

Spis treści

Wstęp	7
1. Podstawowe pojęcia	8
1.1. Sterowanie i regulacja – otwarty i zamknięty obwód	8
2. Obiekty regulacji i ich właściwości	11
2.1. Obiekty regulacji bez wyrównania	11
2.2. Obiekty regulacji z wyrównaniem (statyczne)	12
2.3. Charakterystyka statyczna obiektu regulacji z wyrównaniem	13
2.4. Charakterystyka dynamiczna obiektów regulacji z wyrównaniem	16
3. Regulatory, ich rodzaje i charakterystyki	22
3.1. Podział regulatorów ze względu na sposób doprowadzania energii pomocniczej	22
3.2. Podział regulatorów ze względu na sposób zmiany wartości zadanej	23
3.3. Podział regulatorów ze względu na własności dynamiczne	23
3.4. Podział regulatorów ze względu na sposób generowania sygnału wyjściowego	29
3.5. Podział regulatorów ze względu na budowę i aplikację	33
4. Charakterystyka układów regulacji, dobór regulatorów i ich parametrów	39
4.1. Układ z regulatorem proporcjonalnym P	39
4.2. Układ z regulatorem proporcjonalno-całkującym PI	41
4.3. Oscylacje	43
4.4. Wybór rodzaju regulatora	45
4.5. Dobór i optymalizacja nastaw regulatorów	45
5. Elementy systemu regulacyjnego	47
5.1. Czujniki, przetworniki i zadajniki	47
5.2. Falowniki do regulacji prędkości obrotowej wentylatorów i pomp	55
5.3. Przepustnice wentylacyjne	56
5.4. Regulatory strumienia powietrza	56
5.5. Regulatory ciśnienia powietrza	58
5.6. Siłowniki przepustnic wentylacyjnych	59
5.7. Zawory regulacyjne	60
6. Podstawowe obwody regulacyjne w wentylacji i klimatyzacji	65
6.1. Regulacja temperatury	65
6.2. Regulacja wilgotności	70
7. Inne obwody regulacyjne	75
7.1. Regulacja elementów odzysku ciepła	75
7.2. Regulacja mocy nagrzewnic elektrycznych i chłodziw freonowych	84
7.3. Regulacja ciśnienia i strumienia powietrza	86
7.4. Ochrona przeciwzamrozeniowa nagrzewnicy wodnej	91

