

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

Poradnik Projektanta

Regulacja i równoważenie w wodnych systemach klimatyzacji i ogrzewania

**19
aplikacji**

zalecanych dla wodnych systemów klimatyzacji i ogrzewania, które pozwolą na poprawę komfortu i zmniejszenie kosztów użytkowania.

Spis treści

1	APLIKACJE ZALECANE	
1.1	Zalecane rozwiązania dla systemów ogrzewania	4
1.2	Zalecane rozwiązania dla systemów klimatyzacji	6
2	BUDOWNICTWO NIEMIESZKANIOWE	
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 ze zmiennym przepływem, typowa aplikacja w instalacjach z aparatami grzewczo-wentylacyjnymi, kurtynami ciepłego powietrza itp.	24
2.1.10	System ze zmiennym przepływem z automatycznym równoważeniem dynamicznym w instalacjach ciepłej wody użytkowej – cyrkulacja	26
2.1.11	BUDOWNICTWO MIESZKANIOWE	
2.1.11	System ze zmiennym przepływem, typowa aplikacja dla 2-rurowych systemów grzewczych z grzejnikami wyposażonymi w termostatyczne zawory grzejnikowe	28
2.1.12	System ze zmiennym przepływem, typowa aplikacja dla modernizowanych 2-rurowych systemów centralnego ogrzewania w których grzejniki są wyposażone głowice termostatyczne ze złączem zatraskowym Danfoss RA	30
2.1.13	System grzewczy 1-rurowy z automatycznymi ogranicznikami przepływu lub automatycznymi regulatorami przepływu wyposażonymi w moduł siłownika termostatycznego oraz grzejnikami wyposażonymi w termostatyczne zawory grzejnikowe	32
2.1.14	System ze zmiennym przepływem, typowa aplikacja dla instalacji grzewczych płaszczyznowych (podłogowych lub ściennych) wyposażonych w rozdzielacze i indywidualne regulatory pomieszczeniowe	34
2.1.15	System ze zmiennym przepływem, typowa aplikacja dla instalacji z kompaktowymi węzłami mieszkaniowymi	36
2.1.16	Jednorurowy system ogrzewania o rozprowadzeniu poziomym z termostatycznymi zaworami grzejnikowymi i automatycznymi ogranicznikami temperatury powrotu	38
2.1.17	Dwururowy system ogrzewania o rozprowadzeniu poziomym z indywidualnymi podłączeniami mieszkań wyposażony w termostatyczne zawory grzejnikowe, automatyczne regulatory ciśnienia różnicowego i regulację strefową	40
2.1.18	System ze zmiennym przepływem z automatycznym równoważeniem dynamicznym w instalacjach ciepłej wody użytkowej – cyrkulacja	42

2.1.19	System ze zmiennym przepływem z automatycznym równoważeniem dynamicznym w instalacjach ciepłej wody użytkowej – cyrkulacja	44
2.2.1	APLIKACJE NIEZALECANE	
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	46
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	48
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)	50
2.2.4	System ze stałym przepływem i z ręcznym równoważeniem w instalacjach ciepłej wody użytkowej – cyrkulacja	52
2.3.1	System ze zmiennym przepływem, aplikacja dla 2-rurowych systemów grzewczych z grzejnikami wyposażonymi w termostatyczne zawory grzejnikowe oraz z ogranicznikami przepływu	54
3	OZNACZENIA I SKRÓTY UŻYWANE W ROZDZIAŁACH 2.1, 2.2 ORAZ 2.3	56
3.0	Autorytet zaworu	58
3.0.1	Definicja	58
3.0.2	Charakterystyki zaworów	59
3.0.3	Regulacja	60
3.0.4	Wnioski	61
3.1	Zjawisko niskiego ΔT – „Syndrom low ΔT ”	62
3.2	Zjawisko nadprzepływu – „overflow phenomenon”	63
3.3	Zjawisko podprzepływu – „underflow phenomenon”	66
4	ANALIZA PROJEKTU: PORÓWNANIE APLIKACJI 2.1.1, 2.1.4 ORAZ 2.2.1	67
4.1	Koszty operacyjne	67
4.1.1	Optymalizacja kosztów pompowania	68
4.1.2	Straty ciepła na rurociągach	71
4.2	Porównanie kosztów inwestycyjnych	74
4.3	Analiza sprawności wodnego systemu HVAC	76
5	PRZEGLĄD URZĄDZEŃ	78
5.1	Automatyczny zawór równoważący – regulator ciśnienia różnicowego	78
5.2	Zawór równoważąco-regulacyjny niezależny od zmian ciśnienia	78
5.3	Ręczne zawory równoważące	80
5.4	Zawór strefowy, zawór regulacyjny z napędem	81
5.5	Regulatory pomieszczeniowe	83
5.6	Równoważenie systemu ciepłej wody użytkowej	83
5.7	Kable grzejne DEVI	84
5.9	Pompy ciepła	84



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
OGRANICZNIK
PRZEŁYWU:

AB-QM



LUB
AB-QT



AKCEPTOWANY

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



ZAŁECANY

ASV-P + ASV-I/ASV-BD
ASV-PV + ASV-I/ASV-BD



ZAŁECANY

ASV-PV + MSV-F2 (z rurką impulsową)



ZAŁECANY

ASV-P + ASV-M/ASV-BD
ASV-PV + ASV-M/ASV-BD



System wody użytkowej

System bez TRV

Rozbudowa do TRV
niemożliwa

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



Rozbudowa do TRV
możliwa

ZALECANY
USV-M + USV-I
(do rozbudowy)



System ciepłej wody
użytkowej

ZALECANY
MTCV, CCR2





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

Stała nastawa ciśnienia

Zmienna nastawa ciśnienia

Zawory kombinowane,
niezależna regulacja

Zawory regulacyjne
z króćcami
pomiarowymi
i automatycznym
nastawnym
ogranicznikiem
przepływu

ZALECANY

ASV-P + ASV-M/ASV-BD



ZALECANY

ASV-PV + ASV-I/ASV-BD



ZALECANY

AB-QM + TWA-Z
AB-QM + ABNM A5
AB-QM + AMV (E) 110,120 NL
AB-QM + AMI140
AB-QM + AME 435QM
AB-QM + AME 55QM
AB-QM + AME 85QM



ZALECANY

ASV-PV + MSV-F2 (z rurką impulsową)

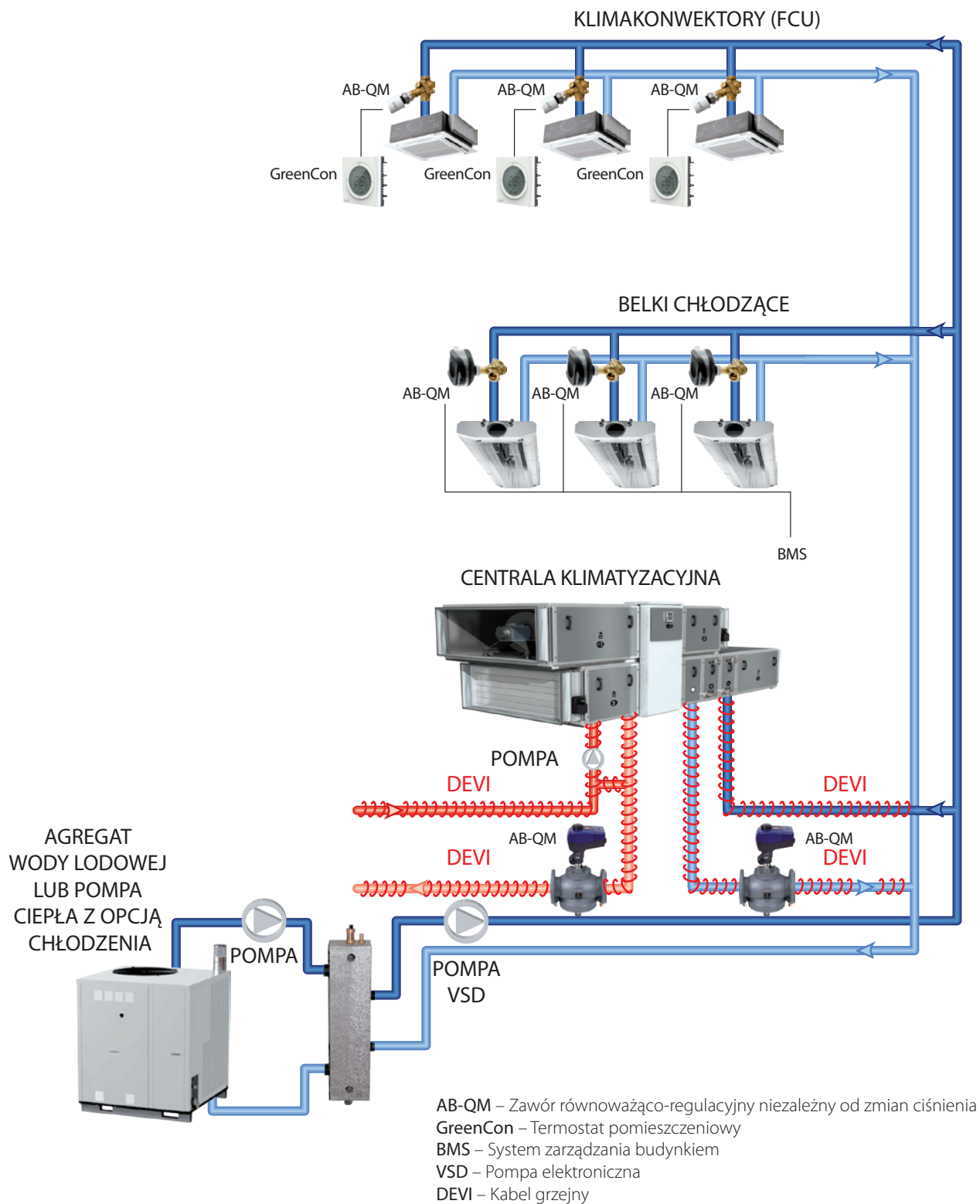




2.1.1

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 Δp na zaworze i spadku ciśnienia w systemie przy przepływie nominalnym

2

Koszty operacyjne

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

3

Koszty inwestycyjne

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

4

Instalacja i uruchomienie systemu

- Regulacja hydrauliczna tylko na odborniku **AUTORYTET ZBLIŻONY DO 1**
- Równoważenie systemu przy pełnym i częściowym obciążeniu – **DOSKONAŁE**
- Równoważenie (uruchomienie) systemu nie jest potrzebne
- Zastosowanie pompy elektronicznej gwarantuje wysokie oszczędności energii^{T)}

5

Inne

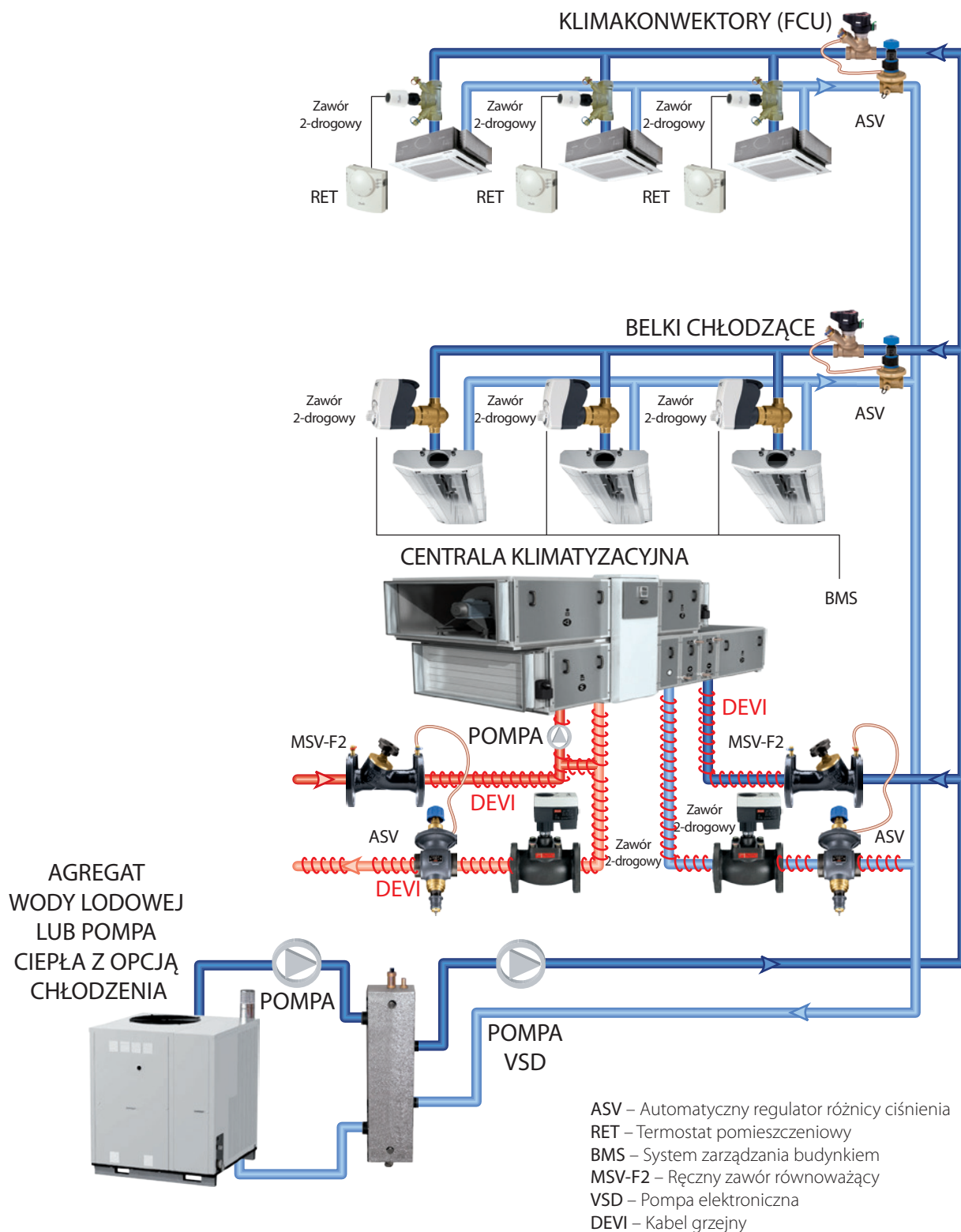
- AB-QM pracuje poprawnie nawet przy ciśnieniu 6 bar
- Nie występuje zjawisko nadprzepływu^{L)}
- Łatwa optymalizacja pracy pompy
- Minimalne całkowite zapotrzebowanie na energię
- **MAKSYMALNE OSZCZĘDNOŚCI ENERGII**
- **ZASTOSOWANIE CYFROWEGO SIŁOWNIKA NOVOCON** – Dzięki wysokiej dokładności, funkcjom zdalnego sterowania i wskazywaniu przepływu, gwarantuje znaczne korzyści w zakresie przyspieszonego procesu uruchamiania, łatwości konserwacji, większego komfortu wewnętrznego, oszczędności energii oraz właściwego rozprowadzania energii cieplnej/chłodniczej.



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^{A)}** 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^{F)} (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^{J)}
- Lepsza sprawność systemu – niewielka oscylacja temperatury^{K)} w pomieszczeniu ze względu na możliwy dobry autorytet^{F)} zaworów regulacyjnych
- Ponowne równoważenie^{C)} systemu nie jest konieczne (wskazane jest tylko w przypadku rozległych pętli)

3

Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne^{I)} – **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^{I)}
- Równoważenie^{B)} systemu jest konieczne tylko w przypadku rozległych pętli
- Rekomendowane są pompy ze zmienną prędkością obrotową^{S)} (charakterystyka stałociśnieniowa)

4

Instalacja i uruchomienie systemu

- Regulacja hydrauliczna tylko na odbiornikach końcowych – Δp 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^{T)}

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

1

Projektowanie / Dobór

- **TRADYCYJNE OBLICZENIA^{A)}** 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^{F)}
- Straty ciepła i zyski ciepła na rurociągu są wysokie
- Optymalizacja pracy pompy^{J)} nie jest możliwa jeżeli wymagana wysokość podnoszenia pompy jest poza jej charakterystyką
- Zawory regulacyjne – dobry autorytet^{E)} i wysoka sprawność systemu nie może być osiągnięta^{K)} (tylko w przypadku regulacji modulowanej)
- **ZJAWISKO LOW ΔT ^{H)}** brak regulacji temperatury powrotu, niska sprawność urządzeń produkujących ciepło i chłód

3

Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne^{L)} – **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^{B)} 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^{O)}, stałe i wysokie koszty pompowania

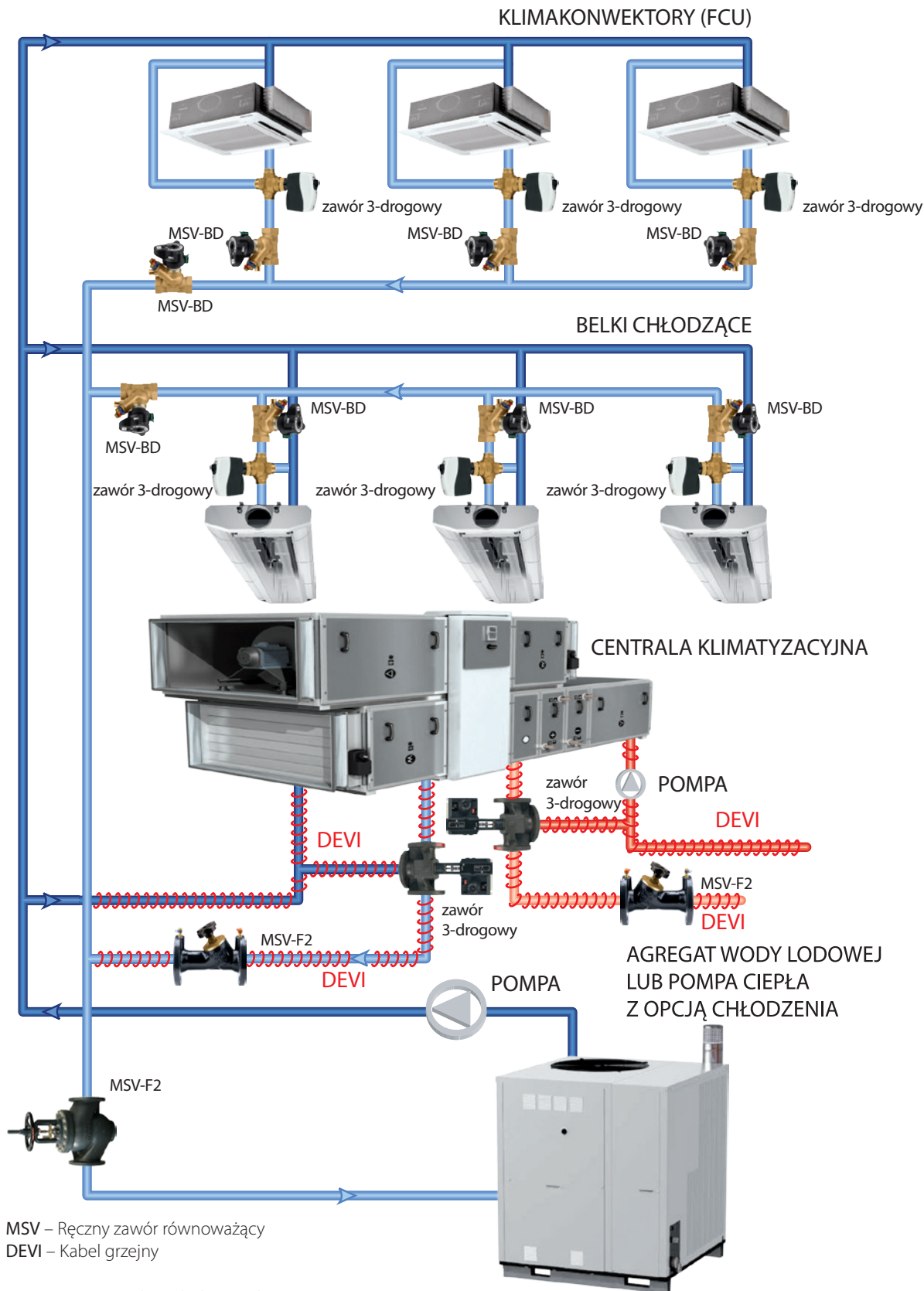
5

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 PRZEPŁYWEM**

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 odbiorników. 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^{A)}** są konieczne: Kv zaworu 3 drogowego, autorytet zaworu 3-drogowego, nastawa zaworu MSV

2

Koszty operacyjne

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

3

Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne^{I)} – **WYSOKIE** (regulacyjny zawór 3-drogowy + MSV + równoważenie)
- Duże średnice zaworów typu partner^{N)}
- Więcej zaworów – wyższe koszty instalacji^{I)} (dodatkowe koszty związane z zakupem zaworów kołnierzowych dla większych średnic)
- **RÓWNOWAŻENIE^{B)}** 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^{F)} są dużo wyższe w przypadku systemu częściowo obciążonego

5

Inne

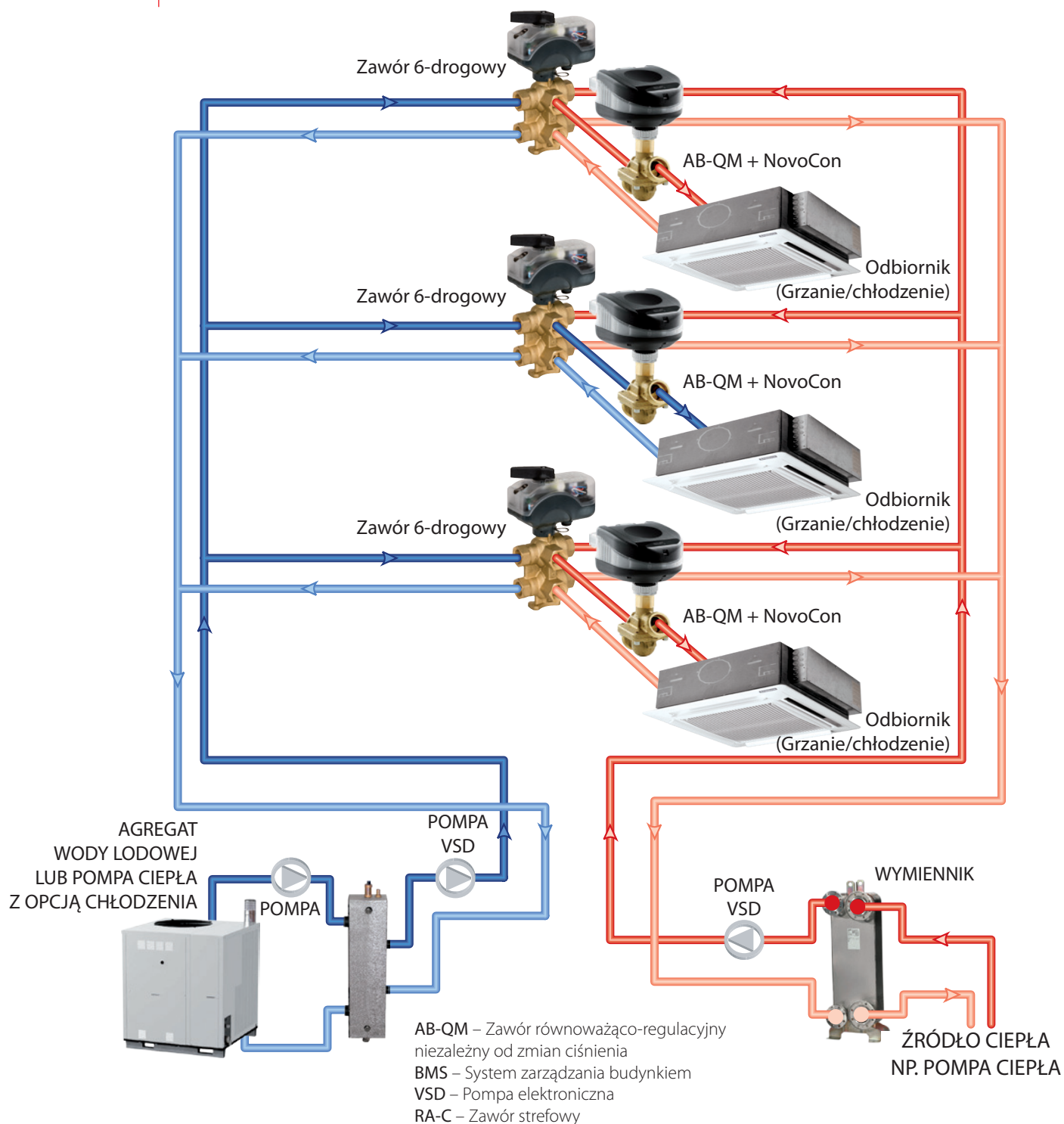
- Ciśnienie zamknięcia zaworów strefowych jest porównywalne z wysokością podnoszenia pompy przy minimalnym przepływie
- Zazwyczaj przewymiarowana pompa
- **SYSTEM Z POZORNIE STAŁYM PRZEPŁYWEM^{G)}** jeżeli nie ma zaworów MSV na by-passie^{P)} (np. w FCU)



2.1.5

System ze zmiennym przepływem, typowa aplikacja dla systemów płaszczyznowych (np. belki sufitowe, klimakonwektory) grzewczo-chłodzących w których używamy tego samego odbiornika z jednym wymiennikiem do ogrzewania i chłodzenia.

