V i 230V, wskaźnik położenia	VZL (VZ)	12 i 24	3-punktowy, 0-10V	Siła zamknięcia 200N, możliwość sterowania ręcznego
	AMV/E13 SU	Napęd mechaniczny sprężynowy, zasilanie 24V i 230V, możliwość sterowania ręcznego	VZ, VZL	14 i 15	3-punktowy, 0-10V	Sprężyna w górę: zabezpieczenie przed zamrożeniem
	AMV/E 335	Napęd mechaniczny typu push-pull, zasilanie 24V i 230V	VRB, VF, VFS DN 50	7 i 14	3-punktowy, 0-10V	Wersja 230V tylko 3-punktowa
	AMV/E 25, 35	Napęd mechaniczny typu push-pull, zasilanie 24V i 230V, możliwość sterowania ręcznego	DN 40-100	3/11	3-punktowy, 0-10V	Wersja 230V tylko 3-punktowa
	AMV/E 25 SD/SD	Napęd mechaniczny typu push-pull ze sprężyną zwrotną, zasilanie 24V i 230V	DN 40-100	15	3-punktowy, 0-10V	Opcja sprężyna w dół: zabezpieczenie przed przegrzaniem, sprężyna w górę: zabezpieczenie przed zamrożeniem
	AMV/E 55/56	Napęd mechaniczny typu push-pull, zasilanie 24V i 230V	VL/VF, VFS DN65-100	8 / 4	3-punktowy, 0-10V	Wersja 230V tylko 3-punktowa
	AMV/E 85/86	Napęd mechaniczny typu push-pull, zasilanie 24V i 230V	VL/VF, VFS DN125-150	8 / 3	3-punktowy, 0-10V	Wersja 230V tylko 3-punktowa
	AMB-Y	Napęd mechaniczny, zasilanie 24V i 230V, regulacja strefowa	VFY-WA	30 s/90°	ON/OFF	IP 65, nacisk od 20 do 300 Nm, możliwość sterowania ręcznego

## 5.5 Pomieszczeniowe regulatory bezpośredniego działania

Zdjęcie	Nazwa	Opis	Używany z zaworem	Długość kapilary (m)	Zastosowanie	Uwagi
	FEK	Regulator jednofunkcyjny-chłodzenie, zakres temperatur 17-27°C	RA-C	5 lub 2 + 2	chłodzenie	Wersja z czujnikiem wbudowanym i zdalnym
	FEV	Regulator jednofunkcyjny-grzanie, zakres temperatur 17-27°C	RA-N	5 lub 2 + 2	grzanie	Wersja z czujnikiem wbudowanym i zdalnym
	FED	Regulator dwufunkcyjny-grzanie/chłodzenie, zakres temperatur 17-27°C	RA-N, RA-C	4 + 11 lub 2 + 2 + 2	grzanie/chłodzenie	Wersja z czujnikiem wbudowanym i zdalnym, nastawna strefa martwa 0,5-2,5°C





## 5.6 Regulatory pomieszczeniowe

Zdjęcie	Nazwa	Opis	Zasilanie [V]	Regulacja prędkości obrotowej wentylatora	System	Uwagi
	RESD2 / RESD4	Termostat pomieszczeniowy do aplikacji grzanie/chłodzenie	230V	3 prędkości	2 rurowy / 4 rurowy	Automatyczna lub ręczna zmiana trybu grzania/chłodzenia oraz prędkości obrotowej wentylatora, duży czytelny wyświetlacz, prosta obsługa, podtrzymanie pamięci nastaw
	RET 230CO 1/2/3/4	Nieprogramowalny termostat pomieszczeniowy do aplikacji grzanie/chłodzenie	230V	brak, 1 lub 3 prędkości	2 rurowy, 4 rurowy	Ręczne przełączanie trybu grzanie/chłodzenie oraz prędkości obrotowej wentylatora
	RET230 HC	Nieprogramowalny termostat pomieszczeniowy do aplikacji grzanie/chłodzenie z czujką wbudowaną lub zdalną	230V	1 lub 3 prędkości	4 rurowy	Automatyczna zmiana trybu pracy w zależności od temperatury w pomieszczeniu
	RET230 HCW	Nieprogramowalny termostat pomieszczeniowy do aplikacji grzanie/chłodzenie z czujką wbudowaną lub zdalną	230V	1 lub 3 prędkości	2 rurowy	Automatyczna zmiana trybu pracy w zależności od temperatury rurociągu
	HC6000	Programowalny termostat pomieszczeniowy do aplikacji grzanie/chłodzenie	230V	1 lub 3 prędkości	2 rurowy, 4 rurowy	Automatyczna zmiana trybu pracy, regulacja chrono proporcjonalna





