

SPIS TREŚCI

Wykaz ważniejszych oznaczeń i skrótów	9
1. Wstęp	12
2. Klasyfikacja i charakterystyka systemów ogrzewania	14
2.1. Historia techniki grzewczej	14
2.2. Klasyfikacja systemów ogrzewania	15
2.2.1. Kryteria podziału systemów ogrzewania	15
2.2.2. Ogrzewanie miejscowe	19
2.2.3. Ogrzewanie centralne	23
2.2.4. Ogrzewanie zdalaczynne	24
2.3. Charakterystyka systemów instalacji centralnego ogrzewania	26
2.3.1. Informacje ogólne	26
2.3.2. Instalacje ogrzewania wodnego	26
2.3.3. Instalacje ogrzewania parowego	32
2.3.4. Instalacje ogrzewania powietrznego	36
3. Komfort cieplny – wymagania	44
3.1. Znaczenie komfortu cieplnego	44
3.2. Ocena komfortu cieplnego	45
3.3. Temperatury obliczeniowe – projektowe	50
4. Metodyka obliczeń projektowego obciążenia cieplnego	53
4.1. Terminologia	53
4.2. Założenia i procedury metodyki obliczeniowej	55
4.3. Projektowe obciążenie cieplne przestrzeni ogrzewanej	59
4.4. Projektowa strata ciepła przez przenikanie	59
4.4.1. Definicja	59
4.4.2. Współczynnik projektowej straty ciepła przez przenikanie do otoczenia przez obudowę budynku	60
4.4.3. Współczynnik straty ciepła przez przenikanie do otoczenia przez przestrzeń nieogrzewaną (do pomieszczeń nieogrzewanych)	62
4.4.4. Współczynnik straty ciepła przez przenikanie do gruntu	64
4.4.5. Współczynnik straty ciepła przez przenikanie z przestrzeni ogrzewanej do sąsiedniej przestrzeni ogrzewanej o znacząco różnej temperaturze	65
4.5. Projektowa wentylacyjna strata ciepła	67
4.6. Nadwyżka mocy cieplnej do skompensowania skutków osłabienia ogrzewania	70

4.7. Temperatury projektowe	72
4.7.1. Projektowa temperatura zewnętrzna	72
4.7.2. Średnia roczna temperatura zewnętrzna	73
4.7.3. Projektowa temperatura wewnętrzna	73
5. Roczne zapotrzebowanie na energię do ogrzewania	74
5.1. Metodologia obliczeń rocznego zapotrzebowania na energię	74
5.2. Wymagania, jakim powinny odpowiadać budynki	88
5.3. Zasady obliczania zużycia energii na potrzeby ogrzewania	92
5.3.1. Podstawy obliczeń	92
5.3.2. Dane wejściowe	93
5.3.3. Dane wyjściowe	93
5.3.4. Procedura obliczania	94
5.4. Wymagania dla budynków poddawanych termomodernizacji	96
6. Procesy ciepłno-przepływowe	97
6.1. Podstawy wymiany ciepła w układach grzewczych	97
6.2. Transport czynnika grzewczego	102
6.3. Równoważenie instalacji pod względem hydraulicznym	105
6.4. Rozkład ciśnień w instalacjach grzewczych	106
7. Grzejniki	109
7.1. Klasyfikacja i charakterystyka grzejników	109
7.2. Połączenia grzejników	112
7.3. Kryteria i zasady doboru grzejników	113
7.4. Lokalizacja grzejników	115
7.5. Oznaczenia typów grzejników	116
7.6. Ogrzewanie podłogowe	117
7.6.1. Zasada działania ogrzewania podłogowego	117
7.6.2. Zalety i wady wodnego ogrzewania podłogowego	117
7.6.3. Konstrukcja grzejnika podłogowego	118
7.6.4. Projektowanie ogrzewania podłogowego	121
7.6.5. Zasilanie instalacji podłogowej	123
8. Systemy instalacyjne – projektowanie, zasady wyboru	126
8.1. Wymagania ogólne	126
8.2. Oznaczenia przewodów i sposoby połączeń	129
8.3. Wybór systemu instalacyjnego – zalety i wady	132
8.3.1. Wstęp	132
8.3.2. Rury stalowe	132
8.3.3. Rury miedziane	132
8.3.4. Rury z tworzyw sztucznych – chlorowany polichlorek winylu	134
8.3.5. Polietylen (PE)	135
8.3.6. Polibutylen (PB)	136
8.3.7. Polipropylen (PP)	137