(W tej aplikacji zapewniamy przepływ zmienny w rurociągu dystrybucyjnym dla ciepła i chłodu niezależnie. Zapewniamy również ograniczenie przepływu i jego regulację w odbiornikach niezależnie od zmian ciśnienia w systemie co w efekcie eliminuje występowanie zjawiska nadprzepływu podczas całego czasu użytkowania systemu. Do przełączenia czynnika (grzanie/chłodzenie) w obiegu odbiornika wykorzystujemy za zawór 6-drogowy. Dzięki zastosowaniu napędów cyfrowych Novocon aplikacja ta oferuje wiele dodatkowych zdalnych funkcji (m.in. płukanie, odpowietrzenie, nastawa, wykrywanie awarii) a po zastosowaniu dodatkowych czujek temperatury może być wykorzystywana do alokacji zużycia energii i zaawansowanych funkcji regulacji (np. pilnowanie dt).



*Zalecana – poprawna pod względem technicznym, wysoka sprawność

1

Projektowanie / Dobór

- **PROSTA METODA OBLICZENIOWA:** nie są potrzebne wartości Kv, 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. Δp na zaworze i strat ciśnienia w systemie przy przepływie nominalnym
- Zawory sześci drogowe pozwalają na zdalne przełączenie medium (grzanie/chłodzenie) a zawory AB-QM gwarantują idealną regulację niezależną od zmian ciśnienia.

2

Koszty operacyjne

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

3

Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne^{I)} – **NISKIE** (1 sztuka zaworu AB-QM do równoważenia i regulacji oraz 1 szt. zaworu 6-drogowego do przełączenia medium)
- Brak dodatkowych elementów hydraulicznych w instalacji
- Tylko 2 zawory dla każdego z odbiorników gwarantują idealne równoważenie, regulację i przełączenie oraz zaawansowane funkcje niedostępne w innych rozwiązaniach
- Równoważenie systemu nie jest wymagane^{B)}
- Zalecana pompa o zmiennej prędkości obrotowej^{S)}

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^{K)}
- Pompa o zmiennej prędkości obrotowej pozwala na duże oszczędności energii^{T)}

5

Inne

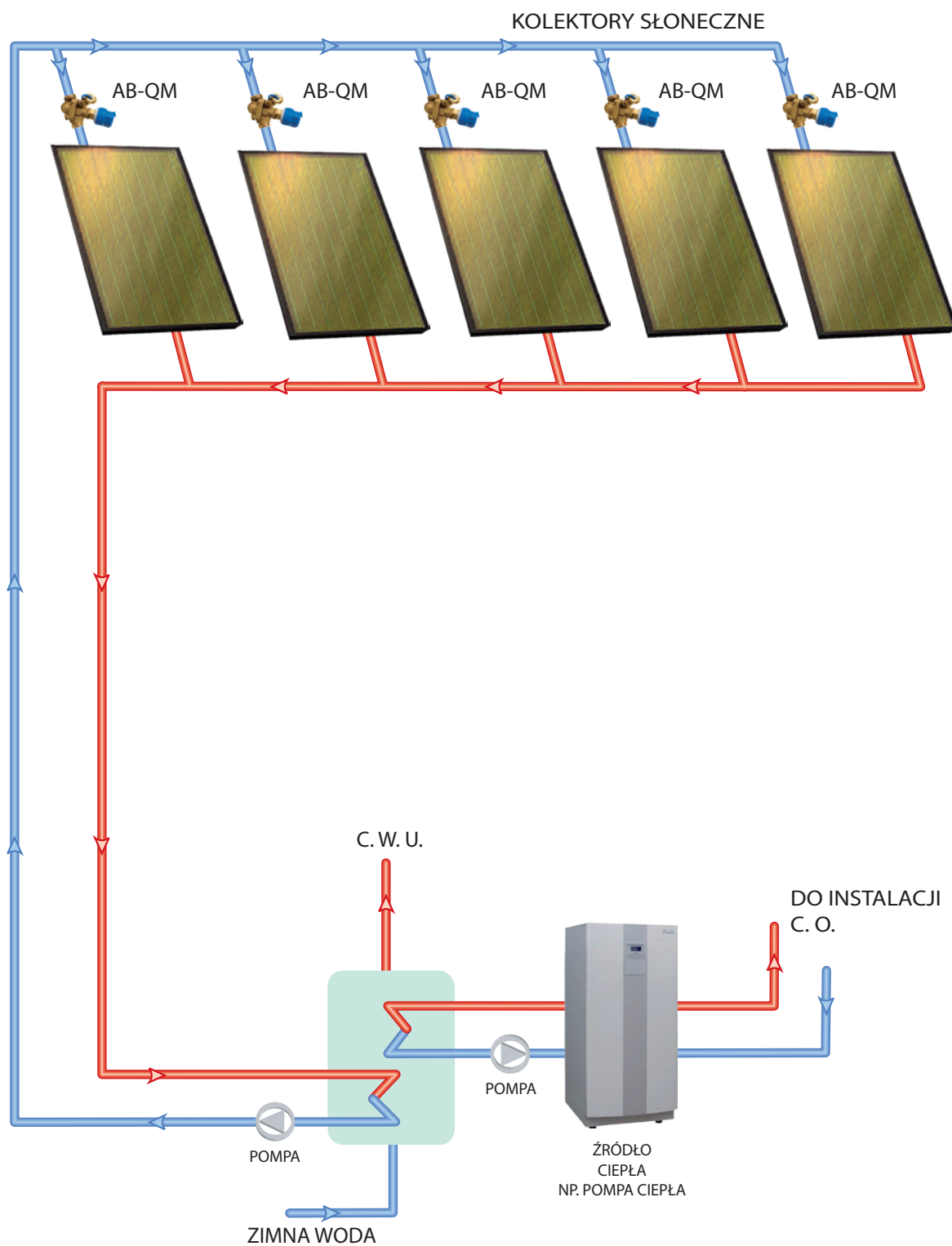
- AB-QM poprawnie pracuje nawet przy ciśnieniu 6 bar
- Nie występuje zjawisko nadprzepływu^{L)}
- Łatwa optymalizacja pracy pompy
- Minimalne, całkowite zapotrzebowanie na energię, **MAKSYMALNA OSZCZĘDNOŚĆ**
- Dzięki zastosowaniu napędu cyfrowego Novocon (dla AB-QM) oraz zaworu 6-drogowego z napędem przełączającym dostępne unikalne funkcje zdalne oraz pełna komunikacja z systemem nadrzędnym BMS po szynie BACnet lub ModBus.
- Możliwość alokowania zużytej energii i innych zaawansowanych funkcji po zastosowaniu dodatkowych czujek temperatury.
- Napęd Novocon wyposażony jest w wejścia (1) i wyjścia (1) analogowe oraz wejścia rezystancyjne (2) które umożliwiają m.in. sterowanie silnikiem wentylatora klimakonwektora lub belki, podłączenie czujki CO₂, czujki wilgotności, kontaktronu okiennego, czytnika kluczy hotelowych.



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 d_p 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

- Równoważenie 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

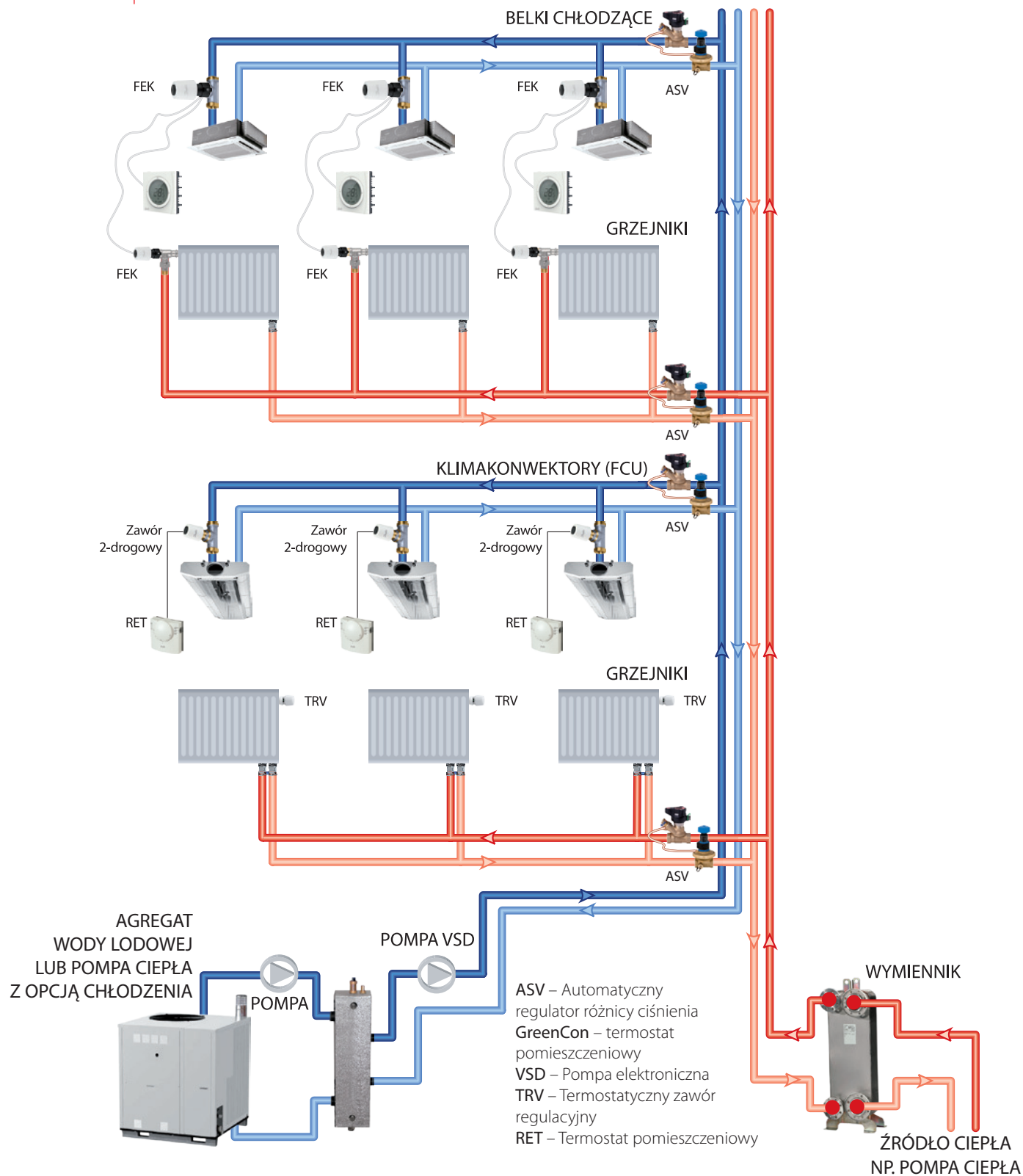
- Zawór AB-QM pracuje poprawnie nawet przy ciśnieniu 6 bar – parametr przydatny przy rozległych instalacjach
- Łatwa optymalizacja pracy pompy



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^{A)}** 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^{F)} (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^{J)}
- Samodzielne zawory regulacyjne (regulacja proporcjonalna) – niewielkie oscylacje temperatury w pomieszczeniach^{K)}
- **PONOWNE RÓWNOWAŻENIE^{C)}** systemu nie jest konieczne
- Wysoka sprawność urządzeń produkujących ciepło i chłód w powiązaniu z dużą wartością ΔT w systemie

3

Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne^{I)} – **WYSOKIE**, należy uwzględnić urządzenia regulacyjno-pomiarowe (tani zawór 2-drogowy + FEK; ASV na pętlach oraz czujka punktu rosy na belkach chłodzących)
- **NIŻSZE** koszty instalacji^{I)} – nie jest potrzebne okablowanie elektryczne
- Równoważenie systemu nie jest konieczne^{B)} tylko wykonanie nastaw
- Pompa o zmiennej prędkości obrotowej^{S)} 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^{Y)} (FEK), wysoki komfort
- Regulacja hydrauliczna tylko na odbiornikach końcowych – Δp 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^{T)}
- Ograniczenie przepływu na gałęziach zostało rozwiązane poprzez wykonanie odpowiednich nastaw na zaworach regulacyjnych

5

Inne

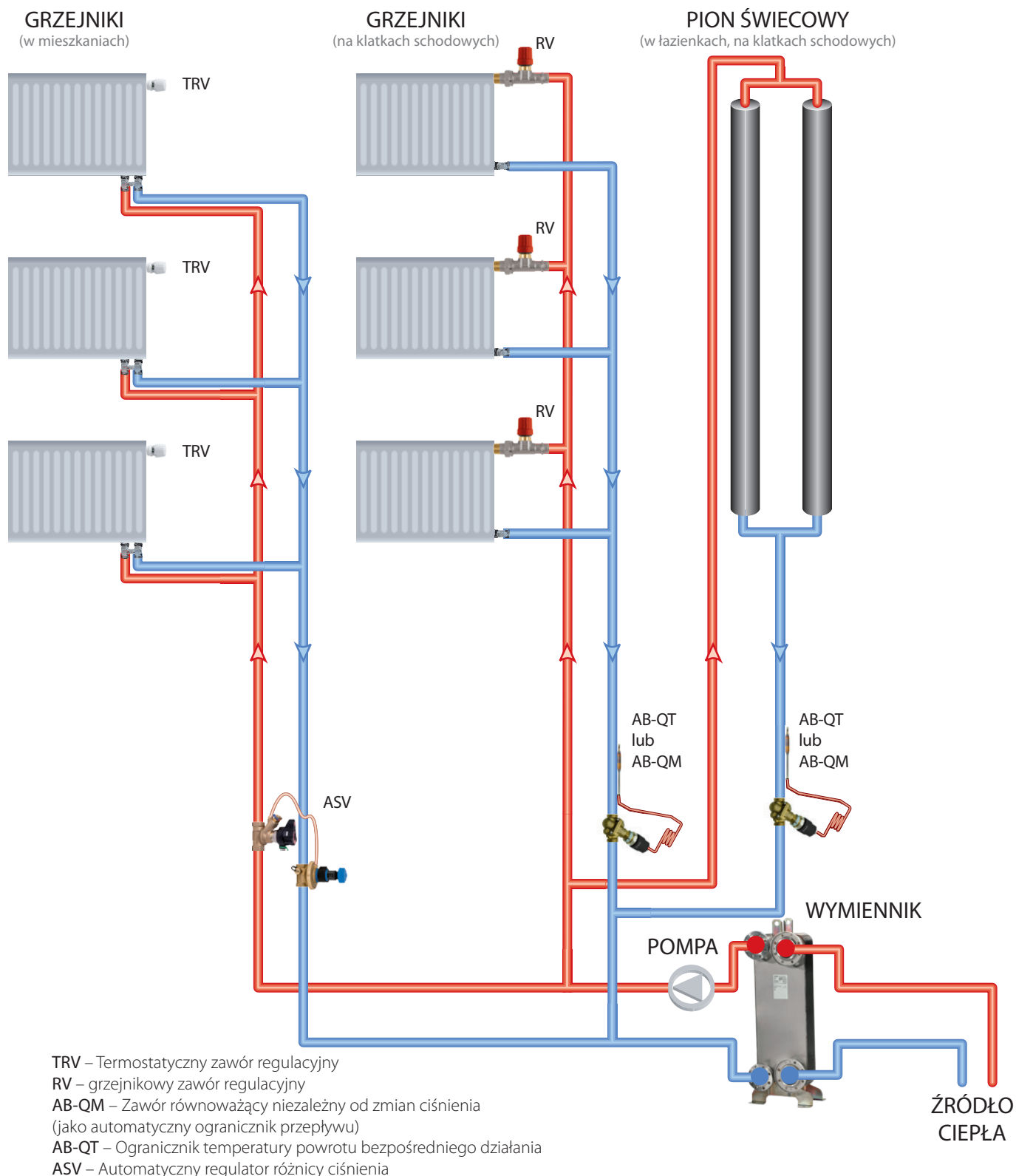
- Ciśnienie zamknięcia na zaworach strefowych powinno być o 50% większe niż ciśnienie nastawione na regulatorze ciśnienia różnicowego
- Lekki nadprzepływ przy systemie częściowo obciążonym (samodzielne regulatory częściowo korygują to zjawisko)
- Zazwyczaj pompa jest przewymiarowana aby osiągnąć właściwe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



2.1.8

System ze zmiennym przepływem, typowa aplikacja dla 2-rurowych systemów grzewczych z grzejnikami wyposażonymi w termostacyjne 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^{A)}** są konieczne ze względu na TRV: Kv (nastawa) zaworu
- Obliczenia nastaw dotyczące TRV na pętli kontrolowanej przez regulator Δp
- Uprozczone obliczenia hydrauliczne (możliwość podziału systemu na gałęzie z kontrolą Δp)
- Łatwy dobór regulatora różnicy ciśnienia: zalecany spadek ciśnienia równy 10 kPa
- Dobór pompy na parametry przepływu nominalnego

2

Koszty operacyjne

- **NISKIE** koszty pompowania^{F)}
- Straty ciepła i zyski ciepła na rurociągach są małe
- Potrzebna pompa o większej wysokości podnoszenia
- Optymalizacja pracy pompy^{J)} jest prosta
- TRV – zazwyczaj gwarantują **DOBRY AUTORYTET^{E)}** – posiadają samodzielną regulację, niewielkie oscylacje temperatury w pomieszczeniach^{K)}
- **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 termostaticznego QT

3

Koszty inwestycyjne

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

4

Instalacja i uruchomienie systemu

- Regulacja hydrauliczna tylko na grzejnikach. Wartość Δp na TRV jest zbliżona do stałej
- Praca systemu przy pełnym i częściowym obciążeniu – **DOBRA** – bardzo dobry komfort
- Minimalne oscylacje temperatury w pomieszczeniach^{K)}
- Pompa ze zmienną prędkością obrotową zapewnia oszczędność energii^{T)}

5

Inne

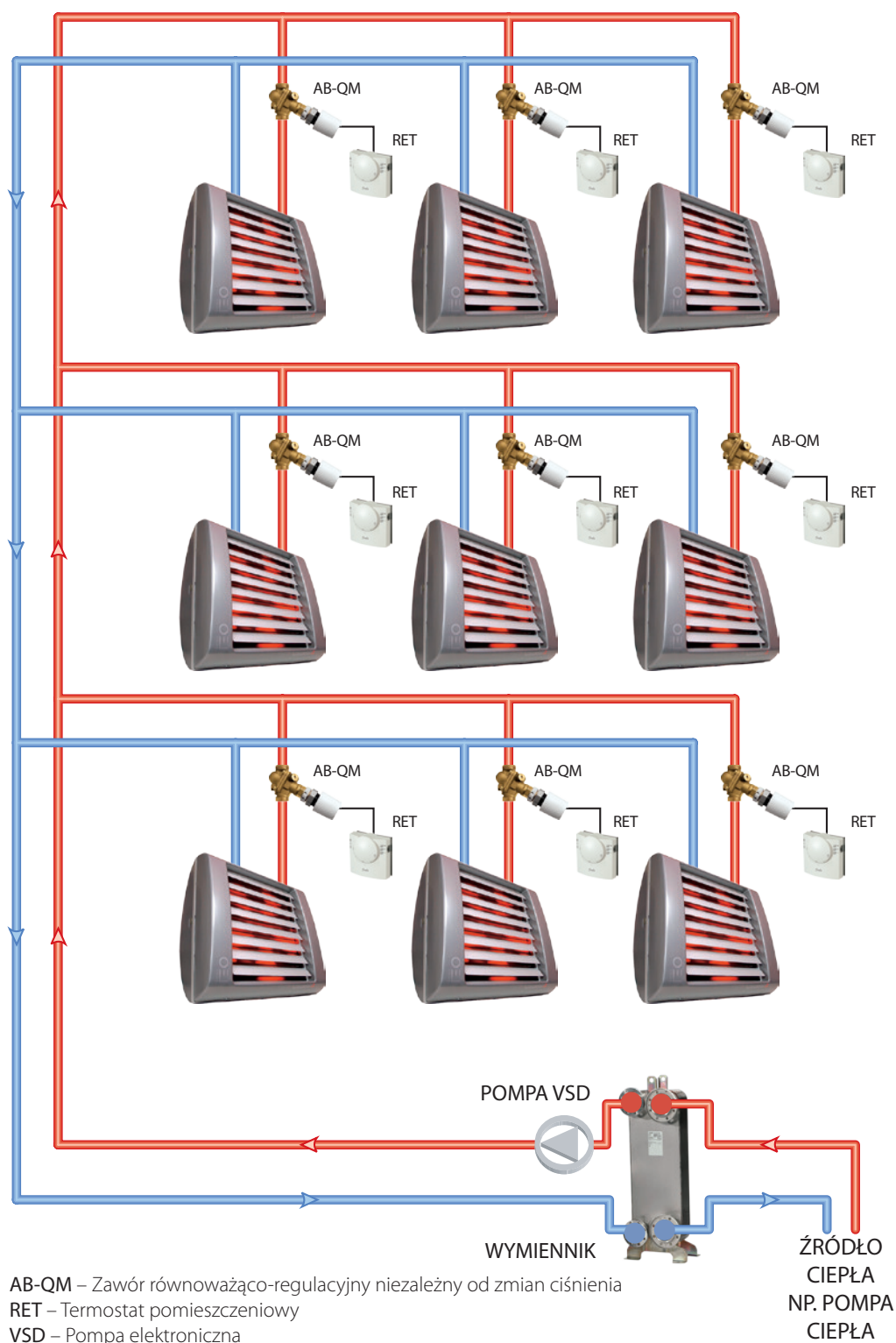
- Ciśnienie zamknięcia na TRV powinno być 50% wyższe niż Δp nastawione na ASV
- Lekki nadprzepływ przy systemie częściowo obciążonym (samodzielne regulatory częściowo korygują to zjawisko)



