

Spis treści

Przedmowa	7
CZĘŚĆ 1. WPROWADZENIE, ALGORYTM PROJEKTOWANIA, BILANS CIEPLNY	9
1. Wprowadzenie do ciepłownictwa	11
1.1. Kiedy i dlaczego stosuje się systemy ciepłownicze.....	11
1.2. Systemy zaopatrzenia w ciepło osiedli i miast.....	12
1.3. Podział systemów zaopatrzenia w ciepło.....	13
1.4. Społeczne, ekonomiczne i środowiskowe aspekty ciepłownictwa.....	19
1.5. Terminologia stosowana w ciepłownictwie.....	22
1.6. Energetyka ciepła w Polsce.....	24
1.7. Polecana literatura uzupełniająca.....	27
2. Algorytm projektowania systemu ciepłowniczego	30
2.1. System ciepłowniczy zdalaczynny.....	30
2.2. Potrzeby cieplne odbiorców oraz nośnik ciepła.....	31
2.3. Określenie podstawowych parametrów pracy źródła ciepła.....	32
2.4. Wybór źródła energii dla ciepłowni.....	34
2.5. Opracowanie wariantowej koncepcji projektowej.....	36
2.6. Opracowanie projektu sieci cieplnej.....	40
2.7. Węzły cieplne.....	41
3. Bilans cieplny systemu ciepłowniczego	44
3.1. Wprowadzenie do bilansowania potrzeb cieplnych odbiorców.....	44
3.2. Przenikanie ciepła przez przegrody.....	49
3.2.1. Projektowa strata ciepła na podstawie normy <i>PN-EN 12831</i>	49
3.2.2. Zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. - podejście klasyczne.....	51
3.2.3. Zmienność zapotrzebowania na ciepło na potrzeby c.o. w ciągu roku.....	52
3.2.4. Współczynniki przenikania ciepła na przestrzeni lat.....	54
3.3. Zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby wentylacji.....	55
3.3.1. Wprowadzenie.....	55
3.3.2. Bilans powietrza wentylacyjnego.....	56
3.3.3. Obliczenia na podstawie normy <i>PN-EN 12831</i>	61
3.3.4. Obliczenia w zależności od rodzaju wentylacji.....	62
3.3.5. Strategie wentylowania pomieszczeń.....	69

3.4. Zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej (c.w.u.).....	70
3.4.1. Dobowa zmienność zapotrzebowania na c.w.u.....	70
3.4.2. Obliczenia na podstawie zużycia jednostkowego (PN-B/92-01706) . . .	75
3.4.3. Obliczenia na podstawie liczby punktów poboru (metoda Sandera) . . .	81
3.4.4. Porównanie obu metod.....	84
3.4.5. Obliczenia na podstawie liczby znamionowej /V.....	86
3.4.6. Wpływ pojemności cieplnej systemu na wartość $\leq g$ cwu.....	89
3.4.7. Rekomendacje dotyczące uwzględnienia potrzeb cw.u. w bilansie węzła cieplnego i ciepłowni.....	94
3.4.8. Zapewnienie cw.u. w szkołach i urzędach.....	97
3.5. Wskaźniki zapotrzebowania na moc cieplną.....	98
3.6. Zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby technologiczne.....	99
3.7. Straty ciepła w systemie ciepłowniczym.....	101
3.7.1. Źródła strat ciepła.....	101
3.7.2. Straty na podgrzanie ubytków wody w zładzie.....	102
3.7.3. Szacunkowa wartość strat ciepła.....	103
3.7.4. Straty w rzeczywistych stanach pracy systemu ciepłowniczego.	104
3.8. Uporządkowany wykres potrzeb cieplnych - wykres kołowy.....	109
3.8.1. Cel sporządzania wykresu.....	109
3.8.2. Ćwiartka I.....	110
3.8.3. Ćwiartka II.....	113
3.8.4. Ćwiartki III i IV.....	115
3.9. Obliczanie rocznego zapotrzebowania na ciepło.....	116
3.9.1. Na podstawie wykresu kołowego.....	116
3.9.2. Zgodnie z metodologią sporządzania świadectw energetycznych (co.).....	117
3.9.3. Zgodnie z metodologią sporządzania świadectw energetycznych (cw.u.).....	118
Załącznik 1. Wskaźniki zapotrzebowania na ciepło.....	121
Z.1.1. Wskaźniki zapotrzebowania na ciepło na użytek co. i wentylacji.....	121
Z.1.2. Wskaźniki zapotrzebowania na ciepło do przygotowania c.w.u.....	123
Literatura.....	126
CZĘŚĆ 2. PROJEKTOWANIE KOTŁOWNI I CIEPŁOWNI.....	131
4. Źródła ciepła.....	133
4.1. Wstęp.....	133

