

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. Temperatuty 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	91
5.3. Zasady obliczania zużycia energii na potrzeby ogrzewania	95
5.3.1. Podstawy obliczeń	95
5.3.2. Dane wejściowe	97
5.3.3. Dane wyjściowe	97
5.3.4. Procedura obliczania	97
5.4. Wymagania dla budynków poddawanych termomodernizacji	100
6. Procesy ciepło-przepływowe	101
6.1. Podstawy wymiany ciepła w układach grzewczych	101
6.2. Transport czynnika grzewczego	106
6.3. Równoważenie instalacji pod względem hydraulicznym	109
6.4. Rozkład ciśnień w instalacjach grzewczych	110
7. Grzejniki	113
7.1. Klasyfikacja i charakterystyka grzejników	113
7.2. Połączenia grzejników	116
7.3. Kryteria i zasady doboru grzejników	117
7.4. Lokalizacja grzejników	119
7.5. Oznaczenia typów grzejników	120
7.6. Ogrzewanie podłogowe	121
7.6.1. Zasada działania ogrzewania podłogowego	121
7.6.2. Zalety i wady wodnego ogrzewania podłogowego	121
7.6.3. Konstrukcja grzejnika podłogowego	122
7.6.4. Projektowanie ogrzewania podłogowego	125
7.6.5. Zasilanie instalacji podłogowej	127
8. Systemy instalacyjne – projektowanie, zasady wyboru	130
8.1. Wymagania ogólne	130
8.2. Oznaczenia przewodów i sposoby połączeń	133
8.3. Wybór systemu instalacyjnego – zalety i wady	136
8.3.1. Wstęp	136
8.3.2. Rury stalowe	136
8.3.3. Rury miedziane	136
8.3.4. Rury z tworzyw sztucznych – chlorowany polichlorek winylu	138
8.3.5. Polietylen (PE)	139
8.3.6. Polibutylen (PB)	140
8.3.7. Polipropylen (PP)	141

8.3.8. Rury warstwowe (PE-AL-PE)	142
8.4. Porównanie głównych właściwości materiałów instalacyjnych	142
8.5. Izolacje przewodów	145
9. Zabezpieczenie instalacji c.o. – wymagania, dobór	147
9.1. Układ otwarty	147
9.2. Układ zamknięty	155
10. Armatura instalacji ogrzewczych	161
10.1. Klasyfikacja i funkcje armatury	161
10.2. Regulacja instalacji c.o.	165
10.2.1. Zasady regulacji mocy cieplnej	165
10.2.2. Regulacja jakościowa	167
10.2.3. Regulacja ilościowa	170
10.3. Określanie charakterystyki zaworu regulacyjnego	173
11. Projektowanie instalacji c.o.	178
11.1. Wymagania ogólne	178
11.2. Proces wykonywania projektu	180
11.3. Forma i zakres projektu instalacji c.o.	182
11.4. Graficzne obrazowanie instalacji c.o.	183
11.5. Obliczenia hydrauliczne wodnych instalacji c.o.	187
11.5.1. Zasady obliczeń hydraulicznych	187
11.5.2. Obliczenia hydrauliczne dla grawitacyjnego ogrzewania z rozdziałem dolnym	192
11.5.3. Obliczenia hydrauliczne dla grawitacyjnego ogrzewania z rozdziałem górnym	196
11.5.4. Obliczenia hydrauliczne dla grawitacyjnego ogrzewania mieszkaniowego, tzw. etażowego	198
11.5.5. Obliczenia hydrauliczne dla ogrzewania pompowego	200
11.5.6. Obliczenia hydrauliczne instalacji jednorurowych	207
11.6. Obliczenia instalacji parowych	210
11.7. Obliczenia instalacji powietrznych	213
12. Źródła ciepła	218
12.1. Klasyfikacja źródeł ciepła	218
12.2. Węzły ciepłownicze	219
12.3. Kotłownie	220
12.3.1. Klasyfikacja kotłowni	220
12.3.2. Układy technologiczne kotłowni	222
12.3.3. Charakterystyka kotłów małej i średniej mocy	223
12.3.4. Bilans cieplny kotłów	224
12.4. Właściwości paliw	233
12.4.1. Rodzaje paliw	233
12.4.2. Właściwości węgla kamiennego	235