2.1.9

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 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
- Proste obliczenia nastaw zgodnie z wymaganym zapotrzebowaniem na ciepło / chłód
- Wysokość podnoszenia pompy obliczona na podstawie minimalnego Δp na zaworze i spadku ciśnienia w systemie przy przepływie nominalnym

2

Koszty operacyjne

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

3

Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne^{I)} – **NISKIE** (tylko 2-drogowe zawory AB-QM)
- Żadne dodatkowe elementy hydrauliczne nie są wymagane
- Najmniejsza możliwa ilość zaworów w systemie (niskie koszty instalacji^{I)})
- Równoważenie^{B)} systemu nie jest wymagane
- Pompa elektroniczna^{S)} 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^{T)}

5

Inne

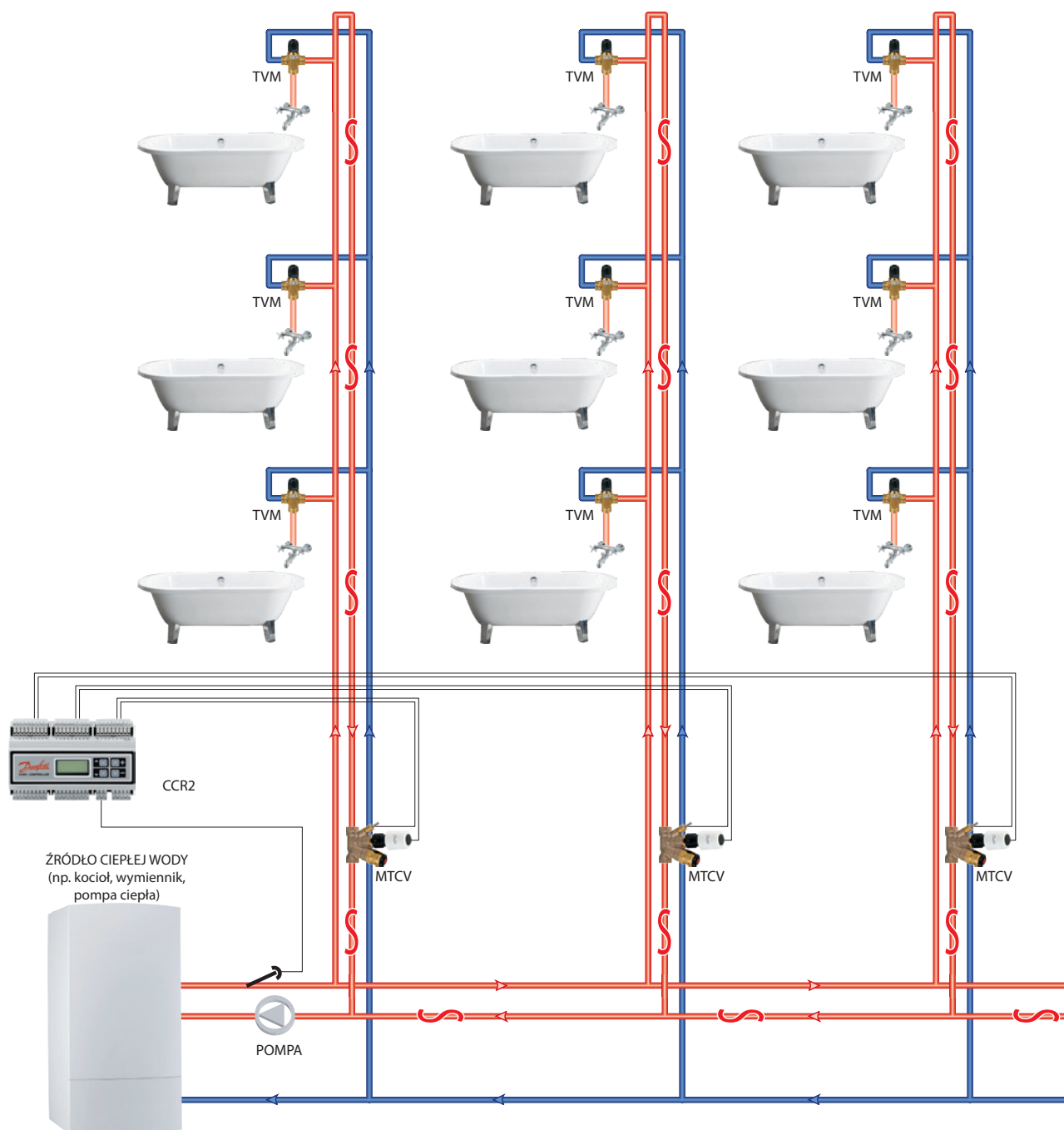
- AB-QM pracuje poprawnie nawet przy ciśnieniu 6 bar
- Nie występuje zjawisko nadprzepływu^{L)}
- Łatwa optymalizacja pracy pompy
- Minimalne całkowite zapotrzebowanie na energię
- **MAKSYMALNA OSZCZĘDNOŚĆ ENERGII**



2.1.10

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^{F)}
- Straty ciepła na rurociągu cyrkulacyjnym są minimalne
- Optymalizacja pracy pompy^{J)} jest łatwa
- Samodzielne zawory regulacyjne (regulacja proporcjonalna) – zapewnienie stałej temperatury w każdym punkcie odbioru^{Z)}
- **PONOWNE RÓWNOWAŻENIE**^{C)} systemu nie jest konieczne
- Wysoka sprawność urządzenia produkującego ciepło dzięki dużej wartości ΔT w systemie

3

Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne^{I)} – **WYSOKIE**: konieczne urządzenia sterujące (kosztowne zawory MTCV z napędami oraz sterownik CCR2, ponadto (jako opcja) termostaticzne zawory mieszające)
- **NISKIE** koszty instalacji^{I)} – zawory typu partner nie są konieczne^{N)}
- Równoważenie systemu nie jest wymagane^{B)}
- Rekomendowana jest pompa o zmiennej prędkości obrotowej^{S)} (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^{T)}

5

Inne

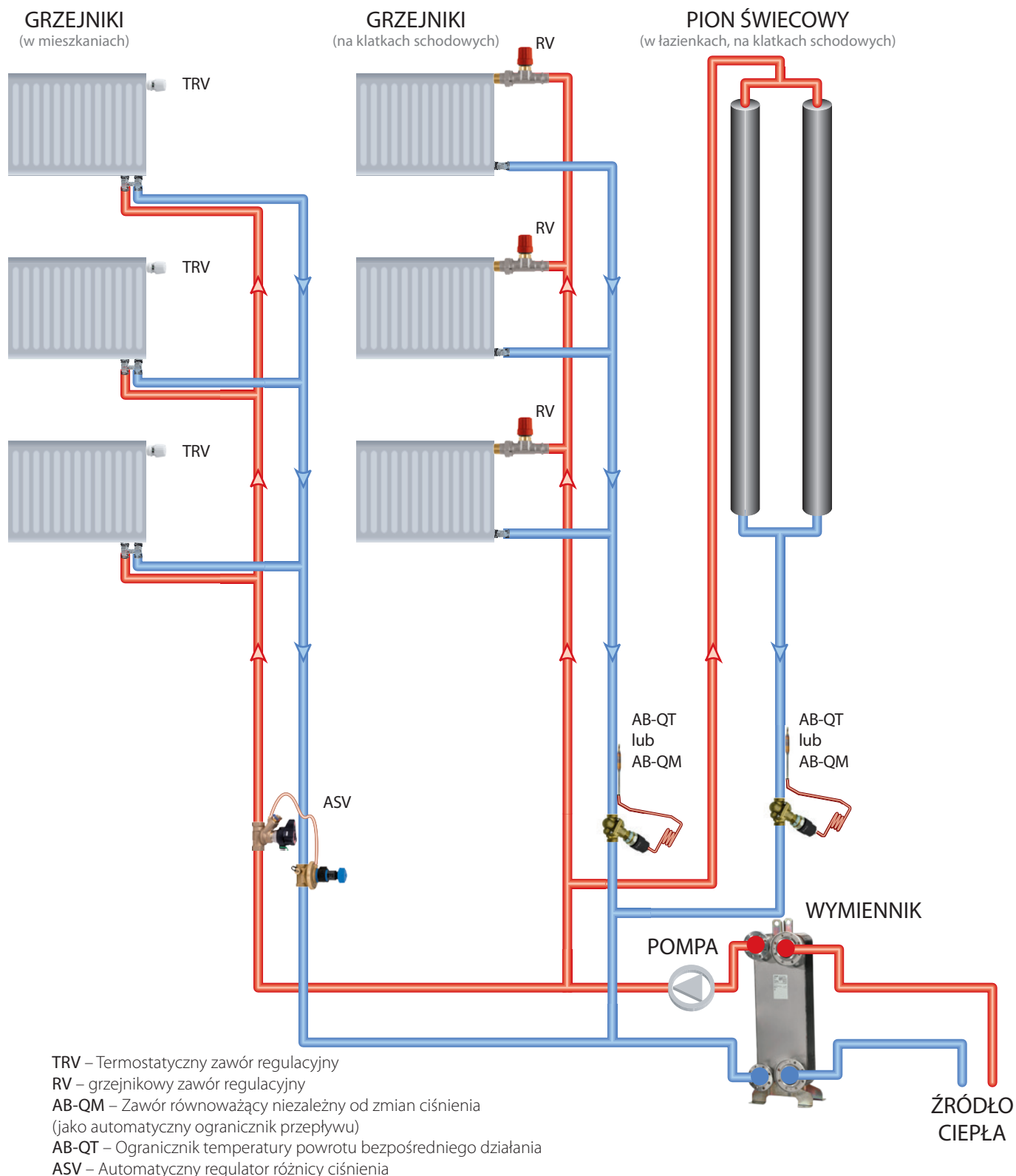
- Nie występuje zjawisko nadprzepływu, przepływ w rurociągu cyrkulacyjnym jest zgodny z zapotrzebowaniem chwilowym (w przypadku, gdy temperatura jest zbyt wysoka zawór MTCV ogranicza cyrkulację)
- Właściwy podział kosztów dzięki podobnej temperaturze wypływu na każdym z odbiorników (w przypadku wykorzystania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



2.1.11

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^{A)}** są konieczne ze względu na TRV:
 - Kv (nastawa) zaworu
- Obliczenia nastaw dotyczące TRV na pętli kontrolowanej przez regulator Δp
- Uprozczone obliczenia hydrauliczne (możliwość podziału systemu na gałęzie z kontrolą Δp)
- Łatwy dobór regulatora różnicy ciśnienia: zalecany spadek ciśnienia równy 10 kPa
- Dobór pompy na parametry przepływu nominalnego

2

Koszty operacyjne

- **NISKIE** koszty pompowania^{F)}
- Straty ciepła i zyski ciepła na rurociągach są małe
- Potrzebna pompa o większej wysokości podnoszenia
- Optymalizacja pracy pompy^{J)} jest prosta
- TRV – zazwyczaj gwarantują **DOBRY AUTORYTET^{E)}** – posiadają samodzielną regulację, niewielkie oscylacje temperatury w pomieszczeniach^{K)}
- **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 termostaticznego QT

3

Koszty inwestycyjne

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

4

Instalacja i uruchomienie systemu

- Regulacja hydrauliczna tylko na grzejnikach. Wartość Δp na TRV jest zbliżona do stałej
- Praca systemu przy pełnym i częściowym obciążeniu – **DOBRA** – bardzo dobry komfort
- Minimalne oscylacje temperatury w pomieszczeniach^{K)}
- Pompa ze zmienną prędkością obrotową zapewnia oszczędność energii^{T)}

5

Inne

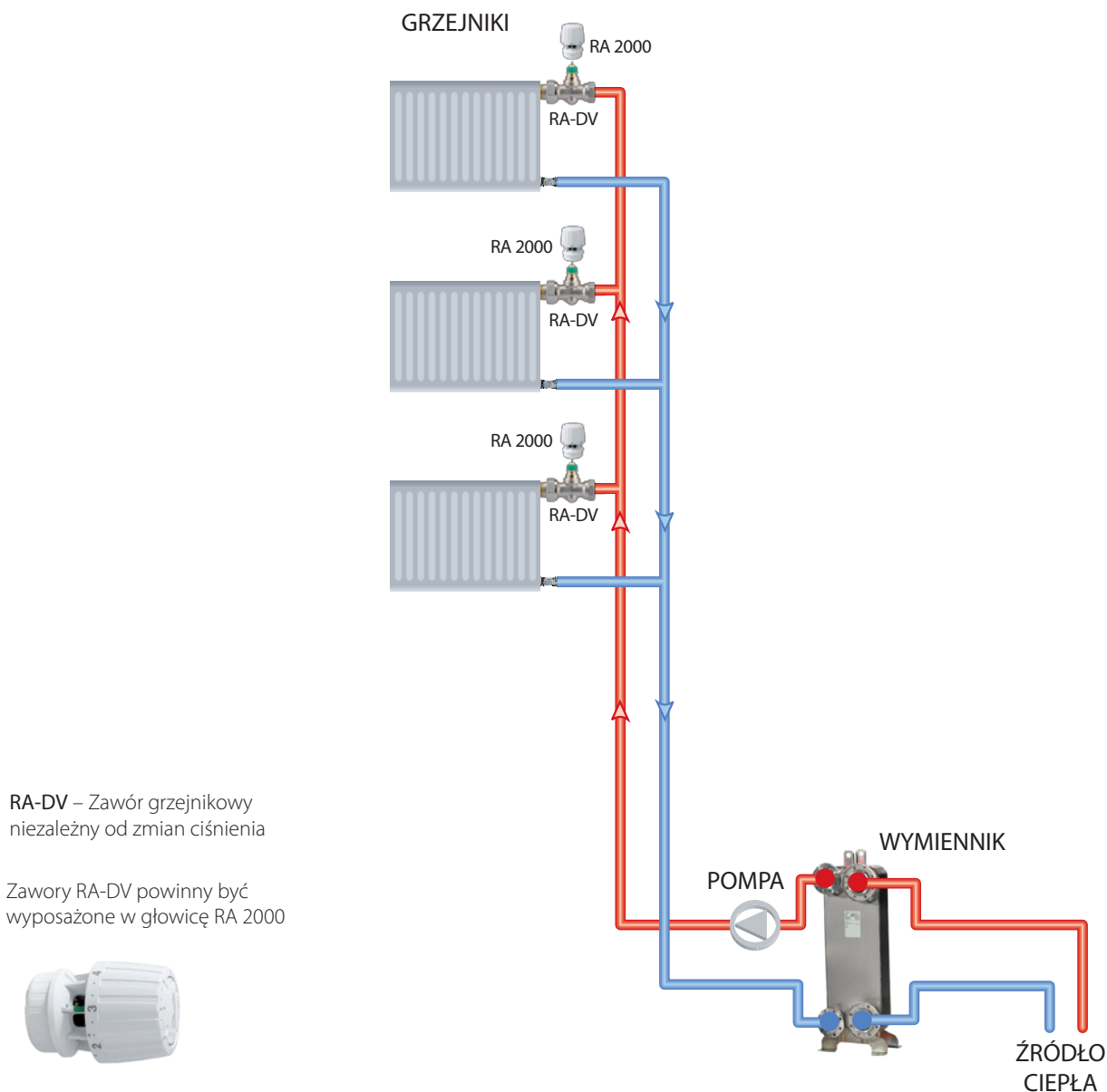
- Ciśnienie zamknięcia na TRV powinno być 50% wyższe niż Δp nastawione na ASV
- Lekki nadprzepływ przy systemie częściowo obciążonym (samodzielne regulatory częściowo korygują to zjawisko)



2.1.12

System ze zmiennym przepływem, typowa aplikacja dla modernizowanych 2-rurowych systemów centralnego ogrzewania w których grzejniki są wyposażone głowice termostaticzne ze złączem zatraskowym Danfoss RA

(W tej aplikacji zapewniamy przepływ zmienny w rurociągu dystrybucyjnym oraz utrzymanie stałego ciśnienia różnicowego 0,1 bar na każdym z zaworów grzejnikowych dzięki wbudowanemu w zawór regulatorowi ciśnienia w efekcie czego zagwarantowane jest utrzymywanie nastawionego przepływu niezależnie od częściowego obciążenia systemu i od oscylacji (zmian) ciśnienia w systemie. Dzięki temu eliminujemy zjawisko nadprzepływu podczas całego czasu pracy systemu a tym samym zapewniamy poprawną dystrybucję medium także podczas pracy systemu w warunkach innych niż projektowe oraz eliminujemy problemy z hałasem podczas częściowego obciążenia systemu.)



*Zalecana – poprawna pod względem technicznym, wysoka sprawność

1

Projektowanie / Dobór

- Prosta metoda obliczeniowa i dobór: nie musimy znać wartości kv, obliczenia autorytetu zaworu nie są konieczne, dobór jedynie na podstawie mocy grzejnika
- Proste obliczenia nastaw wstępnych zgodnie z wymaganym przepływem przez grzejnik
- Autorytet zbliżony do 1: dokładność regulacji nie zależy od zmian ciśnienia w instalacji oraz od nastawy na zaworze
- Mniejsza ilość zaworów regulacyjnych do doboru skraca czas projektowania
- Dopuszczalny spadek ciśnienia na zaworze RA-DV w zakresie 0,1 do 0,6 bar

2

Koszty operacyjne

- Niskie koszty pompowania. Nie występuje zjawisko nadprzepływów, ponieważ zawór RA-DV utrzymuje stały przepływ niezależnie od zmian ciśnienia w instalacji
- Niższa wartość wysokości podnoszenia pracy
- Minimalizacja oscylacji temperatury w pomieszczeniach
- Równomierna dystrybucja ciepła, nawet w obiegach krytycznych
- Ponowne równoważenie systemu nie jest wymagane, np. po zmianie ilości grzejników w instalacji
- Wyższa sprawność energetyczna, dzięki prawidłowej temperaturze powrotu medium grzejnego

3

Koszty inwestycyjne

- Nie ma konieczności wykonywania inwentaryzacji instalacji
- Żadne dodatkowe elementy regulacyjne (np. zawory podpionowe) nie są wymagane
- Najmniejsza możliwa ilość zaworów regulacyjnych w układzie
- Równoważenie systemu nie jest wymagane

4

Instalacja i uruchomienie systemu

- Regulacja hydrauliczna tylko na odbiorniku
- Zrównoważenie systemu przy pełnym i przy częściowym obciążeniu
- Równoważenie systemu podczas uruchomienia nie jest wymagane
- Konieczność sprawdzenia za pomocą narzędzia dp tool™ spadku ciśnienia w obiegu krytycznym celem optymalizacji punktu pracy pompy

5

Inne

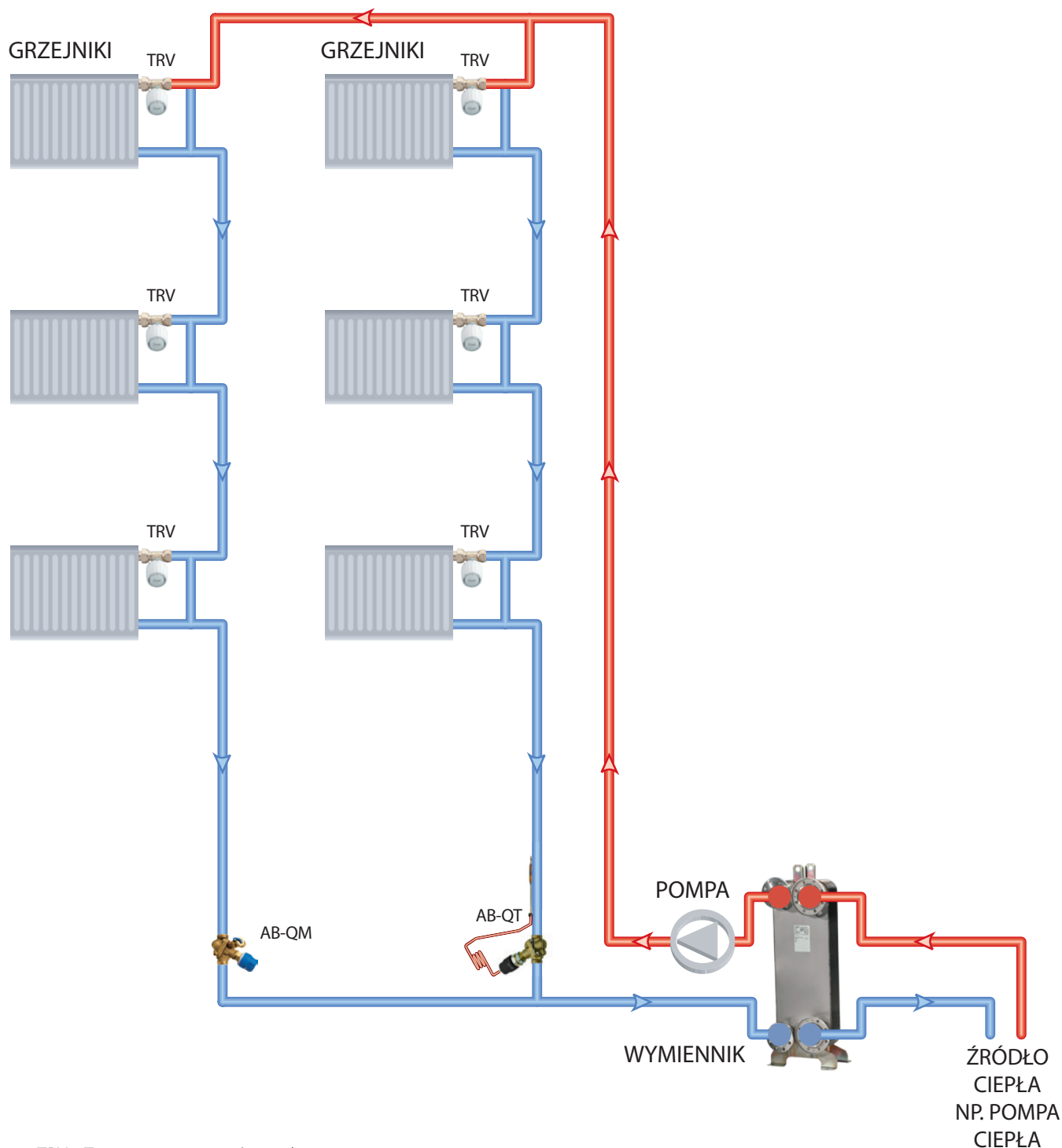
- Łatwa optymalizacja pracy pompy dzięki narzędziu dp tool™ do pomiaru spadku ciśnienia na zaworze RA-DV
- Maksymalne oszczędności energii
- Nie występuje zjawisko nadprzepływów
- Cicha praca instalacji