8.3.8. Rury warstwowe (PE-AL-PE)	138
8.4. Porównanie głównych właściwości materiałów instalacyjnych	138
8.5. Izolacje przewodów	141
9. Zabezpieczenie instalacji c.o. – wymagania, dobór	143
9.1. Układ otwarty	143
9.2. Układ zamknięty	151
10. Armatura instalacji ogrzewczych	157
10.1. Klasyfikacja i funkcje armatury	157
10.2. Regulacja instalacji c.o.	161
10.2.1. Zasady regulacji mocy cieplnej	161
10.2.2. Regulacja jakościowa	163
10.2.3. Regulacja ilościowa	166
10.3. Określanie charakterystyki zaworu regulacyjnego	169
11. Projektowanie instalacji c.o.	174
11.1. Wymagania ogólne	174
11.2. Proces wykonywania projektu	176
11.3. Forma i zakres projektu instalacji c.o.	178
11.4. Graficzne obrazowanie instalacji c.o.	179
12. Źródła ciepła	181
12.1. Klasyfikacja źródeł ciepła	181
12.2. Węzły ciepłownicze	182
12.3. Kotłownie	183
12.3.1. Klasyfikacja kotłowni	183
12.3.2. Układy technologiczne kotłowni	185
12.3.3. Charakterystyka kotłów małej i średniej mocy	186
12.3.4. Bilans cieplny kotłów	187
12.4. Właściwości paliw	196
12.4.1. Rodzaje paliw	196
12.4.2. Właściwości węgla kamiennego	198
12.4.3. Właściwości oleju opałowego	200
12.4.4. Właściwości gazu ziemnego	201
12.4.5. Właściwości gazu płynnego	202
12.5. Zapotrzebowanie na paliwo	204
12.5.1. Zapotrzebowanie na paliwo stałe	204
12.5.2. Zapotrzebowanie na paliwo gazowe	205
12.5.3. Zapotrzebowanie na olej opałowy	206
12.6. Wymagania dotyczące kotłowni	206
12.6.1. Kotłownie na paliwo stałe	206
12.6.2. Kotłownie na paliwo olejowe	208
12.6.3. Kotłownie na paliwo gazowe	210
12.7. Układy odprowadzania spalin i wymiany powietrza	211

13. Sposoby rozliczania kosztów ciepła	221
13.1. Kryteria rozliczeń	221
13.2. Zasady rozliczania kosztów ciepła z sieci ciepłowniczej	222
13.2.1. Podstawa rozliczeń	222
13.2.2. Ceny uśrednione	223
13.2.3. Koszty ogrzewania z miejskiej sieci ciepłowniczej	224
13.3. Zasady rozliczania kosztów ciepła z sieci gazowej	226
13.3.1. Podstawy prawne	226
13.3.2. Klasyfikacja odbiorców do grup taryfowych	227
13.3.3. Koszty ogrzewania gazem	229
14. Komputerowe wspomaganie projektowania systemów grzewczych ..	231
14.1. Wprowadzenie	231
14.2. Programy wspomagające wyznaczanie bilansu cieplnego budynku	232
14.3. Programy wspomagające graficzne obrazowanie i obliczenia instalacji ogrzewczych	234
15. Badania i odbiory instalacji c.o.	242
15.1. Wstęp	242
15.2. Badania odbiorcze	242
15.2.1. Zakres badań	242
15.2.2. Badanie odbiorcze szczelności instalacji c.o.	242
15.2.3. Badanie odbiorcze poprawności działania instalacji	248
15.2.4. Badanie odbiorcze zabezpieczenia przed przekroczeniem dopuszczalnego ciśnienia i temperatury	249
15.2.5. Badanie odbiorcze zabezpieczenia przed zanieczyszczeniem wody wodociągowej	249
15.2.6. Badanie odbiorcze zabezpieczeń antykorozyjnych instalacji	249
15.2.7. Badanie odbiorcze efektów regulacji	249
15.2.8. Badanie odbiorcze odpowietrzenia instalacji	250
15.2.9. Badanie odbiorcze natężenia hałasu	250
15.2.10. Badanie pomp obiegowych	250
15.2.11. Badanie odbiorcze armatury	251
15.3. Odbiory robót	251
15.3.1. Rodzaje odbiorów	251
15.3.2. Odbiór międzyoperacyjny	251
15.3.3. Odbiór techniczny częściowy	252
15.3.4. Odbiór techniczny końcowy	253
Dodatek	255
D1. Podstawy wymiany ciepła i hydromechaniki	255
D1.1. Pojęcia podstawowe	255
D1.2. Oddziaływania termodynamiczne	258
D1.3. Właściwości substancji	261