4.2. Kotły tradycyjne jako źródła energii.....	133
4.2.1. Podstawowy podział kotłów ciepłowniczych.....	134
4.2.2. Charakterystyka przykładowych typów kotłów.....	135
4.2.3. Agregaty kogeneracyjne.....	142
4.3. Charakterystyka paliw stosowanych w ciepłowniach.....	144
4.4. Procesy spalania paliw w kotłach.....	147
4.4.1. Równania chemiczne procesów spalania.....	147
4.4.2. Wyznaczanie strumienia spalin.....	151
4.4.3. Warunki spalania zupełnego i całkowitego.....	152
4.4.4. Wskaźniki emisji CO ₂ , H ₂ O.....	154
4.4.5. Wskaźnik unosu SO ₂ , korozja siarkowa niskotemperaturowa.....	156
4.4.6. Unos pyłu z procesów spalania paliw stałych.....	159
5. Projekt ciepłowni.....	160
5.1. Dobór źródła ciepła, wykres piłowy.....	160
5.2. Dobór palnika gazowego/olejowego.....	164
5.3. Schemat technologiczny ciepłowni - przykłady.....	172
5.3.1. Ciepłownia wodna z kotłami gazowymi pojemnościowymi.....	172
5.3.2. Ciepłownia wodna wysokoparametrowa z kotłami węglowymi przepływowymi.....	175
5.3.3. Ciepłownia wodna niskoparametrowa z kotłami gazowymi pojemnościowymi.....	178
5.3.4. Ciepłownia wodna wysokoparametrowa technologiczno-grzewcza z kotłami gazowymi.....	180
5.4. Układy regulacji strumienia ciepła w systemie ciepłowniczym.....	181
5.4.1. Rodzaje regulacji.....	181
5.4.2. Budowa wykresu regulacyjnego dla źródła ciepła.....	182
5.4.3. Wykresy regulacyjne z przykładowych systemów ciepłowniczych....	188
5.4.4. Realizacja regulacji strumienia ciepła wysyłanego z ciepłowni.....	190
5.4.5. Dobór zaworów regulacyjnych.....	193
5.5. Zabezpieczenia pracy systemów ciepłowniczych.....	198
5.6. Linia ciśnień - wykres piezometryczny.....	199
5.6.1. Wartości ciśnień granicznych w systemie ciepłowniczym.....	199
5.6.2. Konstrukcja wykresu piezometrycznego.....	201
5.6.3. Lokalizacja pomp obiegowych.....	204
5.6.4. Wykres spadków ciśnień.....	205
5.6.5. Odczytywanie wartości nadciśnienia z wykresu.....	208
5.6.6. Obliczanie ciśnienia dopuszczalnego dla elementów systemu.....	210
5.6.7. Przykłady wykresów piezometrycznych.....	212
5.7. Układy uzupełniania wody i stabilizacji ciśnienia.....	223
5.7.1. Potrzeba uzupełniania ubytków wody i stabilizacji ciśnienia w zładzie.....	223
5.7.2. Schematy układów uzupełniania wody i stabilizacji ciśnienia.....	226

5.7.3.	Dobór parametrów pracy pomp uzupełniających i stabilizujących . . .	236
5.7.4.	Warunki stosowania różnych konfiguracji pomp uzupełniających i stabilizujących.....	243
5.7.5.	Zestawy uzupełniająco-stabilizujące.....	246
5.8.	Dobór pomp.....	252
5.8.1.	Pompy dawniej i obecnie.....	252
5.8.2.	Charakterystyka instalacji, pompy, punkt pracy.....	253
5.8.3.	Regulacja dławieniowa.....	255
5.8.4.	Regulacja przez zmianę prędkości obrotowej.....	258
5.8.5.	Tryby pracy pompy w regulacji prędkości obrotowej.....	258
5.8.6.	Tryb stałej charakterystyki.....	259
5.8.7.	Tryb stałociśnieniowy.....	260
5.8.8.	Tryb proporcjonalny.....	262
5.8.9.	Dobór pomp obiegowych.....	263
5.8.10.	Charakterystyki pomp uzupełniających i stabilizujących.....	265
5.9.	Uzdatnianie wody.....	266
5.9.1.	Wpływ jakości wody na system ciepłowniczy.....	266
5.9.2.	Korozja.....	269
5.9.3.	Kamień kotłowy.....	273
5.9.4.	Wymagania stawiane wodzie kotłowej.....	274
5.9.5.	Koagulacja i flokulacja.....	277
5.9.6.	Zmiękczenie wody.....	278
5.9.7.	Odgazowywanie wody.....	287
5.9.8.	Zbiornik wody uzupełniającej.....	300
5.10.	Wymagania wobec pomieszczeń kotłowni.....	301
5.10.1.	Kotłownie na paliwa stałe, niskoparametrowe.....	301
5.10.2.	Kotłownie na paliwa gazowe lżejsze od powietrza.....	304
5.10.3.	Kotłownie na paliwa gazowe cięższe od powietrza.....	305
5.10.4.	Kotłownie olejowe.....	306
Załącznik 2. Zdjęcia wybranych elementów ciepłowni.....		307
Z.2.1.	Kotły i osprzęt.....	307
Z.2.2.	Palnik.....	309
Z.2.3.	Układ utrzymania minimalnej temperaturę wody powrotnej.....	311
Z.2.4.	Ścieżka gazowa i olejowa.....	312
Z.2.5.	Regulacja i sterowanie.....	314
Z.2.6.	Inne elementy kotłowni i ciepłowni.....	318
Literatura.....		332