2.1.13

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 „ α ” (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^{F)}
- 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^{J)}
- Optymalizacja pracy pompy jest możliwa (z AB-QM'em wyposażonym w złączki pomiarowe) i VSD^{J)}
- **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^{I)} – **WYSOKIE** (TRV + AB-QM na pionach)
- Mniejsza ilość zaworów niż w rozwiązaniu z ręcznymi zaworami równoważącymi, niższe koszty instalacji^{I)}
- Równoważenie^{B)} systemu nie jest konieczne (wystarczy tylko wykonanie nastaw na AB-QM lub AB-QT)
- Pompa o zmiennej prędkości obrotowej^{S)} 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^{K)} – samodzielna regulacja, chociaż zyski ciepła z rurociągu będą miały wpływ na zakłócanie regulacji

5

Inne

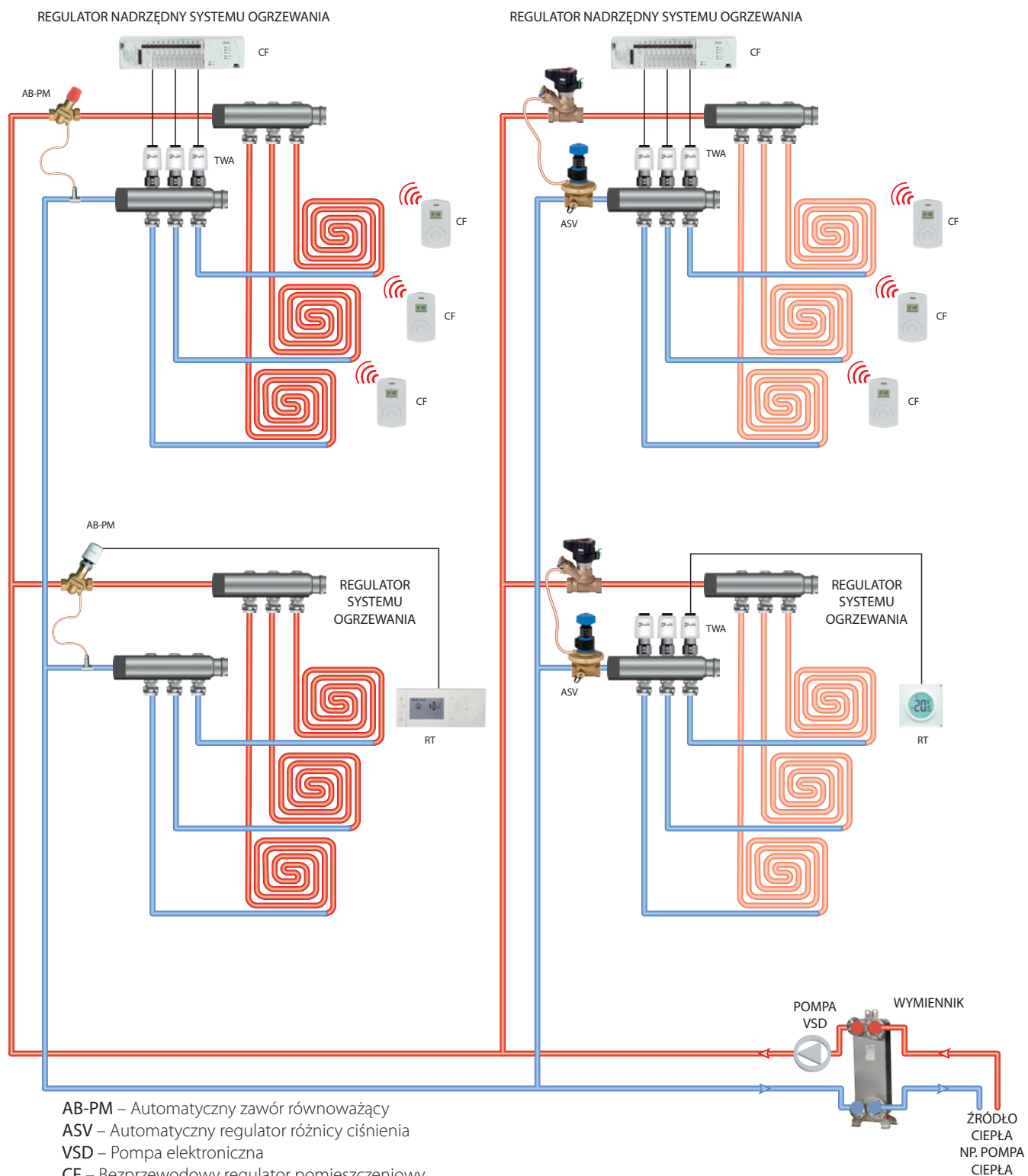
- Ciśnienie zamknięcia TRV jest bardzo niskie – wystarczająca jest wartość 0,6 bar, najlepsze działanie jest zapewnione w przedziale od 0,1 do 0,3 bar
- Niewielki nadprzepływ przy systemie częściowo obciążonym (AB-QM zapewnia stały przepływ^{G)} na pionach w przypadku gdy TRV są zamknięte, stosując ogranicznik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



2.1.14

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^{A)}** są konieczne dla zaworu nastawczego we wszystkich pętlach: Kv, obliczenia spadku ciśnienia
- Obliczenia nastaw dotyczące zaworu regulacyjnego wewnątrz pętli z kontrolowaną wartością Δp
- 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^{F)}
- 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^{J)} jest łatwa
- Typowa regulacja ON/OFF z dużą bezwładnością charakterystyczną dla ogrzewania podłogowego

3

Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne^{I)} – **ŚREDNIE** (regulacyjny zawór strefowy + ASV na wejściu do każdego rozdzielacza, lub jeden zawór regulacyjno-równoważący AB-PM przed rozdzielaczem)
- Mniejsza ilość zaworów niż w rozwiązaniu z ręcznymi zaworami równoważącymi, niższe koszty instalacji^{I)}
- Równoważenie^{B)} systemu nie jest konieczne
- Pompa o zmiennej prędkości obrotowej^{S)} jest rozwiązaniem rekomendowanym (regulowana – stała wartość ciśnienia dyspozycyjnego)

4

Instalacja i uruchomienie systemu

- Regulacja hydrauliczna tylko na rozdzielaczu. Wartość Δp zbliżona do wartości stałej
- Praca systemu przy częściowym i całkowitym obciążeniu – **DOBRA** – niższa temperatura w pomieszczeniach
- Pompa ze zmienną prędkością obrotową zapewnia oszczędność energii^{T)}

5

Inne

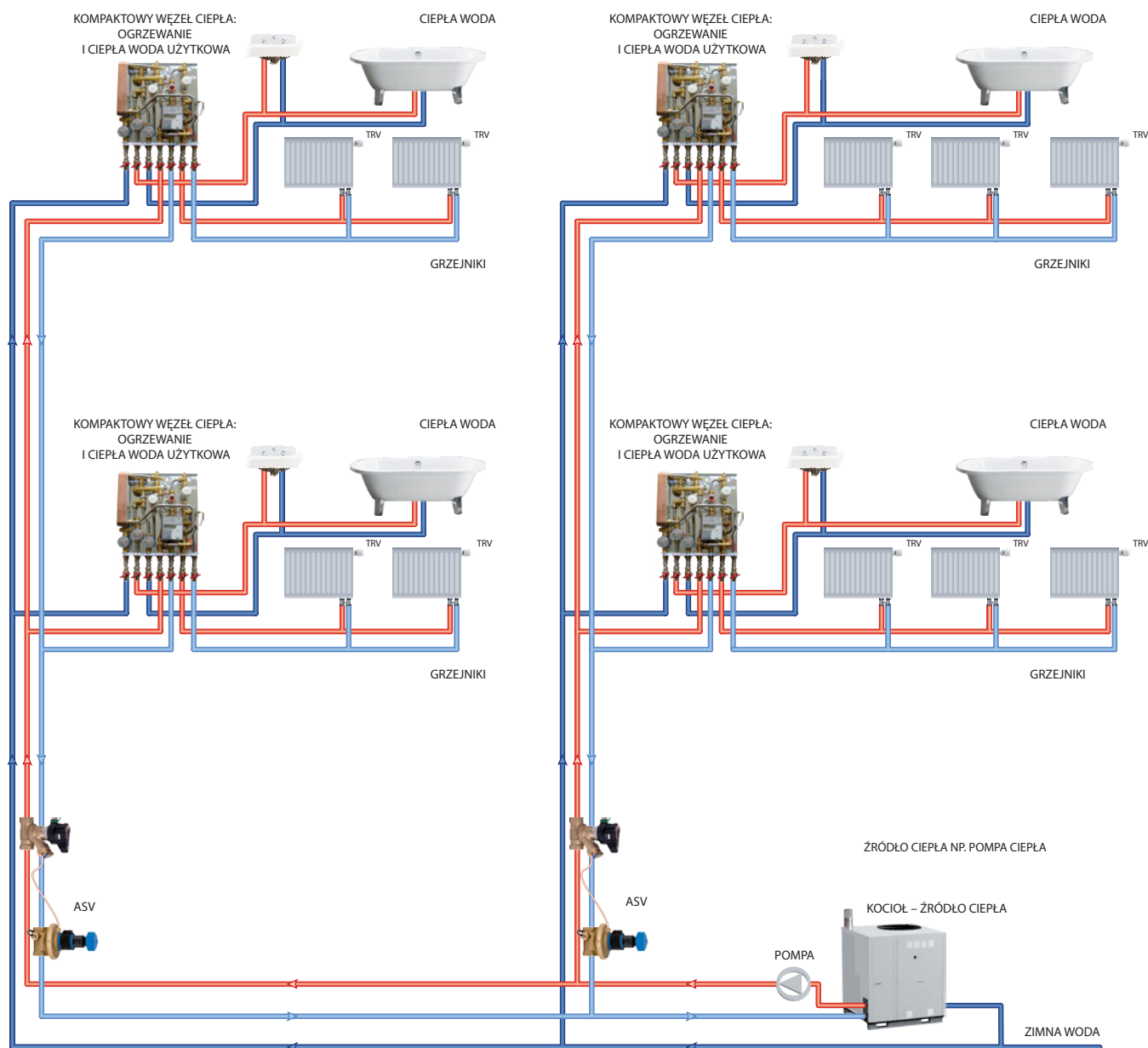
- Ciśnienie zamknięcia na zaworze strefowym powinno być 50% wyższe niż ciśnienie nastawione na regulatorze ciśnienia różnicowego
- Niewielki nadprzepływ podczas pracy systemu częściowo obciążonego (stała wartość ciśnienia różnicowego każdej pętli)



2.1.15

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 – Termostaticzny zawór regulacyjny

*Zalecana – poprawna pod względem technicznym, wysoka sprawność

1

Projektowanie / Dobór

- Wartość żądana Δp 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 Δp (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 zimie. Na regulatorze ASV powinna zostać nastawiona najwyższa wartość

2

Koszty operacyjne

- **ŚREDNIE** koszty pompowania^{F)} (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 Δp wymagane na węźle mieszkaniowym oraz duże spadki ciśnienia na automatycznym regulatorze różnicy ciśnienia

3

Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne^{I)} – **DUŻE**
- Mniejsza ilość rurociągów i dodatkowego wyposażenia – brak systemu cwu, przygotowanie cwu w węźle mieszkaniowym
- Równoważenie jest konieczne (nastawa Δp na automatycznym regulatorze różnicy ciśnienia)
- Pompa ze zmienną prędkością obrotową^{S)} 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^{M)}, ogrzewanie sterowane wartością Δp , 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^{T)}

5

Inne

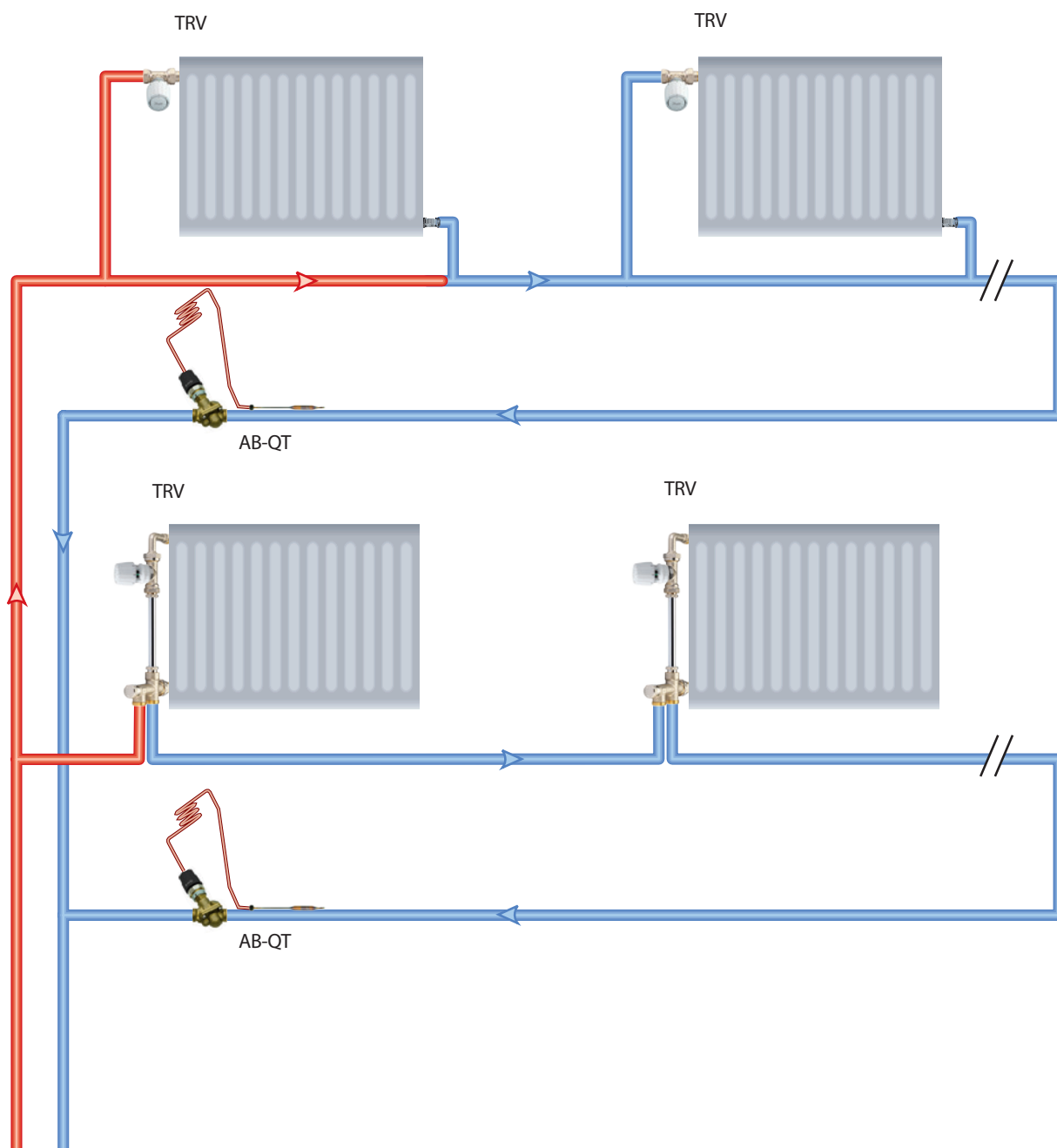
- Regulacja temperatury ciepłej wody użytkowej niezależna od ciśnienia
- Niewielki nadprzepływ podczas pracy systemu przy częściowym obciążeniu (szybka reakcja regulatora temperatury kompaktowego węzła mieszkaniowego przy przygotowaniu ciepłej wody użytkowej)
- By-pass wbudowany w stacji mieszkaniowej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



2.1.16

Jednorurowy system ogrzewania o rozprowadzeniu poziomym z termostaticznymi zaworami grzejnikowymi i automatycznymi ogranicznikami temperatury powrotu

(W tej aplikacji zapewniamy automatyczne ograniczanie przepływu we wszystkich obiegach grzewczych oraz automatyczne ograniczanie temperatury na powrocie w celu zapewnienia optymalnego ΔT w pętach grzewczych podczas częściowego obciążenia systemu, czyli gdy temperatura zewnętrzna jest wyższa niż obliczeniowa)



TRV - Termostaticzny zawór regulacyjny

AB-QT - Ogranicznik temperatury powrotu bezpośredniego działania

*Zalecana – poprawna pod względem technicznym, średnia sprawność

1

Projektowanie / Dobór

- Tradycyjne podłączenia grzejników: należy zastosować specjalną metodę obliczeniową uwzględniającą współczynnik „a” (udział grzejnika) oraz wielkość grzejnika. Wartość Kv (przepustowość) zaworu TRV powinna być wzięta pod uwagę (obliczenia strat ciepła na pionach)
- W przypadku dwupunktowego podłączenia grzejników (dolna część rysunku na sąsiedniej stronie): Współczynnik „a” ma wpływ na maksymalną liczbę zastosowanych grzejników (konieczne obliczenia temperatury medium za każdym z grzejników)
- **UPROSZCZONA METODA OBLICZENIOWA (ODNIESIONA DO ODCHYLEK PRZEPŁYWÓW MIĘDZY PIONAMI)**
- Obliczenie nastaw na termostatycznych zaworach grzejnikowych nie jest konieczne
- Prosty wybór nastawy temperatury na module siłownika termostatycznego QT
- Dobór pompy oparty na wartości przepływu nominalnego

2

Koszty operacyjne

- **WYŻSZE** koszty pompowania ^{F)} pomimo tego, że jest to system ze zmiennym przepływem to wymaga elementu termostatycznego QT, który zamyka zawór AB-QM
- Straty ciepła na rurociągach są wysokie ale większość z nich jest oddawana do pomieszczenia (poziomy)
- Zastosowanie elementu termostatycznego QT pozwala na zwiększenie oszczędności energii
- Potrzebna jest większa pompa – długi rurociąg i relatywnie duża wartość Kv na termostatycznym zaworze grzejnikowym oraz wymóg minimalnej wartości Δp na zaworze AB-QM
- Zalecana jest optymalizacja punktu pracy pompy (z AB-QM'em wyposażonym w złączki pomiarowe) i pompą elektroniczną VSD ^{J)}

3

Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne ^{I)} – **WYSOKIE** (TRV + AB-QM na poziomach + moduł QT)
- Mniejsza ilość zaworów niż w rozwiązaniu z ręcznymi zaworami równoważącymi, niższe koszty instalacji ^{I)}
- Łatwy montaż i wykonanie nastawy na module QT (zalecana ewentualna korekta nastawy na podstawie obserwacji działania instalacji)
- Równoważenie ^{B)} systemu nie jest konieczne (wystarczy tylko wykonanie nastaw na zaworze AB-QM i module QT)
- Pompa o zmiennej prędkości obrotowej ^{S)} jest zalecana

4

Instalacja i uruchomienie systemu

- Niewielkie oscylacje temperatury w pomieszczeniu ^{K)} – samodzielna regulacja bazująca na zadanej temperaturze w pomieszczeniu (niska wartość współczynnika Xp)
- Ograniczenie przepływu w pętli za pomocą modułu QT w przypadku wzrostu temperatury na powrocie
- Regulacja hydrauliczna tylko u podstawy poziomów – wielkość przepływu przez pętlę zależy od chwilowego obciążenia systemu
- Praca systemu przy pełnym i częściowym obciążeniu – **DOBRA**