8.	Regulacja wodnych systemów wentylacyjnych i klimatyzacyjnych	96
8.1.	Regulacja wydajności cieplnej układów hydraulicznych	96
8.2.	Zawory regulacyjne, ich charakterystyki i inne parametry	99
8.3.	Autorytet zaworu regulacyjnego (kryterium dławienia)	104
8.4.	Wybór systemu dystrybucji i układu hydraulicznego oraz dobór zaworów regulacyjnych i równoważących	107
9.	Regulacja central wentylacyjnych i klimatyzacyjnych	136
9.1.	Regulacja centrali wentylacyjnej z nagrzewnicą wodną i chłodnicą wodną	136
9.2.	Regulacja centrali wentylacyjnej z recyrkulacją, nagrzewnicą wodną, chłodnicą wodną z uwzględnieniem czujnika CO ₂ w pomieszczeniu	137
9.3.	Regulacja centrali wentylacyjnej z wymiennikiem krzyżowym, nagrzewnicą wodną i chłodnicą wodną	138
9.4.	Regulacja centrali wentylacyjnej z wymiennikiem obrotowym, nagrzewnicą wodną i chłodnicą wodną	140
9.5.	Regulacja centrali wentylacyjnej z wymiennikiem glikolowym, nagrzewnicą wodną i chłodnicą wodną	141
9.6.	Regulacja centrali wentylacyjnej z nagrzewnicą wodną i chłodnicą freonową	143
9.7.	Regulacja centrali wentylacyjnej z nagrzewnicą elektryczną i chłodnicą wodną	145
9.8.	Regulacja centrali z nagrzewnicą wodną i recyrkulacją – regulacja temperatury i wilgotności pomieszczeń o dużych zyskach wilgoci	146
9.9.	Regulacja centrali z wymiennikiem krzyżowym, nagrzewnicą wodną, chłodnicą, nawilżaczem parowym, możliwością nawilżania i osuszania	147
9.10.	Regulacja centrali z wymiennikiem obrotowym, nagrzewnicą wodną, chłodnicą, nawilżaczem parowym, możliwością nawilżania i osuszania	149
9.11.	Regulacja centrali z recyrkulacją, nagrzewnicą wodną, chłodnicą, nawilżaczem parowym, możliwością nawilżania i osuszania	150
9.12.	Regulacja centrali z recyrkulacją, nagrzewnicą wstępną i wtórną, chłodnicą, nawilżaczem wodnym oraz możliwością osuszania (regulacja temperatury punktu rosy)	152
10.	Pomieszczeniowe systemy regulacyjne i regulacja innych systemów wentylacyjnych oraz klimatyzacyjnych	154
10.1.	Regulacja klimakonwektorów	154
10.2.	Regulacja aparatów indukcyjnych i strefowych nagrzewnic/chłodnic	158
10.3.	Regulacja belek i sufitów chłodzących	158
10.4.	Regulacja systemów o zmiennym strumieniu powietrza VAV	159
10.5.	Regulacja nagrzewnic i kurtyn powietrznych oraz wentylatorów destratyfikacyjnych ..	163
10.6.	Wybór rodzaju regulatora pomieszczeniowego	164
10.7.	Systemy regulatorów pomieszczeniowych z komunikacją	165
10.8.	Regulacja centrali wentylacyjnej współpracującej z klimatyzatorem pomieszczeniowym	173
10.9.	Regulacja klimatyzatorów współpracujących z grzejnikami wodnymi	174
10.10.	Regulacja instalacji wentylacyjnej zintegrowanej z systemem klimatyzacji pomieszczeniowej	174
11.	Sterowniki swobodnie programowalne	175

12. Systemy komunikacji, regulacji, zarządzania i monitorowania instalacji wentylacyjnych, klimatyzacyjnych, ciepłych oraz innych instalacji technicznych budynków BMS	182
12.1. Określenie BMS	182
12.2. Podstawowe funkcje BMS	183
12.3. System Arena NX	183
12.4. System Intelligent Manager	190
13. Współpraca systemu regulacyjnego instalacji wentylacyjnej i klimatyzacyjnej z innymi instalacjami budynkowymi, optymalizacja zużycia energii w budynkach	192
13.1. Obszary wpływające na możliwość optymalizacji energetycznej systemu wentylacyjnego/klimatyzacyjnego	192
13.2. Optymalizacja zużycia energii na poziomie pomieszczeń	192
13.3. Optymalizacja zużycia energii na poziomie central wentylacyjnych/klimatyzacyjnych ..	195
13.4. Optymalizacja zużycia energii poprzez sterowanie strefami i źródłem ciepła oraz chłodu	196
13.5. Optymalizacja zużycia energii na poziomie systemu zarządzającego BMS	198
13.6. Inne wymagania dotyczące funkcji systemu sterowania instalacji HVAC wpływające na energooszczędność budynku	200
14. Wyposażenie elektryczne, dokumentacja projektowa oraz wykonanie i obsługa systemu regulacyjnego instalacji wentylacyjnych i klimatyzacyjnych	201
14.1. Wyposażenie elektryczne instalacji wentylacyjnej i klimatyzacyjnej	201
14.2. Dokumentacja projektowa systemu automatyki wentylacji i klimatyzacji	202
14.3. Wykonanie i obsługa systemu regulacyjnego instalacji wentylacyjnej i klimatyzacyjnej	203
15. Przykłady wyposażenia regulacyjnego dla najczęściej spotykanych układów technologicznych w oparciu o sterowniki konfigurowalne POL i sterowniki swobodnie programowalne PXC firmy Siemens	204
15.1. Centrala z nagrzewnicą wodną – regulacja temperatury pomieszczenia	204
15.2. Centrala z nagrzewnicą elektryczną 1/2-stopniową – regulacja temperatury w pomieszczeniu z możliwością sterowania wydajnością nagrzewnicy poprzez zawór prądowy	205
15.3. Centrala z nagrzewnicą wodną i chłodnicą wodną – regulacja temperatury w pomieszczeniu	206
15.4. Centrala z nagrzewnicą wodną i wymiennikiem obrotowym – regulacja temperatury w pomieszczeniu	207
15.5. Centrala z nagrzewnicą wodną, chłodnicą wodną i wymiennikiem obrotowym – regulacja temperatury w pomieszczeniu	208
15.6. Centrala z nagrzewnicą wodną i wymiennikiem krzyżowym – regulacja temperatury nawiewu	209
15.7. Centrala z nagrzewnicą wodną i wymiennikiem krzyżowym – regulacja temperatury w pomieszczeniu	210
15.8. Centrala z nagrzewnicą wodną, chłodnicą wodną i wymiennikiem krzyżowym – regulacja temperatury w pomieszczeniu	211
15.9. Centrala z nagrzewnicą wodną, chłodnicą wodną i wymiennikiem krzyżowym – regulacja temperatury w pomieszczeniu z regulacją jakości powietrza	212