## 5.7 Regulacja systemu ciepłej wody użytkowej

Zdjęcie	Nazwa	Opis	Średnica (mm)	Kvs (m <sup>3</sup> /h)	Funkcja	Uwagi
	MTCV	Wielofunkcyjny termostatyczny zawór cyrkulacyjny	15... 20	1,5... 1,8	Ograniczenie temperatury powrotu	Zakres nastaw 35-60°C, Korpus zaworu wykonany z RG5, max. temp. przep. 100°C
	MTCV wersja B	Moduł dezynfekcyjny	-	-	Pozwala na dezynfekcję termiczną.	Wbudowany by-pass pozwalający na przeprowadzenie dezynfekcji termicznej
	CCR2	Sterownik procesu dezynfekcji termicznej	-	-	Regulacja elektroniczna	Programowe sterowanie procesem, zapisywanie danych
	TWA-A	Napęd termiczny, zasilanie 24V, wskaźnik położenia	-	-	ON/OFF	Dostępny w wersji NC, siła zamknięcia 90N
	ESMB, ESM-11	Czujki temperatury	-	-	Regulacja temperatury, rozpoczęcie dezynfekcji	PT 1000, dostępne inne modele czujników
	TVM-W	Termostatyczny zawór mieszający	20... 25	1,9... 3,0	Ograniczenie temperatury	Wbudowany element termostatyczny

## 5.8 Kable grzejne DEVI

Zdjęcie	Nazwa	Opis	Parametry	Funkcja	Uwagi
	devi-pipeguard 10	kabel grzejny samoregulujący	10 W/m w 10°C	ogrzewanie rur – zabezpieczenie przed zamarzaniem	kolor niebieski
	devi-iceguard 18	kabel grzejny samoregulujący	18 W/m w 0°C		kolor czarny
	devi-pipeguard 25	kabel grzejny samoregulujący	25 W/m w 10°C		kolor czerwony
	devi-pipeguard 33	kabel grzejny samoregulujący	33 W/m w 10°C		kolor szary

## 5.9 Pompy ciepła

Zdjęcie	Nazwa	Typ pompy	Moc grzewcza [kW]	Moc chłodnicza [kW]	COP	Wyposażenie
	DHP-L 4/6/8/10/12/16	solanka/woda	3,5 – 16,4	–	4,4 – 4,9	Pompa ciepła zawiera obieg chłodniczy, pompy obiegowe obiegu dolnego źródła i obiegu grzewczego, podgrzewacz pomocniczy i sterownik.
	DHP-R 21H/25H/20/26/35/42	solanka/woda	21,0 – 42,0	–	4,0 – 4,3	Pompa ciepła zawiera obieg chłodniczy, pompy obiegowe obiegu dolnego źródła i obiegu wymiennika ciepła II-stopnia – skraplacza oraz sterownik.
	DHP-A 6/8/10/12	powietrze/woda	5,9 – 11,3	–	3,9 – 4,1	Moduł wewnętrzny zawiera obieg chłodniczy, warstwowy zasobnik c.w.u. z węzownicą, pompy obiegowe obiegu dolnego źródła i obiegu grzewczego, podgrzewacz pomocniczy, wymiennik chłodzenia pasywnego i sterownik.
	DHP-C 6/8/10/4H/5H/7H	solanka/woda	5,3 – 9,4	–	3,2 – 4,9	Pompa ciepła zawiera obieg chłodniczy, warstwowy zasobnik c.w.u. z węzownicą, pompy obiegowe obiegu dolnego źródła i obiegu grzewczego, podgrzewacz pomocniczy, wymiennik chłodzenia pasywnego i sterownik.
	DHP-H 4/6/8/10/12/16	solanka/woda	3,5 – 16,4	–	4,4 – 4,9	Pompa ciepła zawiera obieg chłodniczy, warstwowy zasobnik c.w.u. z węzownicą, pompy obiegowe obiegu dolnego źródła i obiegu grzewczego, podgrzewacz pomocniczy i sterownik.