5

Inne

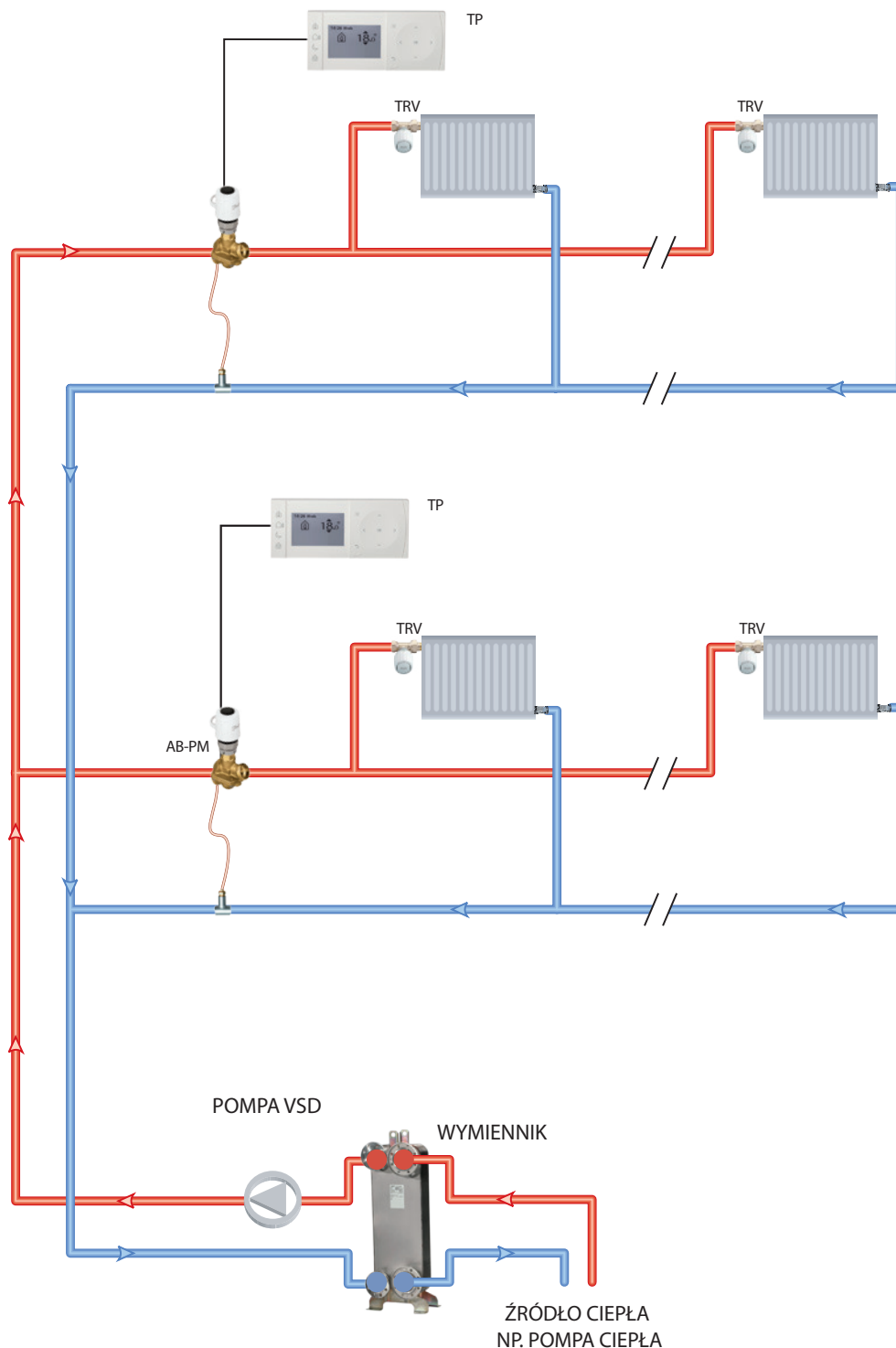
- Ciśnienie zamknięcia TRV jest bardzo niskie – wystarczająca jest wartość 0,6 bar, najlepsze działanie jest zapewnione w przedziale od 0,1 do 0,3 bar
- Ograniczenie przepływu przy systemie częściowo obciążonym gdy temperatura powrotu obniża się z powodu zamkniętych TRV



2.1.17

Dwururowy system ogrzewania o rozproszonym poziomie z indywidualnymi podłączeniami mieszkań wyposażony w termostaticzne zawory grzejnikowe, automatyczne regulatory ciśnienia różnicowego i regulację strefową

(W tej aplikacji zapewniamy automatyczne ograniczanie przepływu dla wszystkich mieszkań, automatyczną regulację ciśnienia różnicowego dla każdego obiegu grzewczego i regulację strefową (programowalną) za pomocą zaworu regulacyjnego dedykowanego dla każdego z mieszkań)



- TRV - Termostaticzny zawór regulacyjny
- AB-PM - Wielofunkcyjny zawór automatyczny - regulator ciśnienia różnicowego i zawór regulacyjny
- TP - Programowalny termostat pomieszczeniowy
- VSD - Pompa elektroniczna

*Zalecana – poprawna pod względem technicznym, wysoka sprawność

1

Projektowanie / Dobór

- **OBLICZENIA TRADYCYJNE**^{A)} są konieczne ze względu na TRV: Kv (nastawa) zaworu
- Obliczenia nastaw dotyczące pętli regulowanych przez regulator Δp
- Uprozczone obliczenia hydrauliczne (możliwość podziału systemu w powiązaniu z rozmieszczeniem regulatora różnicy ciśnień)
- Dokładny dobór ogranicznika przepływu-regulatora Δp odbywa się za pomocą diagramu. Nastaw zaworu AB-PM zależy od żądanej wartości przepływu i start ciśnienia w regulowanej pętli
- Dobór pompy w zależności od przepływu nominalnego
- Regulacja strefowa jest funkcją dodatkową która jest możliwa do uzyskania po rozbudowaniu systemu o termostat pomieszczeniowy i napęd on/off

2

Koszty operacyjne

- **OBNIŻONE ZUŻYCIE ENERGII** w poszczególnych mieszkaniach, TRV zapewniają optymalizację temperatury w każdym pomieszczeniu a zastosowanie zaworów strefowych wraz z termostatem programowalnym pozwala na oszczędzanie energii w zależności od preferencji użytkownika
- Lepsza sprawność systemu – niewielka oscylacja temperatury^{K)} w pomieszczeniu ze względu na możliwy dobry autorytet^{E)} zaworów regulacyjnych TRV
- Niskie koszty pompowania^{F)}
- Straty ciepła na rurociągu dystrybucyjnym są małe
- Potrzebna jest większa pompa – dodatkowy spadek ciśnienia na zaworze AB-PM
- Zalecana jest optymalizacja punktu pracy pompy^{J)}

3

Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne^{I)} – **ŚREDNIE** (zawory AB-PM przed każdym z mieszkań + regulacja strefowa z jednym zaworem regulacyjnym i napędem)
- Bardzo dobry stosunek ceny rozwiązania do efektów po jego zastosowaniu
- Mniejsza ilość zaworów niż w rozwiązaniu z ręcznymi zaworami równoważącymi, niższe koszty instalacji^{I)}
- Równoważenie^{B)} systemu nie jest konieczne (wystarczy tylko wykonanie nastaw zgodnie z projektem na zaworze AB-PM i zaworach TRV)
- Pompa o zmiennej prędkości obrotowej^{S)} jest zalecana

4

Instalacja i uruchomienie systemu

- Niewielkie oscylacje temperatury w pomieszczeniu^{K)} – samodzielna regulacja bazująca na regulacji proporcjonalnej
- Minimalne wahania Δp na zaworze TRV w połączeniu z automatycznym ograniczeniem przepływu gwarantują że w systemie nie wystąpi zjawisko nadprzepływu^{L)}
- Praca systemu przy pełnym i częściowym obciążeniu – DOBRA – doskonały komfort, możliwość zaprogramowania wartości temperatury w pomieszczeniu
- Pompa ze zmienną prędkością obrotową zapewni oszczędność energii^{T)}

5

Inne

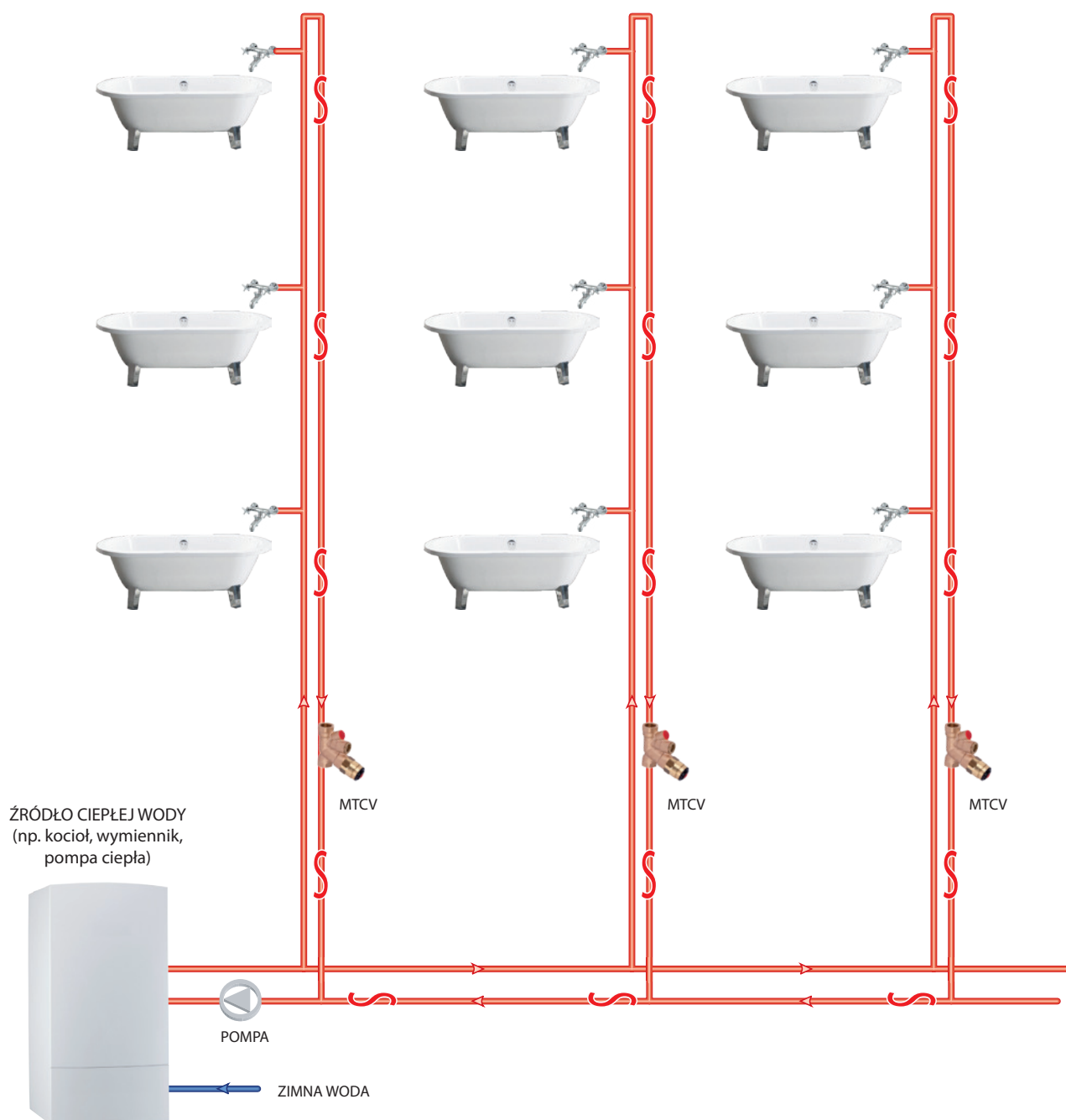
- Ciśnienie zamknięcia zaworów TRV to tylko 0,2 bar – wartość ta jest zgodna z minimalnymi warunkami pracy zaworu AB-PM
- Rozliczenie kosztów ciepła jest możliwe w przypadku skorzystania z liczników ciepła dla każdego z mieszkań (licznik ciepła musi być zainstalowany poza pętlą z regulowanym Δp)
- Bardzo ograniczona możliwość wystąpienia zjawiska nadprzepływu (tylko podczas częściowego obciążenia systemu na rurociągu dystrybucyjnym wewnątrz pętli z regulowanym Δp)



2.1.18

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

*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^{F)}
- Straty ciepła na rurociągu cyrkulacyjnym są minimalne
- Optymalizacja pracy pompy^{J)} jest łatwa
- Samodzielne zawory regulacyjne (regulacja proporcjonalna) – zapewnienie stałej temperatury w każdym punkcie odbioru^{Z)}
- **PONOWNE RÓWNOWAŻENIE**^{C)} systemu nie jest konieczne
- Wysoka sprawność urządzenia produkującego ciepło dzięki dużej wartości ΔT w systemie

3

Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne^{I)} – **ŚREDNIE**: MTCV są bardziej kosztowne niż ręczne zawory równoważące (krótszy czas zwrotu nakładów)
- **NISKIE** koszty instalacji^{I)} – zawory typu partner nie są konieczne^{N)}
- Równoważenie systemu nie jest wymagane^{B)}
- Rekomendowana jest pompa o zmiennej prędkości obrotowej^{S)} (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^{T)}

5

Inne

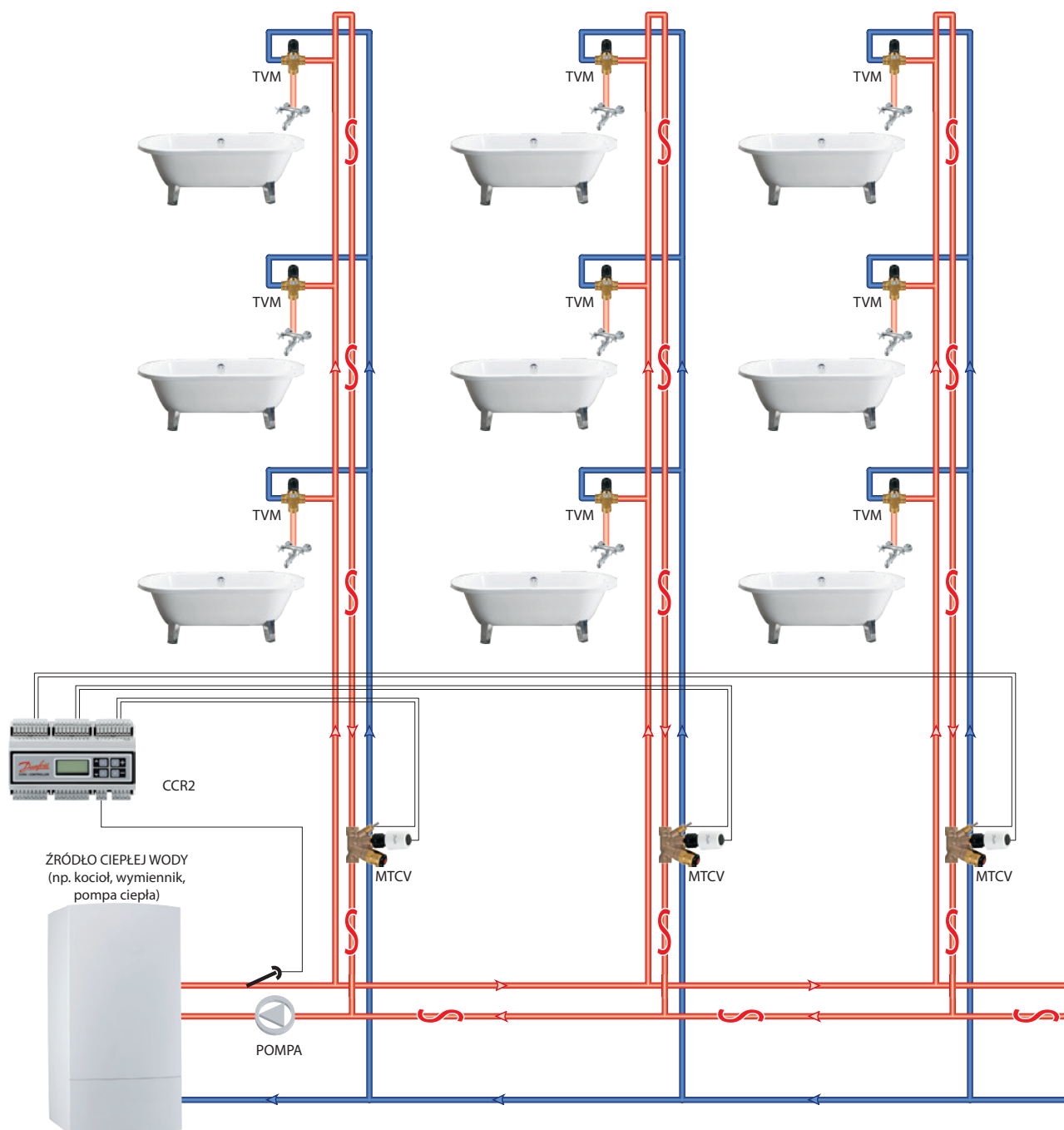
- Nie występuje zjawisko nadprzepływu, przepływ w rurociągu cyrkulacyjnym jest zgodny z zapotrzebowaniem chwilowym (w przypadku, gdy temperatura jest zbyt wysoka zawór MTCV ogranicza cyrkulację)
- Właściwy podział kosztów jest możliwy dzięki podobnym w czasie przyrostom temperatury wypływu na każdym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



2.1.19

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^{F)}
- Straty ciepła na rurociągu cyrkulacyjnym są minimalne
- Optymalizacja pracy pompy^{J)} jest łatwa
- Samodzielne zawory regulacyjne (regulacja proporcjonalna) – zapewnienie stałej temperatury w każdym punkcie odbioru^{Z)}
- **PONOWNE RÓWNOWAŻENIE**^{C)} systemu nie jest konieczne
- Wysoka sprawność urządzenia produkującego ciepło dzięki dużej wartości ΔT w systemie

3

Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne^{N)} – **WYSOKIE**: konieczne urządzenia sterujące (kosztowne zawory MTCV z napędami oraz sterownik CCR2, ponadto (jako opcja) termostatyczne zawory mieszające)
- **NISKIE** koszty instalacji^{I)} – zawory typu partner nie są konieczne^{N)}
- Równoważenie systemu nie jest wymagane^{B)}
- Rekomendowana jest pompa o zmiennej prędkości obrotowej^{S)} (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^{T)}

5

Inne

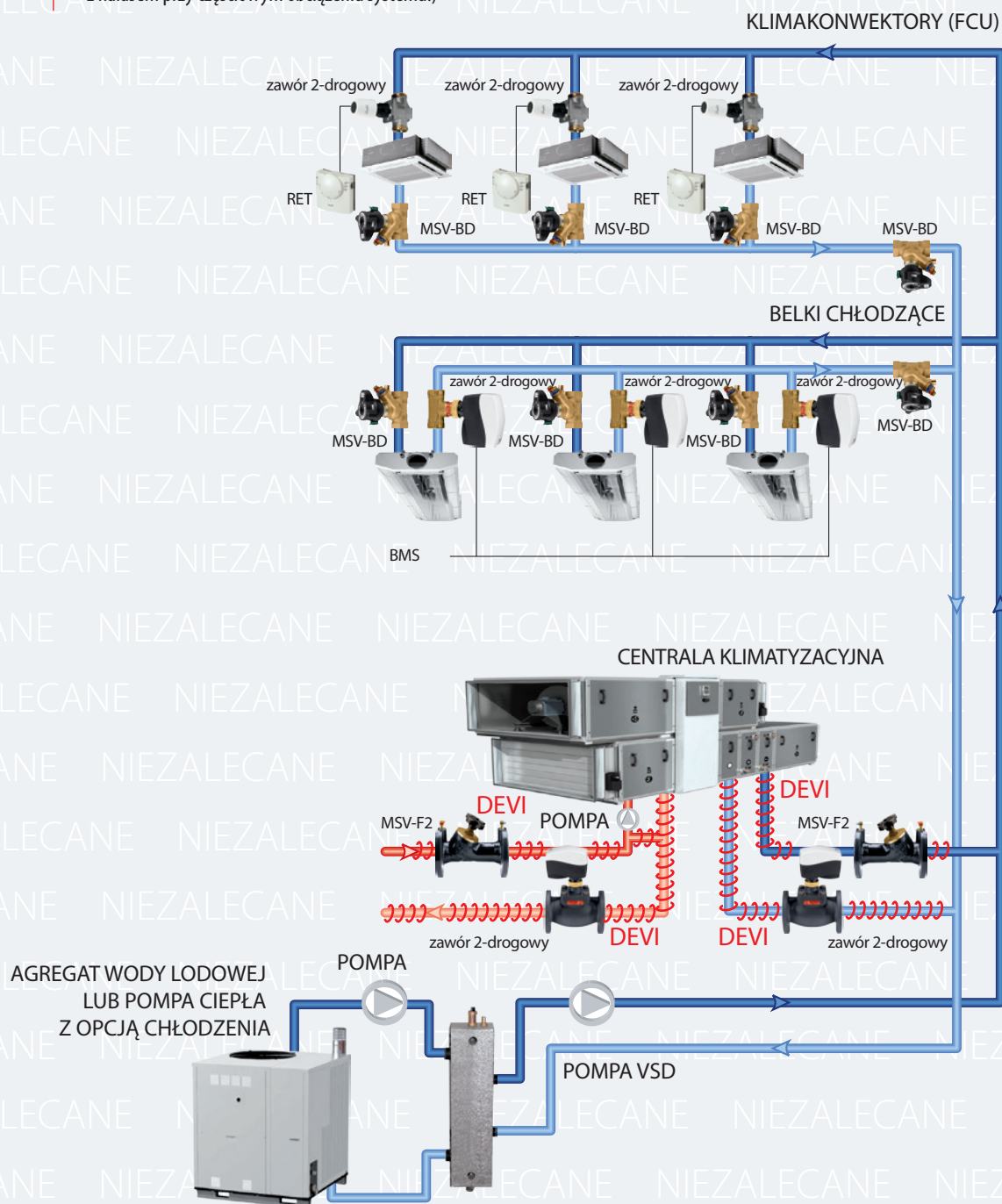
- Nie występuje zjawisko nadprzepływu, przepływ w rurociągu cyrkulacyjnym jest zgodny z zapotrzebowaniem chwilowym (w przypadku, gdy temperatura jest zbyt wysoka zawór MTCV ogranicza cyrkulację)
- Właściwy podział kosztów dzięki podobnej temperaturze wypływu na każdym z odbiorników (w przypadku wykorzystania zaworów TVM)
- Dezynfekcja termiczna^{Q)} 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**^{A)} 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^{N)}
- Dobór pompy na podstawie przepływu nominalnego

2

Koszty operacyjne

- **WYSOKIE** koszty pompowania^{F)} (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^{J)} jest niemożliwa bez użycia zaworów typu partner (MSV) oraz zastosowania kompensacyjnej metody równoważenia^{D)}
- Dobry autorytet oraz wysoka sprawność systemu nie mogą być uzyskane^{K)}
- Ponowne równoważenie należy wykonywać regularnie^{C)}
- Wysokie oscylacje temperatury w pomieszczeniach

3

Koszty inwestycyjne

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

4

Instalacja i uruchomienie systemu

- Regulacja hydrauliczna całego systemu (odbiorniki i zawory typu partner^{M)})
- 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