D1.3.1. Podstawowe parametry	261
D1.3.2. Właściwości wody w stanie ciekłym	263
D1.3.3. Właściwości pary	270
D1.3.4. Właściwości powietrza	273
D1.4. Hydromechanika	275
D1.4.1. Wprowadzenie	275
D1.4.2. Prawo Archimidesa	276
D1.4.3. Przepływ płynu	277
D1.4.4. Bilans energii przepływającego płynu	277
D1.5. Podstawy wymiany ciepła	280
D1.5.1. Rodzaje wymiany ciepła	280
D1.5.2. Przewodzenie ciepła	280
D1.5.3. Konwekcja	285
D1.5.4. Promieniowanie	289
D1.5.5. Przenikanie ciepła	292
D2. Zasady obliczania współczynników przenikania ciepła przegród budowlanych	297
D2.1. Współczynniki przenikania ciepła przegród	297
D2.1.1. Pojęcia podstawowe	297
D2.1.2. Współczynnik przenikania ciepła przegrody budowlanej zewewnętrznej	300
D2.1.3. Współczynnik przenikania ciepła przegrody budowlanej wewnętrznej	301
D2.1.4. Opór cieplny niewentylowanych warstw powietrza	301
D2.1.5. Opór cieplny słabo wentylowanych warstw powietrza	302
D2.1.6. Opór cieplny dobrze wentylowanej warstwy powietrza	303
D2.1.7. Współczynniki przenikania ciepła podłóg i ścian przyległych do gruntu	303
D2.1.8. Opór cieplny przestrzeni nieogrzewanych	309
D2.1.9. Współczynnik przenikania ciepła przegrody z mostkami cieplnymi	311
D2.1.10. Współczynnik przenikania ciepła okien, świetlików, drzwi i wrót	312
D2.2. Właściwości materiałów budowlanych	313
D2.3. Wymagania dotyczące wartości współczynników przenikania ciepła przegród budowlanych w budynkach projektowanych .	313
D2.4. Wymagania dotyczące wartości współczynników przenikania ciepła stolarki okiennej i drzwiowej w budynkach projektowanych	317
Załącznik	320
Tabela Z1. Wartości obliczeniowe właściwości fizycznych wybranych materiałów, wyrobów i komponentów budowlanych	320

Tabela Z2. Wartości obliczeniowe współczynnika przewodzenia ciepła murów z pustaków ceramicznych w warunkach średnio wilgotnych	324
Tabela Z3. Wartości obliczeniowe oporów przenikania ciepła wybranych przegród niejednorodnych	324
Tabela Z4. Dane dotyczące mostków cieplnych	326
Tabela Z5. Straty ciśnienia na długości przewodów stalowych ogrzewań wodnych	329
Tabela Z6. Straty ciśnienia na długości przewodów miedzianych	331
Tabela Z7. Straty ciśnienia na długości przewodów z polietylenu sieciowanego PEX z powłoką antydyfuzyjną	333
Tabela Z8. Współczynniki oporów miejscowych wybranych elementów instalacji c.o.	334
Tabela Z9. Wymagania i badania jakości wody do celów ciepłowniczych dla obiektów projektowanych, w przypadku gdy ilość wody uzupełniającej nie przekracza $5 \text{ m}^3/\text{h}$	335
Tabela Z10. Wymagania i badania jakości wody w obiegach kotłowych o temperaturze wody do 110°C dla obiektów istniejących, których wyposażenie nie pozwala na dotrzymanie wskaźników wcześniej podanych, z wyjątkiem kotłów olejowych	336
Literatura	338