# KONTAKTY

- informacja techniczna – ogrzewnictwo

**22 755 06 00**

- zamówienia - faks

**22 755 09 22**

- informacja techniczna – ogrzewanie elektryczne

**22 755 06 43**

- zgłoszenia serwisowe

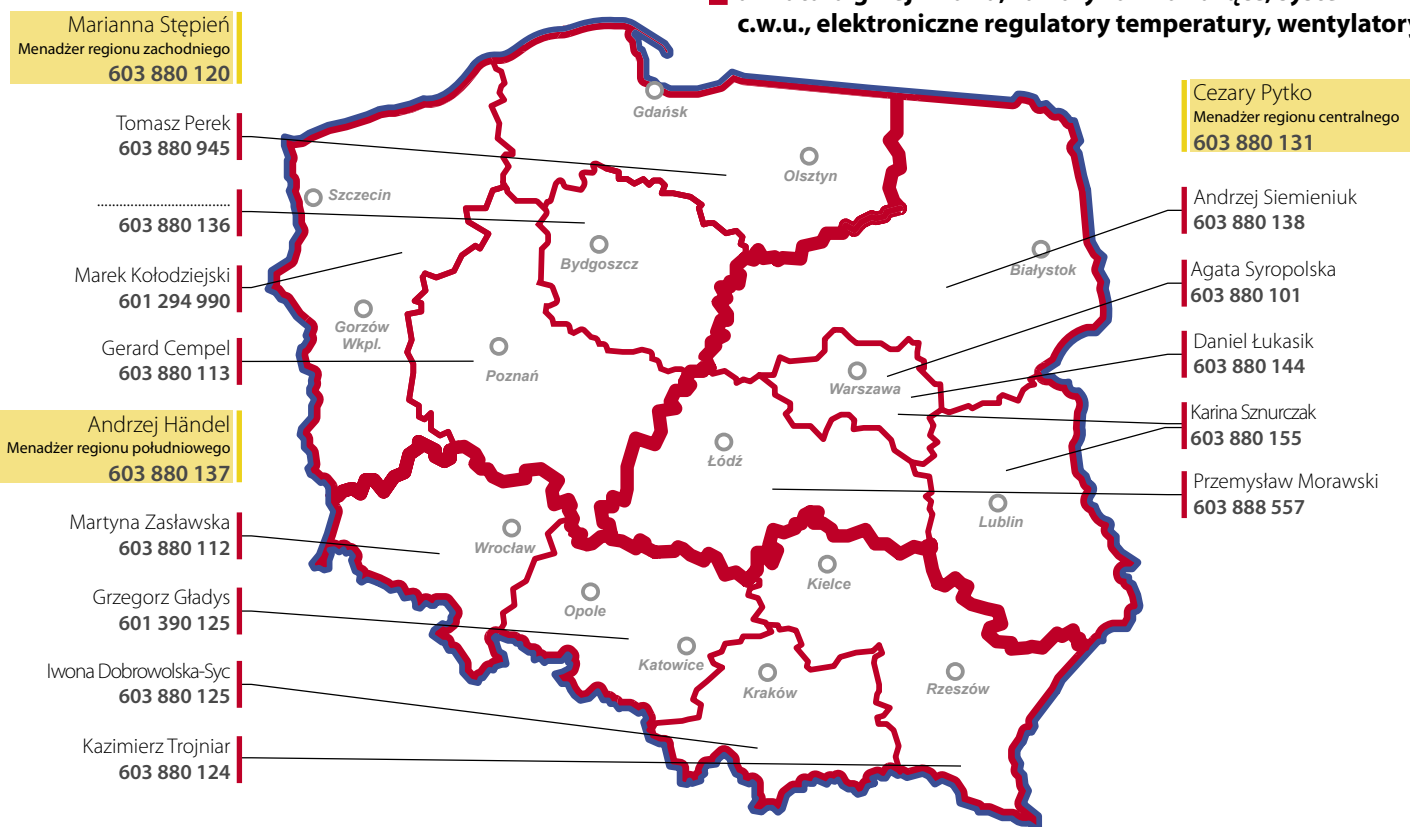
**22 755 07 81**

- informacja techniczna – pompy ciepła

**22 755 09 00**

Nasi przedstawiciele handlowi w całej Polsce:

■ armatura grzejnikowa, zawory równoważące, system c.w.u., elektroniczne regulatory temperatury, wentylatory



## Informacja techniczna o innych produktach Danfoss:

Automatyka ciepłownicza  
**58 512 91 25**

Napędy elektryczne  
**22 755 07 87**

Armatura przemysłowa  
**22 755 06 65**

Chłodnictwo  
**22 755 06 06**

Komponenty automatyki przemysłowej  
**22 755 06 07**



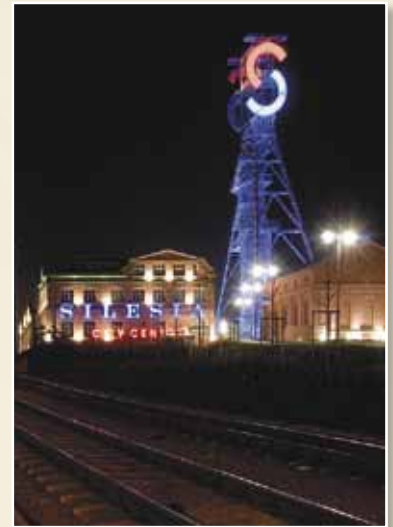
**Lokalizacja:** Gdynia – Polska  
**Obiekt:** Sea Towers – kompleks apartamentowo-biurowy  
**Aplikacja:** Zawory AB-QM grzanie/chłodzenie



**Lokalizacja:** Warszawa – Polska  
**Obiekt:** Złote Tarasy - kompleks handlowo-biurowo-rozrywkowy  
**Aplikacja:** Zawory AB-QM grzanie/chłodzenie



**Lokalizacja:** Wrocław – Polska  
**Obiekt:** Silver Forum – budynek biurowy  
**Aplikacja:** Zawory AB-QM grzanie/chłodzenie



**Lokalizacja:** Katowice – Polska  
**Obiekt:** Silesia City Center – centrum handlowe  
**Aplikacja:** Zawory AB-QM grzanie/chłodzenie, zawory MSV grzanie/chłodzenie, termostaty

**Danfoss Sp. z o.o.**

ul. Chrzanowska 5, 05-825 Grodzisk Mazowiecki, tel. (0 22) 755 07 00, fax (0 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, logotyp Danfoss są znakami towarowymi Danfoss A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.