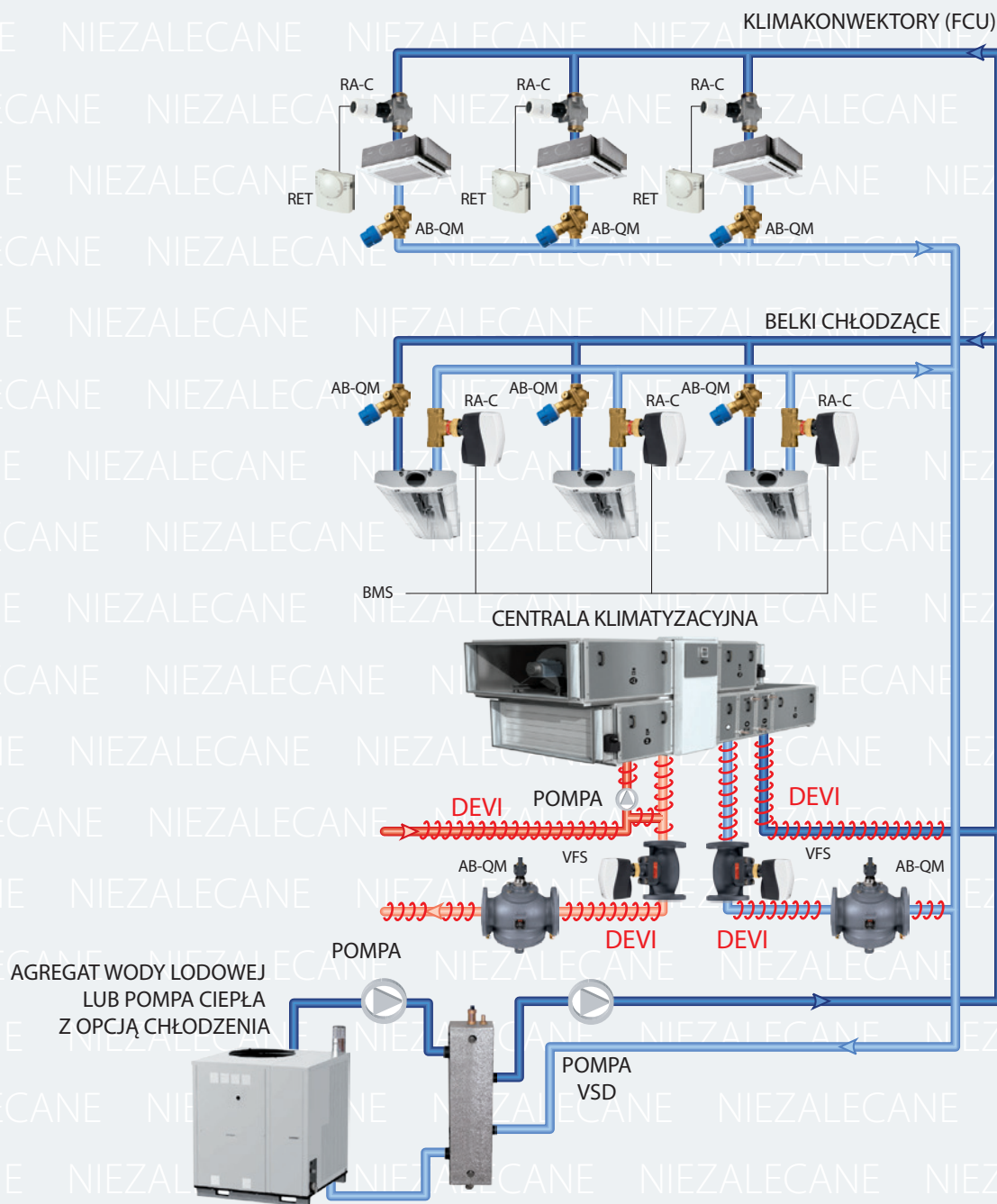
NIEZALECANA*

Aplikacja

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

4

Instalacja i uruchomienie systemu

- Wymagana regulacja hydrauliczna całego systemu (odbiorniki i zawory typu partner^{N)})
- 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

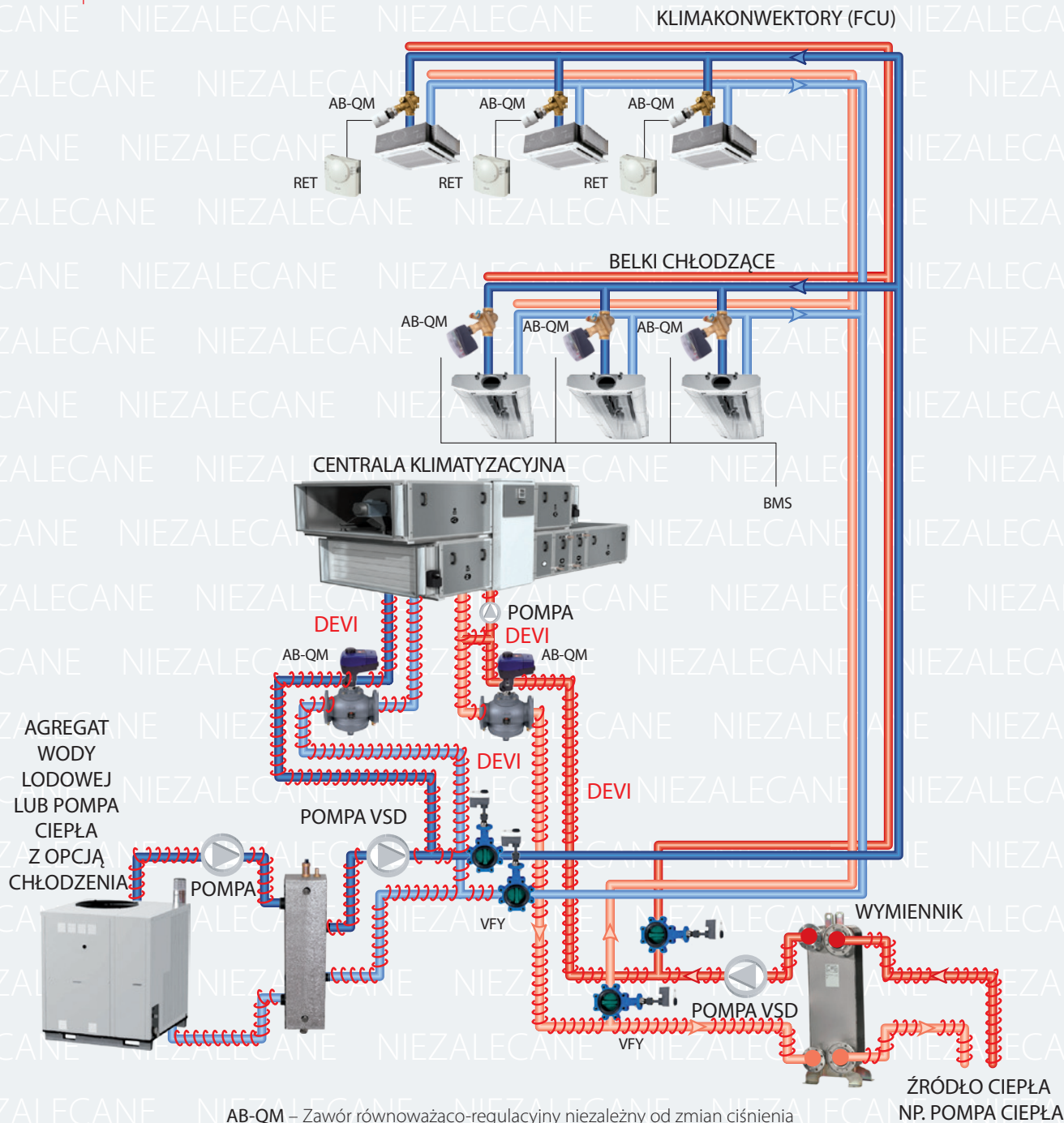
A); B); C)... Z) wyjaśnienia oznaczeń i skrótów znajdują się w rozdziale 3



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
- VFY – 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. Δp 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^{F)} w funkcji ogrzewania i chłodzenia, oszczędność energii w 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^{J)}, ponowne równoważenie^{C)} systemu nie jest konieczne
- Zawory regulacyjne – autorytet zbliżony do 1 i najlepsza sprawność systemu, minimalne oscylacje temperatury w pomieszczeniach^{K)}

3

Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne^{D)} – **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^{B)}
- Rekomendowana jest pompa o zmiennej prędkości obrotowej^{S)}

4

Instalacja i uruchomienie systemu

- **NIE JEST MOŻLIWE GRZANIE I CHŁODZENIE W TYM SAMYM CZASIE**, system spełnia wymagania klasy „A”^{X)}
- 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**^{T)}



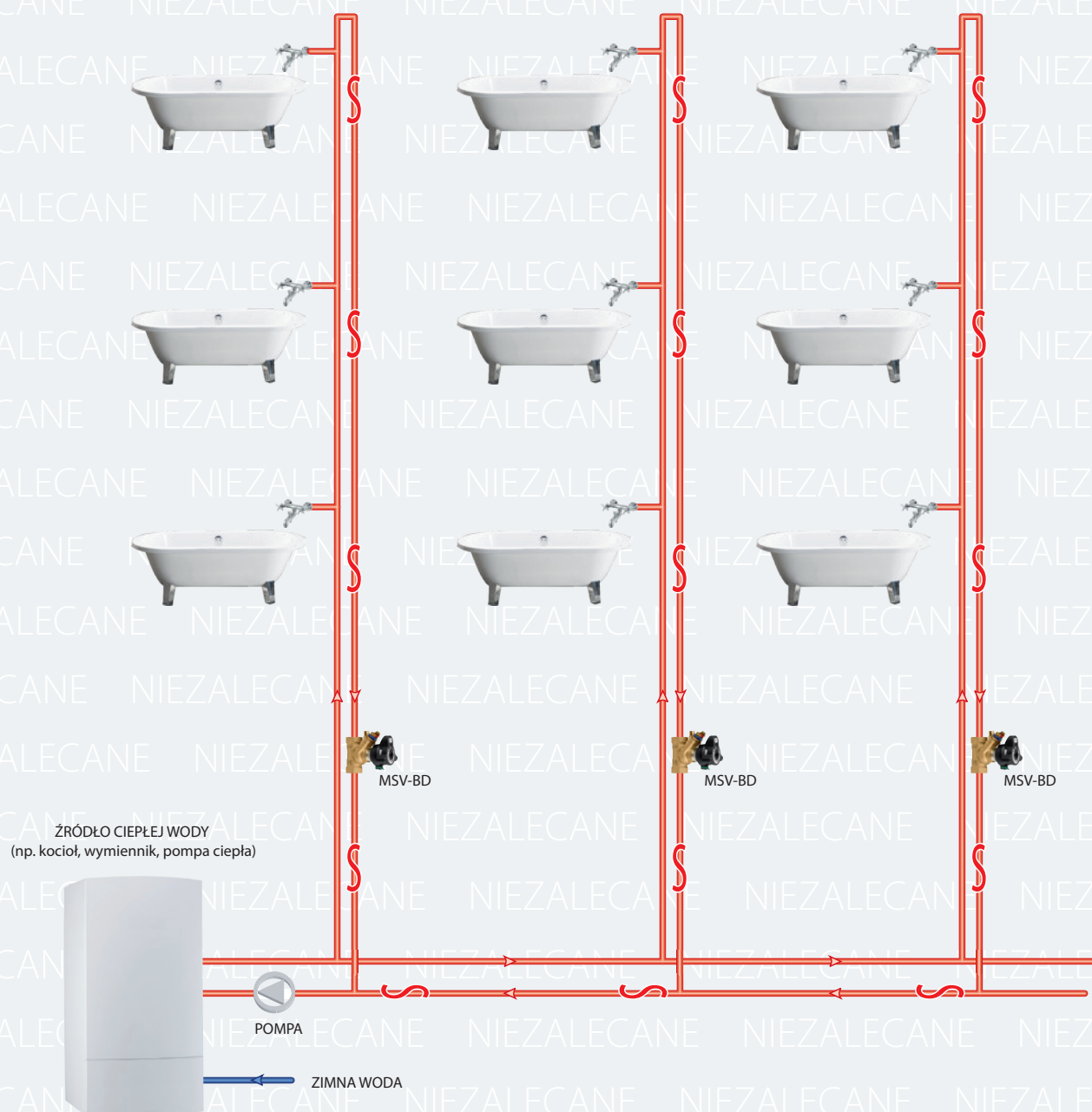
NIEZALECANA*

Aplikacja

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^{A)}**: 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^{F)} – pompa o stałej prędkości obrotowej
- Wysokie **STRATY CIEPŁA** na cyrkulacji
- Optymalizacja pracy pompy^{J)} nie jest możliwa
- Ponowne równoważenie^{C)} systemu należy wykonywać regularnie, co jakiś czas
- Niska sprawność urządzenia produkującego ciepło w związku z wysoką temperaturą powrotu

3

Koszty inwestycyjne

- Koszty inwestycyjne^{I)} – **NISKIE** (niedrogie zawory MSV-BD, pompa o stałej prędkości obrotowej)
- **RÓWNOWAŻENIE** systemu jest niezbędne^{B)}

4

Instalacja i uruchomienie systemu

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

5

Inne

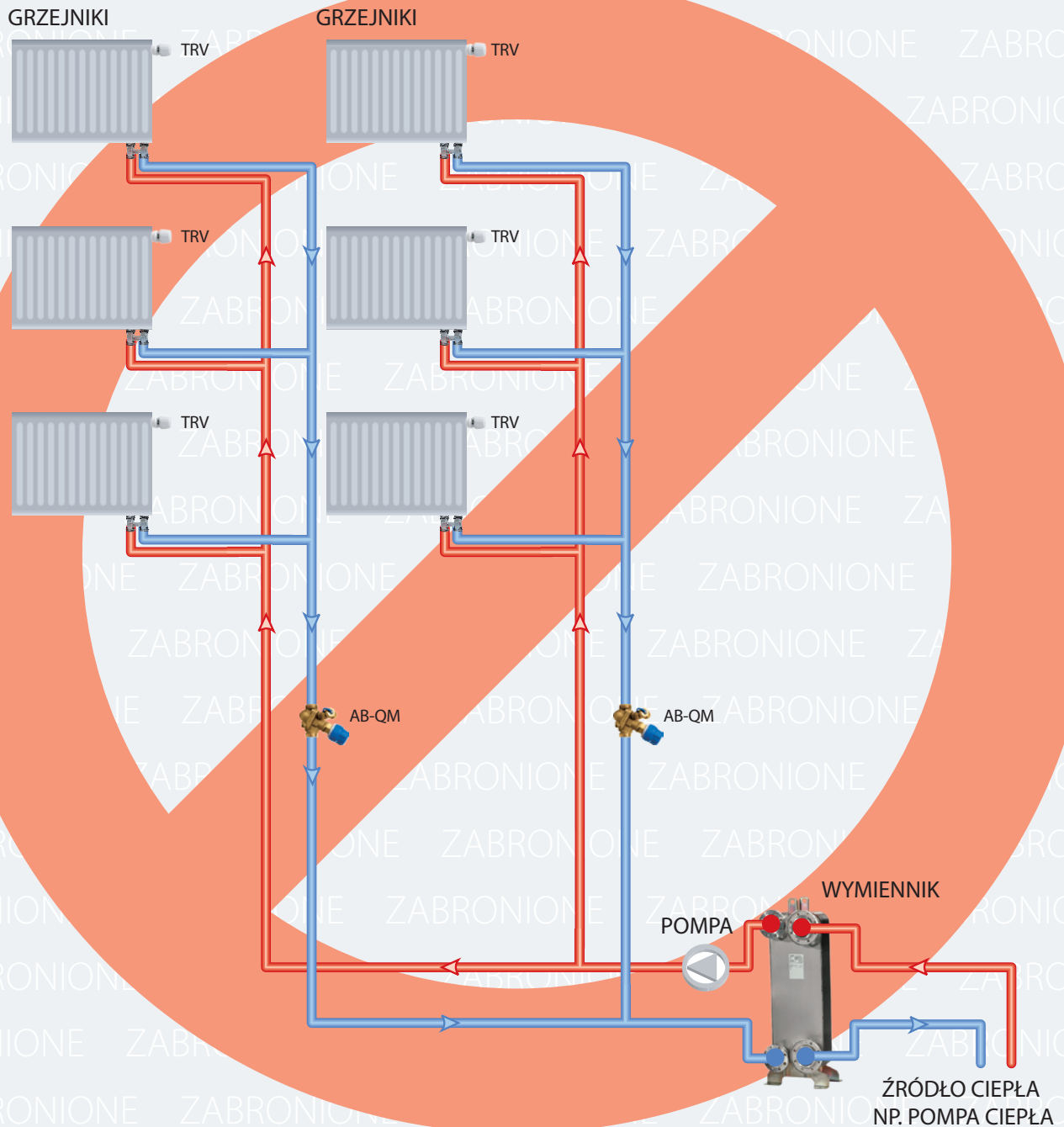
- **DUŻY NADPRZEPŁYW**, wartość przepływu cyrkulacji jest stała i nie zależy od zapotrzebowania
- Właściwy podział kosztów nie jest możliwy, ponieważ występują zmienne w czasie przyrosty temperatur
- Zazwyczaj przewymiarowana pompa
- W tej aplikacji dezynfekcja termiczna systemu jest kosztowna



2.3.1

System ze zmiennym przepływem, aplikacja dla 2-rurowych systemów grzewczych z grzejnikami wyposażonymi w termostatyczne 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 termostatyczne zawory grzejnikowe zamykają się.)



TRV – Termostatyczny zawór regulacyjny

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

1

Projektowanie / Dobór

- **TRADYCYJNE OBLICZENIA^{A)} 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^{F) 3.2}
- TRV pracuje z niskim autorytetem (automatyczny ogranicznik przepływu jest otwarty wtedy, gdy termostaty są zamknięte) – przeważnie regulacja ON/OFF – duże oscylacje temperatury w pomieszczeniach^{K)}
- Straty ciepła na rurociągach są na średnim poziomie – występuje zjawisko nadprzepływu
- Wymagana jest pompa o dużej wysokości podnoszenia – wymóg dużego Δp , automatyczny ogranicznik przepływu jest otwarty gdy TRV są zamknięte, wysokie Δp 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^{l)} – **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^{l)}
- Nadprzepływ przy częściowym obciążeniu systemu (samodzielne termostaty regulacyjne nie są w stanie tego 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 ΔT – „Low ΔT syndrome”:** Zjawisko bardzo często występujące w systemach wody lodowej. Jeżeli żądana wartość ΔT 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.

3.0

Autorytet zaworu

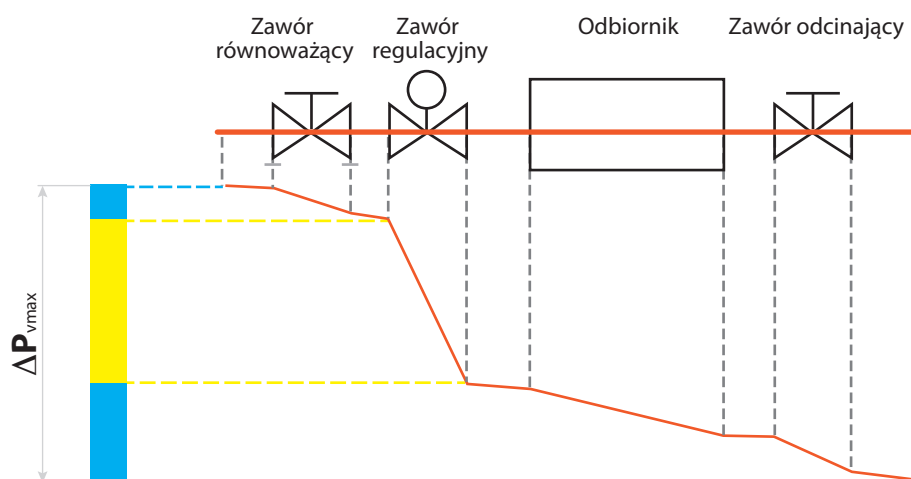
3.0.1 Definicja

Autorytet zaworu regulacyjnego jest miarą tego, w jaki sposób zawór regulacyjny (CV) potrafi regulować przepływ przez dany obieg regulacyjny. Im wyższy opór zaworu, a więc większy spadek ciśnienia na zaworze, tym zawór będzie miał lepszą zdolność do regulacji wydajności danego obiegu.

Autorytet (a_{cv}) zazwyczaj wyrażany jest, jako zależność pomiędzy różnicą ciśnień na zaworze regulacyjnym przy 100% obciążeniu systemu i całkowicie otwartym zaworze (minimalna wartość ΔP_{min}) a różnicą ciśnień na zaworach regulacyjnych całkowicie zamkniętych (ΔP_{max}). Gdy zawór regulacyjny jest zamknięty, spadek ciśnienia na innych częściach instalacji (np. rurociągi, agregaty wody lodowej itd.) maleje i całkowite dostępne ciśnienie różnicowe jest odkładane na zaworach regulacyjnych – to jest właśnie maksymalna wartość ΔP_{max} .

Wzór: $a_{cv} = \Delta P_{min} / \Delta P_{max}$

Spadek ciśnienia na poszczególnych elementach instalacji ilustruje rysunek 3.1



Rys. 3.1

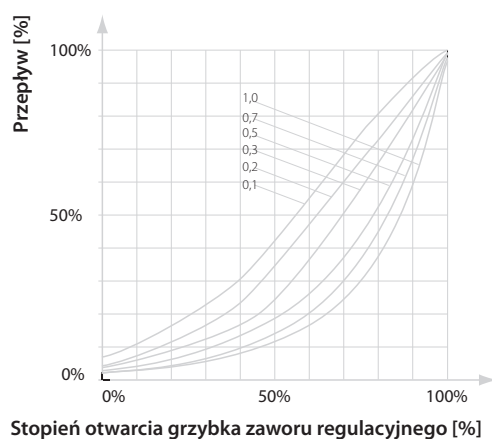
3.0.2 Charakterystyki zaworów

Właściwości regulacyjne zaworu regulacyjnego opisuje charakterystyka regulacyjna, która jest zależnością pomiędzy stopniem otwarcia grzybka zaworu regulacyjnego a odpowiadającym mu przepływem medium. Charakterystyka regulacyjna jest definiowana przy stałym ciśnieniu różnicowym na zaworze – w takim przypadku autorytet wynosiłby 100% (patrz wzór). Jednak podczas pracy instalacji ciśnienie różnicowe na zaworze regulacyjnym nie jest stałe, co oznacza, że charakterystyka regulacyjna takiego zaworu będzie się zmieniała. Podczas procesu projektowania powinniśmy zapewnić jak najwyższy autorytet zaworu regulacyjnego, co pozwoli na zminimalizowanie zniekształcenia charakterystyki regulacyjnej.

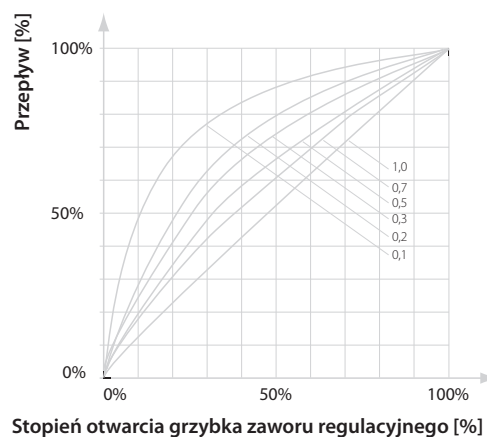
Najczęściej spotykane charakterystyki zaworów regulacyjnych zostały przedstawione na poniższych wykresach:

1. Stałoprocentowa / logarytmiczna charakterystyka zaworu regulacyjnego (rys 3.2a)
2. Liniowa charakterystyka zaworu regulacyjnego (rys 3.2b)

Linia opisana jako 1,0 oznacza charakterystykę przy autorytecie równym 1, pozostałe linie przedstawiają charakterystyki przy niższych autorytetach.