15.10. Centrala z nagrzewnicą wodną i recyrkulacją – regulacja temperatury w pomieszczeniu	213
15.11. Centrala z nagrzewnicą wodną i recyrkulacją – regulacja temperatury w pomieszczeniu z regulacją jakości powietrza	214
15.12. Centrala z nagrzewnicą wodną, chłodnicą wodną, recyrkulacją – regulacja temperatury w pomieszczeniu z regulacją jakości powietrza	215
15.13. Centrala z nagrzewnicą elektryczną, chłodnicą wodną, recyrkulacją – regulacja temperatury w pomieszczeniu	216
15.14. Centrala z nagrzewnicą wodną, chłodnicą freonową, recyrkulacją – regulacja temperatury wywiewu	217
15.15. Centrala z nagrzewnicą wodną, chłodnicą wodną, recyrkulacją i wymiennikiem krzyżowym – regulacja temperatury w pomieszczeniu	218
15.16. Centrala z nagrzewnicą wodną i wymiennikiem glikolowym – regulacja temperatury w pomieszczeniu	219
15.17. Centrala z nagrzewnicą wodną, chłodnicą wodną i wymiennikiem glikolowym – regulacja temperatury w pomieszczeniu	220
15.18. Centrala z nagrzewnicą wodną, chłodnicą wodną, wymiennikiem obrotowym i nawilżaczem – regulacja temperatury i wilgotności w pomieszczeniu	221
15.19. Centrala z nagrzewnicami wodnymi wstępną i wtórną, chłodnicą wodną, wymiennikiem obrotowym i nawilżaczem – regulacja temperatury i wilgotności powietrza w pomieszczeniu	222
15.20. Centrala z nagrzewnicą wodną, chłodnicą wodną, recyrkulacją i nawilżaczem – regulacja temperatury i wilgotności powietrza w pomieszczeniu	223
15.21. Centrala z nagrzewnicami wodnymi wstępną i wtórną, chłodnicą wodną, recyrkulacją i nawilżaczem – regulacja temperatury i wilgotności powietrza w pomieszczeniu (poprzez regulację temperatury punktu rosy) oraz regulacja jakości powietrza	224
15.22. Centrala z nagrzewnicą wodną, chłodnicą wodną, wymiennikiem krzyżowym i nawilżaczem – regulacja temperatury i wilgotności powietrza w pomieszczeniu	225
15.23. Centrala z nagrzewnicami wodnymi wstępną i wtórną, chłodnicą wodną, wymiennikiem krzyżowym i nawilżaczem – regulacja temperatury i wilgotności powietrza w pomieszczeniu	226
15.24. Centrala z nagrzewnicą wodną, chłodnicą freonową, wymiennikiem glikolowym i nawilżaczem – regulacja temperatury i wilgotności powietrza w pomieszczeniu	227
15.25. Centrala z nagrzewnicami wodnymi, chłodnicą wodną, wymiennikiem glikolowym i nawilżaczem – regulacja temperatury i wilgotności powietrza w pomieszczeniu	228
Wykaz literatury źródłowej	230
O Autorze	231