Rys. 3.2a

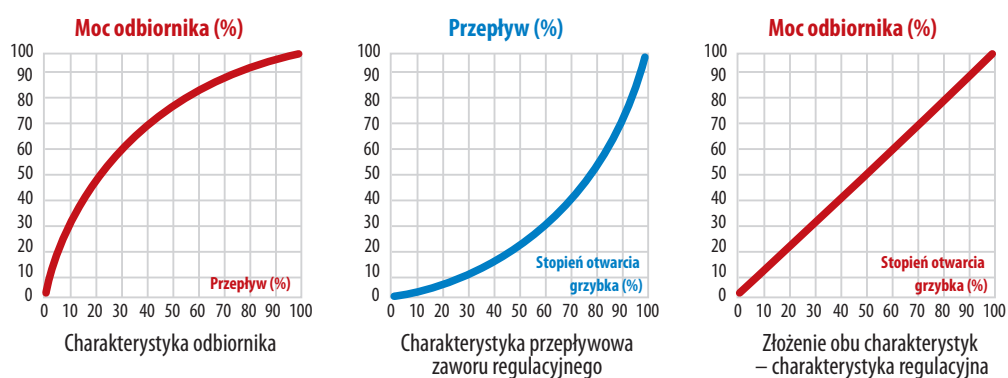


Rys. 3.2b

3.0.3 Regulacja

Procesy są najłatwiejsze do regulacji wtedy, gdy związek między sygnałem sterującym a wartością wyjściową jest liniowy. Z idealną sytuacją mamy do czynienia gdy wzrost sygnału sterującego o 10% powoduje przyrost wartości na wyjściu o 10%. W układach klimatyzacji, w których zastosowano regulację modulowaną (0-10V), oznacza to że wzrost sygnału sterującego o 1V (10%) powinien zwiększyć wydajność jednostki odbiornika (np. wymiennik w klimakonwektorze czy centrali klimatyzacyjnej, grzejnik) o 10%.

Wymienniki woda-powietrze stosowane w klimakonwektorach, centralach klimatyzacyjnych czy grzejnikach nie mają liniowej charakterystyki emisji (przepływ do mocy) – zwykle ich charakterystyka jest podobna do charakterystyki z rysunku 3.3a.



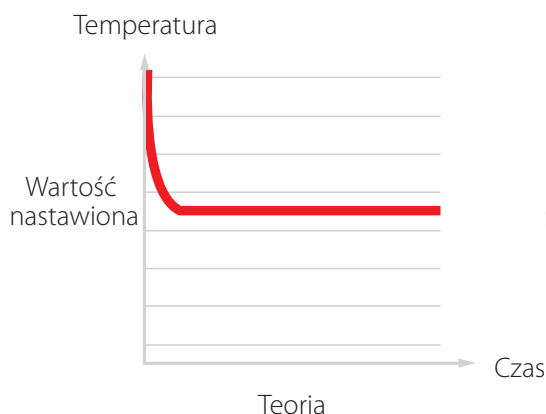
Rys. 3.3a

Rys. 3.3b

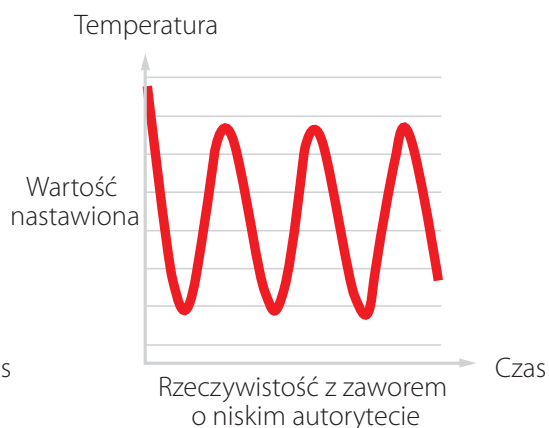
Rys. 3.3c

Dlatego, aby uzyskać idealnie liniową charakterystykę wypadkową układu należy zastosować zawór regulacyjny o takiej charakterystyce, która kompensuje charakterystykę wymiennika. Stałoprocentowa charakterystyka zaworu z rysunku 3.3b jest odwrotnie proporcjonalna do charakterystyki wymiennika, dlatego też złożenie tych dwóch charakterystyk powinno dać zadowalający rezultat w postaci idealnie liniowej charakterystyki wypadkowej.

Jednakże, jak stwierdzono powyżej, charakterystyki zaworów są definiowane przy założeniu że autorytet zaworu równy jest 1 co jest sytuacją nie prawdziwą jeżeli chcielibyśmy rozpatrywać działanie rzeczywistej instalacji. Spójrzmy na nieprawdziwą charakterystykę niepoprawnie dobranego zaworu, którego autorytet równy jest 0,1. Jeżeli taki zawór otworzymy na 20% to przepływ przez zawór będzie większy niż 50% przepływu nominalnego (rysunek 3.2b). W połączeniu z charakterystyką odbiornika przedstawioną na rysunku 3.3a wyraźnie widać, że przy przepływie równym 50% przepływu nominalnego na odbiorniku uzyskujemy już 80% mocy nominalnej. Czyli jeżeli zawór otworzymy na 20% to na odbiorniku uzyskamy 80% mocy nominalnej! Oznacza to, że zamiast stabilnej pracy instalacji oraz komfortowej i płynnej regulacji temperatury otrzymamy układ który jest bardzo niestabilny, narażony na wahania temperatury, a co najważniejsze układ ten będzie działał jak układ on/off co spowoduje wahania temperatury w pomieszczeniach i odczucie dyskomfortu cieplnego u użytkowników.



Rys. 3.4a



Rys. 3.4b

3.0.4 Wnioski

W skład każdego wodnego systemu grzewczego czy klimatyzacyjnego wchodzi odbiorniki takie jak grzejniki czy klimakonwektory, które są regulowane przez zawory regulacyjne, dlatego też zawsze powinniśmy brać pod uwagę charakterystykę wypadkową wynikającą z połączenia tychże elementów. Ważne jest, aby charakterystyka wypadkowa była jak najbardziej zbliżona do liniowej, ponieważ wtedy regulowana moc odbiornika jest proporcjonalna w stosunku do sygnału otrzymywanego ze sterownika układu. To sprawia, że stabilność regulacji takiego układu jest praktycznie niezależna od obciążenia systemu.

Lepszy autorytet zaworu regulacyjnego oznacza lepszą regulację przepływu w zależności od charakterystyki regulacyjnej. Jednym z wymogów stosowanym przy doborze zaworu regulacyjnego jest wielkość autorytetu, która nie powinna być niższa niż 0,5. Oznacza to, że spadek ciśnienia na zaworze całkowicie otwartym musi być, co najmniej równy spadkowi ciśnienia na odbiorniku, rurach i innej armaturze w danym obiegu – tylko wtedy zapewnimy odpowiednią jakość regulacji.

Nowa generacja zaworów regulacyjno-równoważących niezależnych od zmian ciśnienia (AB-QM), przedstawiona w rozdziale 2.1.1, zapewnia 100% autorytet niezależnie od obciążenia systemu czy typu instalacji. Takie rozwiązanie gwarantuje doskonałą regulację temperatury oraz niskie koszty operacyjne systemu. W związku z tym, że zawór AB-QM automatycznie gwarantuje zawsze pełny autorytet, do doboru tego zaworu nie jest wymagane wartości k_v czy skomplikowane obliczenia dotyczące autorytetu. Właściwości te powodują, że każda poprawnie zaprojektowana instalacja wyposażona w zawór AB-QM będzie energooszczędna i będzie gwarantowała wysoki komfort użytkownika.

3.1

Zjawisko niskiego ΔT – „Syndrom low ΔT ”

Większość systemów dystrybucji wody lodowej ma trudność z osiągnięciem temperatury obliczeniowej w pomieszczeniach przy częściowym obciążeniu systemu – problem ten jest znany jako „syndrom niskiego ΔT ”. Ogólnie można stwierdzić, że „syndrom niskiego ΔT ” odnosi się do różnicy 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 ΔT (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 ΔT ” 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 ΔT (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.

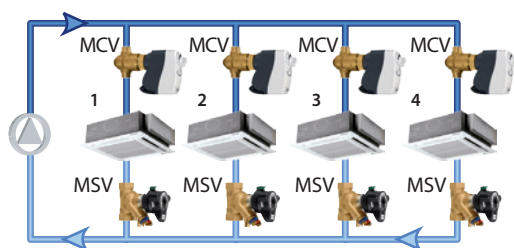
„Syndrom niskiego ΔT ” jest przyczyną pogorszenia się charakterystyki regulacyjnej układu (szczególnie przy częściowym obciążeniu odbiorników), co w efekcie skutkuje dużym nadprzepływem na zaworach regulacyjnych. Zjawisko to występuje w szczególności w systemach źle zrównoważonych (np. aplikacja 2.2.1). 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 ΔT ”.

3.2 Zjawisko nadprzepływu – „overflow phenomenon”

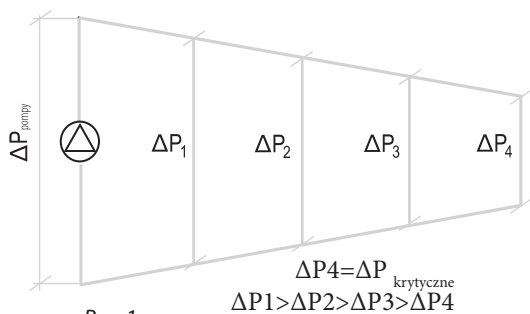
Podstawowym źródłem większości znanych problemów w systemach wody lodowej takich jak „syndrom niskiego ΔT ” jest zjawisko nadprzepływu. W tym rozdziale pokrótce postaramy się wyjaśnić, co to jest zjawisko nadprzepływu i czym jest spowodowane.

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.).

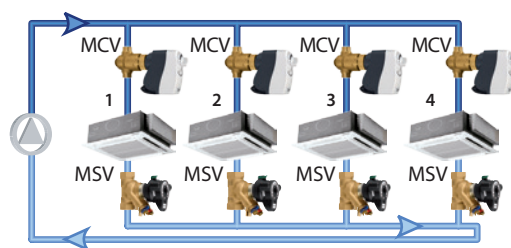
Poświęćmy chwilę czasu na rozważania nad tradycyjnym rozwiązaniem przedstawionym na poniższych rysunkach 1a (rozwiązanie bazujące na aplikacji 2.2.1) oraz 1b. W obu przypadkach, musimy zapewnić wystarczające ciśnienie dla zaworów regulacyjnych, w celu zapewnienia wysokiego autorytetu na zaworze regulacyjnym.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



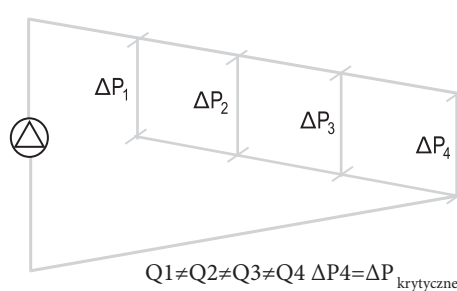
MCV – Zawór regulacyjny
MSV – Ręczny zawór równoważący



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



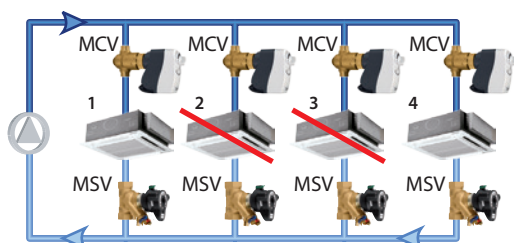
MCV – Zawór regulacyjny
MSV – Ręczny zawór równoważący



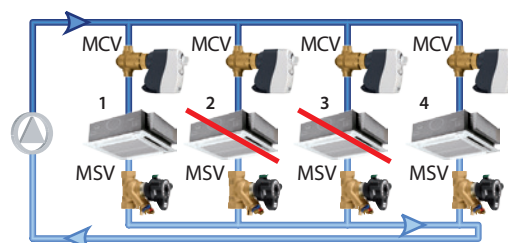
Rys. 1b
System samorównoważący

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

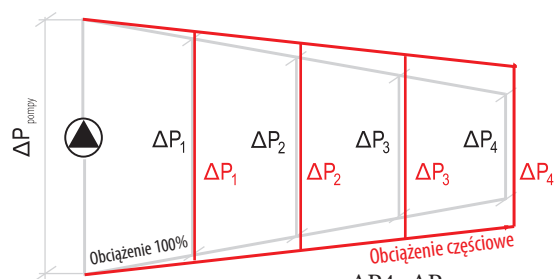
W celu regulowania przepływu przez każdy odbiornik zostały użyte zawory 2-drogowe. Rozważmy sytuację gdy obciążenie systemu jest mniejsze niż 100%, czyli system jest obciążony częściowo (np. odbiorniki nr 2 i nr 3 są zamknięte).



MCV – Zawór regulacyjny
MSV – Ręczny zawór równoważący



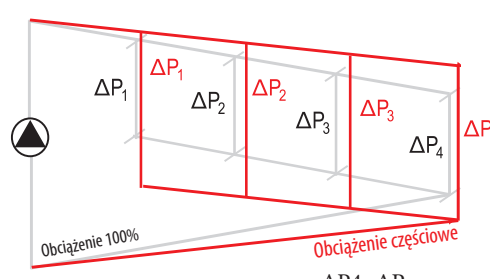
MCV – Zawór regulacyjny
MSV – Ręczny zawór równoważący



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

$$\Delta P_4 = \Delta P_{\text{krytyczne}}$$

$$\Delta P_1 > \Delta P_2 > \Delta P_3 > \Delta P_4$$

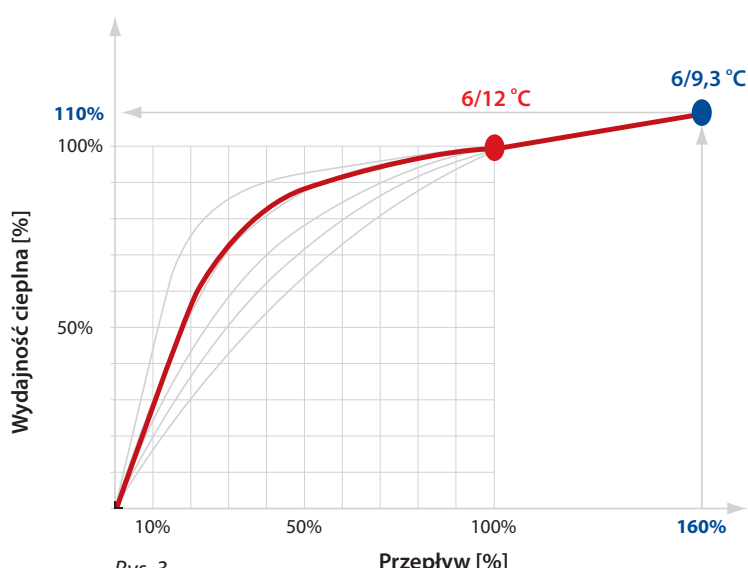


Rys. 2b
Obciążenie częściowe – System samorównoważący

$$\Delta P_4 = \Delta P_{\text{krytyczne}}$$

$$\Delta P_1 = \Delta P_2 = \Delta P_3 = \Delta P_4 = \Delta P_{\text{krytyczne}}$$

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 samorównoważących, 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.



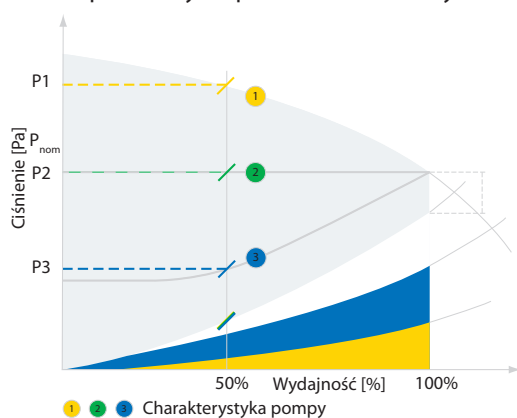
Rys. 3
Charakterystyka wydajności odbiorników

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

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 ΔT ”.

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 („syndromu niskiego ΔT ”). 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 ΔP na zaworze regulacyjnym przy 50% obciążeniu systemu, jest o wiele większa niż ΔP 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, ΔP na zaworze regulacyjnym ma praktycznie taką samą wartość jak przy

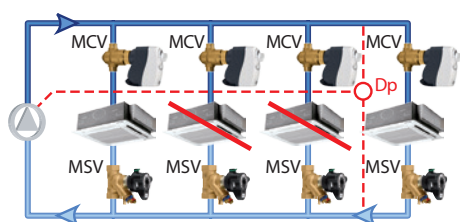
obciążeniu równym 100% czyli problem z nadwyżką ciśnienia na pracujących zaworach regulacyjnych jest rozwiązany. Niestety tylko teoretycznie, za co odpowiedzialne jest inne niekorzystne zjawisko, znane jako zjawisko podprzepływu (opisane w rozdziale 3.3).

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.

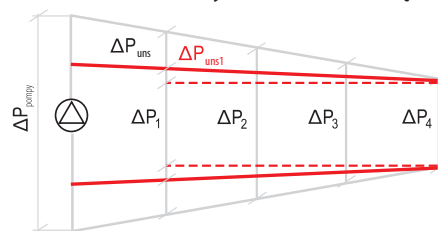
3.3 Zjawisko podprzepływu – „underflow phenomenon”

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 ΔP_{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

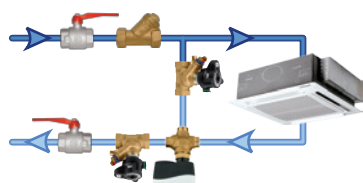
Oszczędność energii w budynku biurowym dzięki użyciu dynamicznego równoważenia instalacji.

Informacje ogólne:

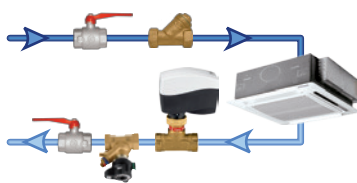
Pomimo rosnących cen energii elektrycznej, nowo budowane budynki są zazwyczaj „optymalizowane” pod kątem podstawowych kosztów inwestycyjnych. W niedalekiej przyszłości trend ten będzie musiał być zweryfikowany, ponieważ coraz bardziej ważne staną się takie czynniki jak: oszczędność energii oraz wymogi 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 m², 15 poziomów, instalacja wyposażona w klimakonwektory 4-rurowe (w sumie 941 sztuk) wyposażone w napędy typu ON/OFF sterowane termostatami pomieszczeniowymi. Niniejsze opracowanie dotyczy tylko systemu z klimakonwektorami.

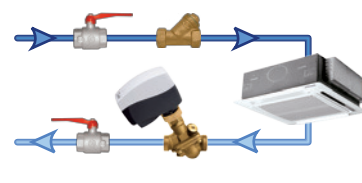
W tym opracowaniu zostały dokładnie zbadane i opisane rozwiązania, które są najczęściej spotykane w praktyce.



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 ΔT 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:

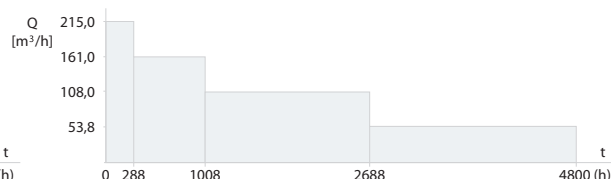
- 15 poziomowy budynek z 10 pionami, typ budynku – hotel
- Całkowity przepływ w instalacji równy jest 215 m³/h

- 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

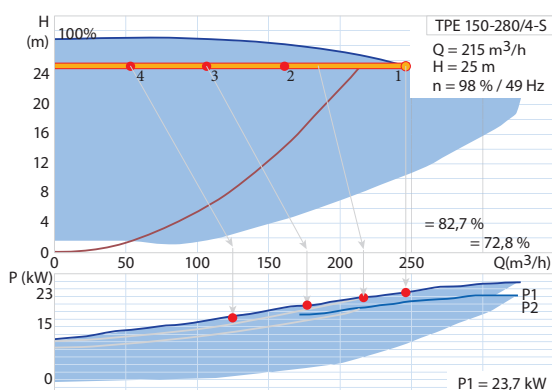
Przed zagłębieniem się w obliczenia, proszę zastanowić się, jaka metoda regulacji pompy powinna być użyta w poszczególnych aplikacjach. Nie ma potrzeby stosowania jakiegokolwiek regulacji pompy w systemach ze stałym przepływem. Dla systemów ze zmiennym przepływem, firmy instalacyjne preferują używanie 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).



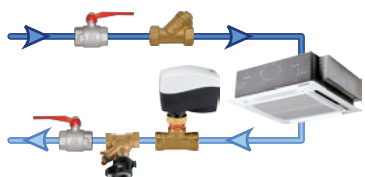
Rys. 4a



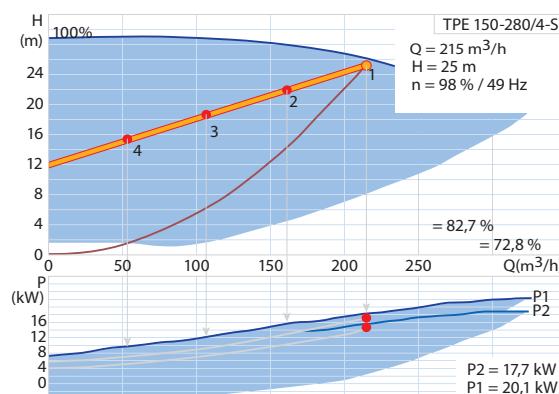
Rys. 4b



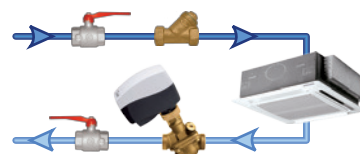
Rys. 5 Wykres analizy charakterystyki pompy w aplikacji 2



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 m³/h (w porównaniu do równoważenia ręcznego w aplikacji 1 i aplikacji 2 gdzie obliczono pompę z 15% zapasem czyli z przepływem równym 247 m³/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 ³ /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				9555,84
Koszt na klimakonwektor:		€/ FCU				10,15

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 utrzymania 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.

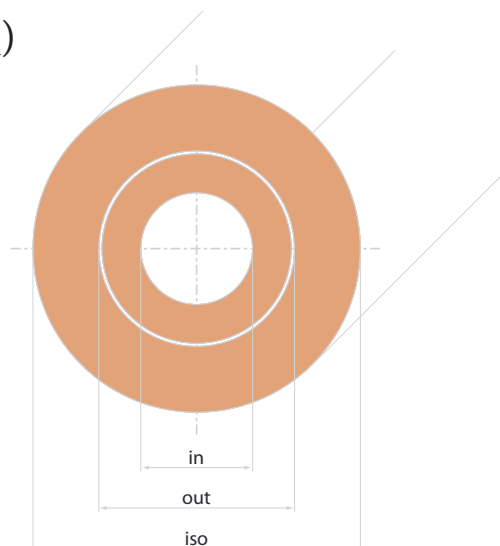
4.1.2 Straty ciepła na rurociągach

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:

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

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



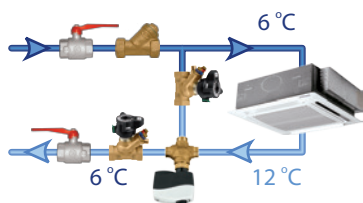
Rys. 10 Rurociąg izolowany - przekrój

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.

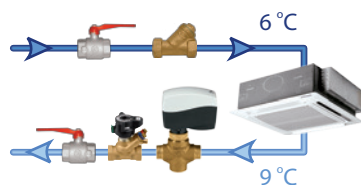
Temperatura otoczenia rurociągów (w suficie podwieszanym) została założona na poziomie: 28°C zarówno w okresie letnim jak i zimowym. Parametry medium w systemie, to odpowiednio 90/70°C dla grzania i 6/12°C dla chłodzenia.

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

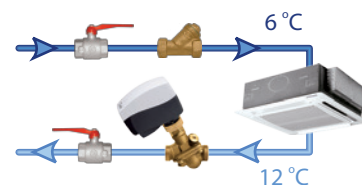
W przypadku systemu ze stałym przepływem, wiadomo że gdy klimakonwektory nie mają zapotrzebowania na medium (około 50% całkowitego czasu pracy systemu), medium wraca do instalacji bez dostatecznego stopnia wychłodzenia w przypadku ogrzewania oraz bez dostatecznego stopnia podgrzania w przypadku chłodzenia. 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 _[W]	Q _[kJ]	Koszt energii [€]	Q _[W]	Q _[kJ]	Koszt energii [€]	Q _[W]	Q _[kJ]	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
Koszt energii / szt.	5,34 € / szt.			4,93 € / szt.			4,40 € / szt.		

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:

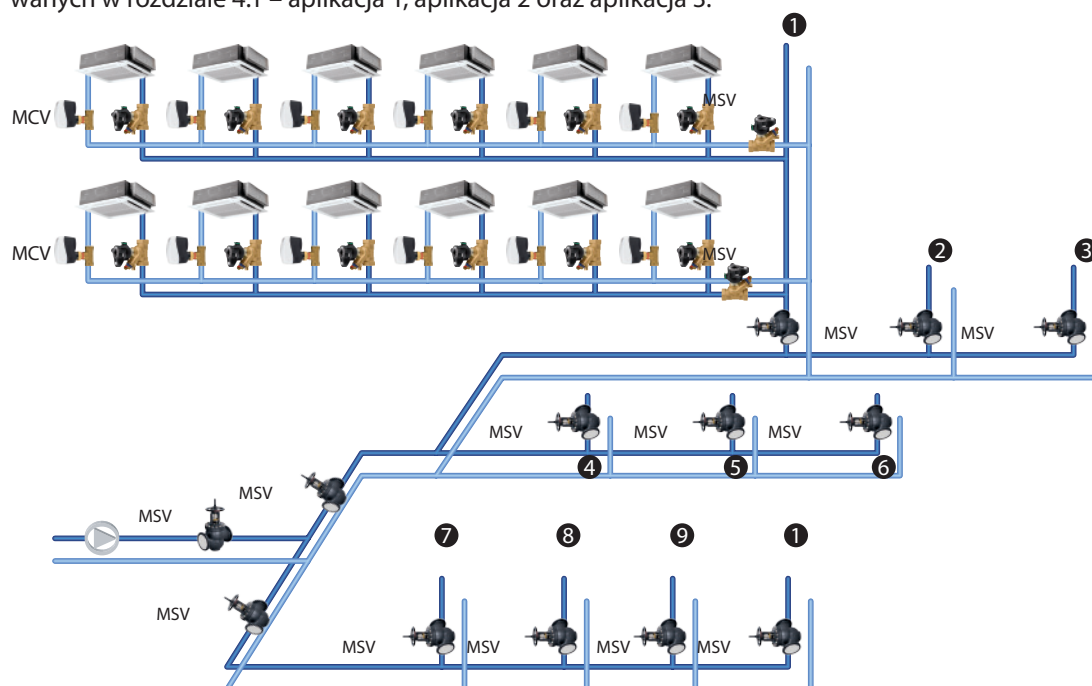
- Najbardziej ekonomicznym systemem jest system, w którym zastosowano automatyczne zawory równoważące
- Starty ciepła na rurociągach w przypadku systemu z ręcznymi zaworami równoważącymi są wyższe o 11,2% w stosunku do systemu z automatycznymi zaworami równoważącymi, co oznacza dodatkowe koszty w wysokości 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 dystrybuje 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:

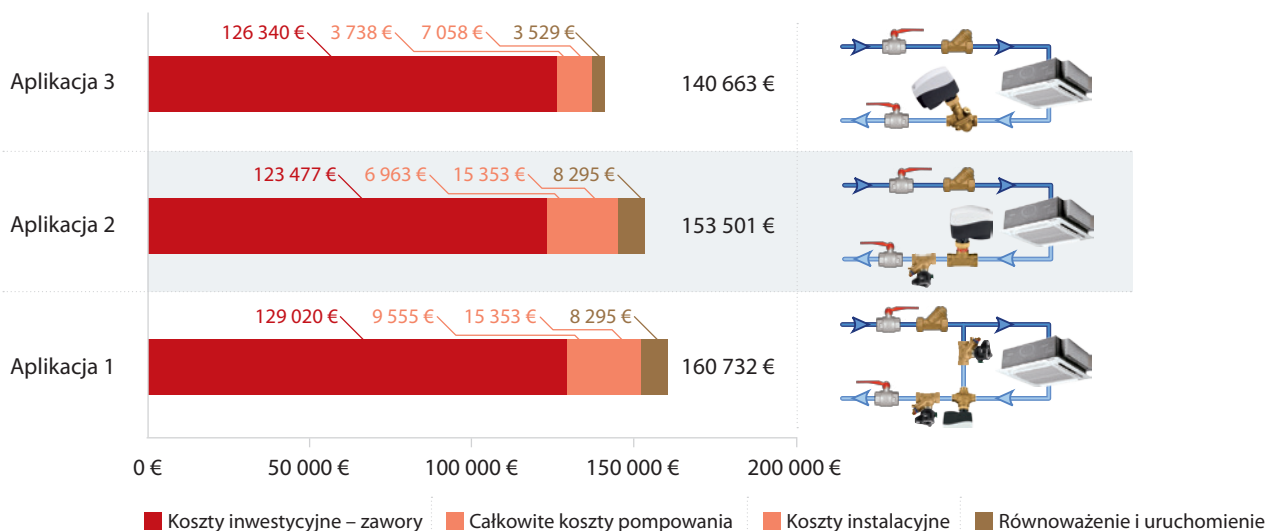
- Zawory regulacyjne: 941 sztuk zaworu VZ3 z napędem AMI
- Zawory równoważące: 941 sztuk gwintowanego zaworu MSV na FCU

- 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 ΔT ”
 - 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.

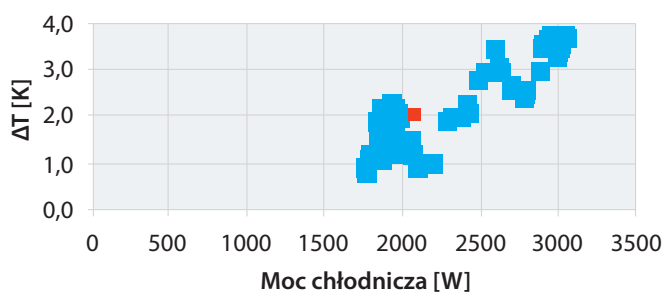
4.3

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.

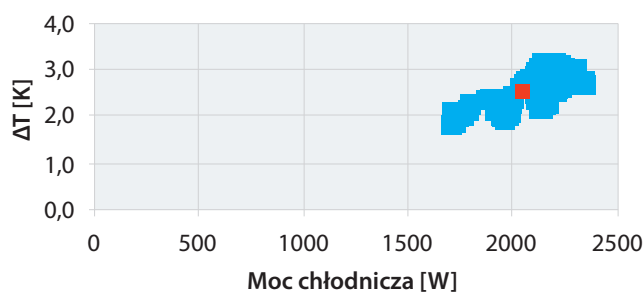
Właściciele pięciogwiazdkowego hotelu The Sunway Lagoon w Kuala Lumpur zdecydowali się na remont pomieszczeń hotelowych. Chociaż właściciele i służby techniczne hotelu miały bardzo pozytywne opinie na temat zaworów AB-QM jako zaworów równoważących niezależnych od zmian ciśnienia i zaworów regulacyjnych, 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%.



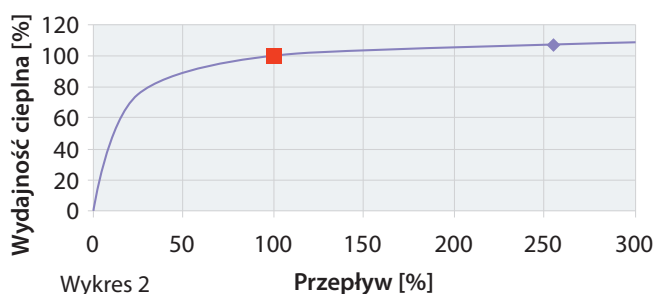
Wykres 1a

■ ΔT ■ Średnia ΔT



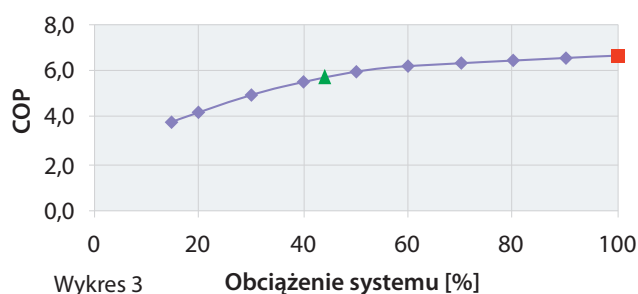
Wykres 1b

■ ΔT ■ Średnia ΔT



Wykres 2

Przepływ [%]



Wykres 3

Obciążenie systemu [%]

Wykresy 1a oraz 1b pokazują zależność między wartością ΔT 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 ΔT wynosi 2K przy mocy chłodniczej równej 2,2 kW, a na prawym wykresie średnia wartość ΔT 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 ΔT 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 ΔT ” (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 Automatyczny zawór równoważący

Regulator ciśnienia różnicowego

Zdjęcie	Nazwa	Opis	Zakres średnic (mm)	Kvs (m ³ /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, 20-60 kPa	15... 50	1,6... 16	RH i HVAC	Wyposażony w funkcję odciążenia i spustu
	ASV-BD	Automatyczny zawór równoważący montowany na rurociągu zasilającym, złączki pomiarowe, nastawa wstępna, funkcja odciążenia, kurek spustowy	15... 50	3... 40	RH, RC i HVAC	Używany z zaworem ASV-P/-PV głównie do funkcji ograniczenia przepływu
	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 ³ /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

Zdjęcie	Nazwa	Opis	Zakres średnic	Przepływ (l/h)	Zastosowanie	Uwagi
	AB-PM AB-PM HP	Automatyczny wielofunkcyjny zawór równoważący z funkcją ograniczenia przepływu oraz stabilizacją ciśnienia różnicowego montowany na rurociągu zasilającym 5-15 kPa lub 10-25 kPa	10...32	15-1700 <small>(w zależności od średnicy i nastawy Δp)</small>	RH, RC i HVAC	Współpracuje z zaworami ASV-I, ASV-M, ASV-BD lub MSV-S oraz napędami TWA-Z

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 A5 LIN, ABNM A5 LOG	Napęd termiczny, zasilanie 24V, wizualny wskaźnik położenia, charakterystyka liniowa (wersja LIN) lub logarytmiczna (wersja LOG)	DN10-20, DN25,32 do 90%	30	0-10V	Dostępna również wersja NO, 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 110 NLX	Napęd mechaniczny, zasilanie 24V, wskaźnik położenia	DN10-DN32	24	0-10V	Sygnał zwrotny położenia
	NovoCon® S CO6, Energy, I/O	Wielofunkcyjny siłownik sterowany sygnałem modulowanym z wbudowaną magistralą komunikacyjną	DN10-DN32	3/6/12/24	BACnet MS/TP, Modbus RTU 0-10 VDC, 0-5 VDC, 2-10 VDC, 5-10 VDC, 2-6 VDC, 6-10 VDC, 0-20 mA, 4-20 mA	Siłownik, magistrala komunikacyjna, wskaźnik przepływu, rejestrator danych
	AME 435 QM	Napęd mechaniczny typu push-pull zasilanie 24V, możliwość sterowania ręcznego	DN40-DN100	10	0-10V	
	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 ³ /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 5001	Urządzenie pomiarowe	-	-	Wszystkie	Komunikacja Bluetooth lub radiowa, PDA
	PFM 100	Cyfrowe urządzenie do pomiaru ciśnienia różnicowego	-	-	Wszystkie	Zakres ciśnienia do 10 bar

* 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 ³ /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 _{max} 200°C
	VFY-WA	Skrzydłkowy zawór strefowy	25... 300	40... 5635	HVAC	Wersja ręczna lub z napędem
	ChangeOver	6-drogowy zawór kulowy	15	2,4	HVAC	Zawór umożliwia przełączanie pomiędzy obiegami grzania i chłodzeniem w systemach 4-rurowych.

* RH: Ogrzewanie w budynkach użyteczności publicznej





RC: Chłodzenie w budynkach użyteczności publicznej

HVAC: Aplikacje klimatyzacji







Napędy do zaworów regulacyjnych

Zdjęcie	Nazwa	Opis	Używany z zaworem	Prędkość (s/mm)	Rodzaj regulacji	Uwagi
	TWA-A, 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 A5	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 Regulatory pomieszczeniowe

Zdjęcie	Nazwa	Opis	Zasilanie [V]	Regulacja prędkości obrotowej wentylatora	System	Uwagi
	GreenCon	Termostat pomieszczeniowy do aplikacji grzanie/chłodzenie	230V	3 prędkości	2 rurowy / 4 rurowy	Ręczna zmiana trybu grzania/chłodzenia oraz automatyczna lub ręczna regulacja prędkości obrotowej wentylatora, duży czytelny wyświetlacz, prosta obsługa, podtrzymanie pamięci nastaw
	RET 230CO 2/3	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
	RET2000	Nieprogramowalny termostat pomieszczeniowy do aplikacji grzanie/chłodzenie	230V lub bateryjne	brak	2 rurowy	Ręczne przełączanie trybu grzanie/chłodzenie
	TPOne	Programowalny termostat pomieszczeniowy do ogrzewania	230V lub bareryjne	brak	2 rurowy	Programowanie 7-dniowe z możliwością wyboru odmiennych ustawień na każdy dzień, lub w trybie 5/2 dni. Ustawienie do 6 zmian temperatury na każdy dzień i opcja wyłączenia („Off”). Optymalne sterowanie startem, regulacja chronoproporcjonalna, funkcja opóźnionego startu grzania. Wielofunkcyjny wyświetlacz z matrycą punktową, czytelne ikony oraz komunikaty tekstowe.

5.6 Regulacja systemu ciepłej wody użytkowej

Zdjęcie	Nazwa	Opis	Średnica (mm)	Kvs (m ³ /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	2,1... 3,3	Ograniczenie temperatury	Wbudowany element termostatyczny, wbudowane zawory zwrotne

5.7 Kable grzejne DEVI

Zdjęcie	Nazwa	Opis	Parametry	Funkcja	Uwagi
	DEVIpipeguard 10	kabel grzejny samoograniczający	10 W/m w 10°C	ogrzewanie rur – zabezpieczenie przed zamarzaniem	kolor niebieski
	DEVliceguard 18	kabel grzejny samoograniczający	18 W/m w 0°C		kolor czarny
	DEVIpipeguard 25	kabel grzejny samoograniczający	25 W/m w 10°C		kolor czerwony
	DEVIpipeguard 33	kabel grzejny samoograniczający	33 W/m w 10°C		kolor szary
	DEVIreg 330	termostat elektroniczny	-10°C - +10°C	sterowanie kablem grzejnym	na listwę DIN

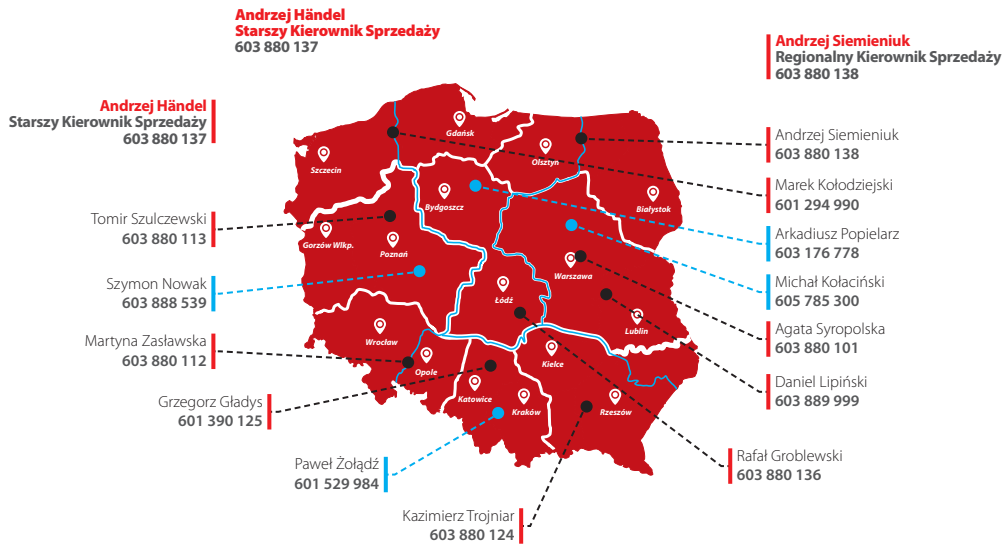


A series of horizontal grey lines for writing, spaced evenly down the page.

NASI PRZEDSTAWICIELE TECHNICZNO-HANDLOWI W CAŁEJ POLSCE

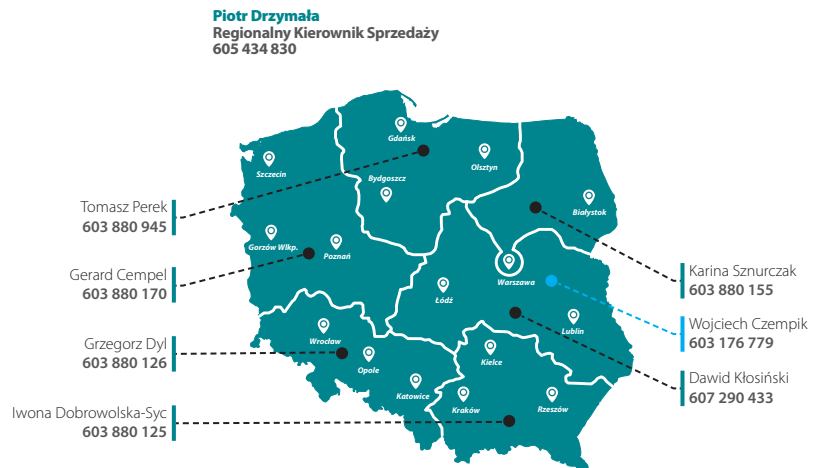
BUDOWNICTWO MIESZKANIOWE

- Budynki mieszkalne jednorodzinne i wielorodzinne
- Obsługa kanału dystrybucji



BUDOWNICTWO NIEMIESZKANIOWE

- Szkoły
- Szpitale
- Budynki biurowe
- Hotele
- Galerie handlowe
- Obiekty przemysłowe
- Inne obiekty komercyjne



22 104 00 00, bok@danfoss.com

• INFORMACJA TECHNICZNA – ogrzewnictwo • INFORMACJA TECHNICZNA – ogrzewanie elektryczne • INFORMACJA TECHNICZNA – pompy ciepła • INFORMACJA TECHNICZNA – rekuperacja • INFORMACJA TECHNICZNA – automatyka cieplownicza ZAMÓWIENIA Grodzisk i Tuchom • ZGŁOSZENIA SERWISOWE Grodzisk i Tuchom

• INFORMACJA TECHNICZNA O INNYCH PRODUKTACH DANFOSS:

• INFORMACJA TECHNICZNA – napędy elektryczne VLT® i VACON® • INFORMACJA TECHNICZNA – chłodnictwo • INFORMACJA TECHNICZNA – komponenty automatyki przemysłowej

• WERYFIKACJA PROJEKTÓW – projekty.hvac@danfoss.com

Wsparcie od Danfoss

Drogi Projektancie, sprawdź, jakie wsparcie przygotowaliśmy specjalnie dla Ciebie:



Prowadzimy webinaria – łatwy i szybki sposób na zdobycie nowej wiedzy.



Weryfikujemy i optymalizujemy projekty – oferujemy wsparcie projektantów w zakresie weryfikacji i optymalizacji projektów wodnego ogrzewania dla budynków budownictwa wielomieszkaniowego a także instalacji ciepła technologicznego i wody lodowej dla budownictwa komercyjnego i użyteczności publicznej.



Dostarczamy niezbędną literaturę – karty katalogowe urządzeń, artykuły techniczne, certyfikaty oraz inne powiązane z produktami.



Oferujemy narzędzia wspomagające Twoją pracę – programy doboru rozwiązań Danfoss.



Zapraszamy na:
www.danfoss.pl

Danfoss Poland Sp. z o.o.

z siedzibą w Grodzisku Mazowieckim 05-825 przy ul. Chrzanowskiej 5, zarejestrowana w Sądzie Rejonowym dla m. st. Warszawa w Warszawie, XIV Wydział Gospodarczy Krajowego Rejestru Sądowego, KRS: 0000018540, NIP: 586-000-58-44, REGON: 190209149, Kapitał Zakładowy 31 922 100 zł. www.danfoss.pl, tel.: + 48 22 104 00 00, e-mail: bok@danfoss.com

Danfoss nie ponosi odpowiedzialności za możliwe błędy drukarskie w katalogach, broszurach i innych materiałach drukowanych. Dane techniczne zawarte w broszurze mogą ulec zmianie bez wcześniejszego uprzedzenia, jako efekt stałych ulepszeń. Wszystkie znaki towarowe w tym materiale są własnością odpowiednich spółek. Danfoss, logotypy Danfoss są znakami towarowymi Danfoss A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.