12.4.3. Właściwości oleju opałowego	237
12.4.4. Właściwości gazu ziemnego	238
12.4.5. Właściwości gazu płynnego	239
12.5. Zapotrzebowanie na paliwo	241
12.5.1. Zapotrzebowanie na paliwo stałe	241
12.5.2. Zapotrzebowanie na paliwo gazowe	242
12.5.3. Zapotrzebowanie na olej opałowy	243
12.6. Wymagania dotyczące kotłowni	243
12.6.1. Kotłownie na paliwo stałe	243
12.6.2. Kotłownie na paliwo olejowe	245
12.6.3. Kotłownie na paliwo gazowe	247
12.7. Układy odprowadzania spalin i wymiany powietrza	248
13. Sposoby rozliczania kosztów ciepła	258
13.1. Kryteria rozliczeń	258
13.2. Zasady rozliczania kosztów ciepła z sieci ciepłowniczej	259
13.2.1. Podstawa rozliczeń	259
13.2.2. Ceny uśrednione	260
13.2.3. Koszty ogrzewania z miejskiej sieci ciepłowniczej	261
13.3. Zasady rozliczania kosztów ciepła z sieci gazowej	263
13.3.1. Podstawy prawne	263
13.3.2. Klasyfikacja odbiorców do grup taryfowych	264
13.3.3. Koszty ogrzewania gazem	266
14. Komputerowe wspomaganie projektowania systemów grzewczych ..	268
14.1. Wprowadzenie	268
14.2. Programy wspomagające wyznaczanie bilansu cieplnego budynku	269
14.3. Programy wspomagające graficzne obrazowanie i obliczenia instalacji ogrzewczych	271
15. Badania i odbiory instalacji c.o.	279
15.1. Wstęp	279
15.2. Badania odbiorcze	279
15.2.1. Zakres badań	279
15.2.2. Badanie odbiorcze szczelności instalacji c.o.	279
15.2.3. Badanie odbiorcze poprawności działania instalacji	285
15.2.4. Badanie odbiorcze zabezpieczenia przed przekroczeniem dopuszczalnego ciśnienia i temperatury	286
15.2.5. Badanie odbiorcze zabezpieczenia przed zanieczyszczeniem wody wodociągowej	286
15.2.6. Badanie odbiorcze zabezpieczeń antykorozyjnych instalacji	286
15.2.7. Badanie odbiorcze efektów regulacji	286
15.2.8. Badanie odbiorcze odpowietrzenia instalacji	287
15.2.9. Badanie odbiorcze natężenia hałasu	287

15.2.10. Badanie pomp obiegowych	287
15.2.11. Badanie odbiorcze armatury	288
15.3. Odbiory robót	288
15.3.1. Rodzaje odbiorów	288
15.3.2. Odbiór międzyoperacyjny	288
15.3.3. Odbiór techniczny częściowy	289
15.3.4. Odbiór techniczny końcowy	290

Dodatek	292
D1. Podstawy wymiany ciepła i hydromechaniki	292
D1.1. Pojęcia podstawowe	292
D1.2. Oddziaływania termodynamiczne	295
D1.3. Właściwości substancji	298
D1.3.1. Podstawowe parametry	298
D1.3.2. Właściwości wody w stanie ciekłym	300
D1.3.3. Właściwości pary	307
D1.3.4. Właściwości powietrza	310
D1.4. Hydromechanika	312
D1.4.1. Wprowadzenie	312
D1.4.2. Prawo Archimedesesa	313
D1.4.3. Przepływ płynu	314
D1.4.4. Bilans energii przepływającego płynu	314
D1.5. Podstawy wymiany ciepła	317
D1.5.1. Rodzaje wymiany ciepła	317
D1.5.2. Przewodzenie ciepła	317
D1.5.3. Konwekcja	323
D1.5.4. Promieniowanie	327
D1.5.5. Przenikanie ciepła	329
D2. Zasady obliczania współczynników przenikania ciepła przegród budowlanych	334
D2.1. Współczynniki przenikania ciepła przegród	334
D2.1.1. Pojęcia podstawowe	334
D2.1.2. Współczynnik przenikania ciepła przegrody budowlanej zewewnętrznej	337
D2.1.3. Współczynnik przenikania ciepła przegrody budowlanej wewnętrznej	338
D2.1.4. Opór cieplny niewentylowanych warstw powietrza	338
D2.1.5. Opór cieplny słabo wentylowanych warstw powietrza	339
D2.1.6. Opór cieplny dobrze wentylowanej warstwy powietrza	340
D2.1.7. Współczynniki przenikania ciepła podłóg i ścian przyległych do gruntu	340
D2.1.8. Opór cieplny przestrzeni nieogrzewanych	346
D2.1.9. Współczynnik przenikania ciepła przegrody z mostkami cieplnymi	348

D2.1.10. Współczynnik przenikania ciepła okien, świetlików, drzwi i wrót	349
D2.2. Właściwości materiałów budowlanych	350
D2.3. Wymagania dotyczące wartości współczynników przenikania ciepła przegród budowlanych w budynkach projektowanych .	350
D2.4. Wymagania dotyczące wartości współczynników przenikania ciepła stolarki okiennej i drzwiowej w budynkach projektowanych	354
Załącznik	357
Tabela Z1. Wartości obliczeniowe właściwości fizycznych wybranych materiałów, wyrobów i komponentów budowlanych	357
Tabela Z2. Wartości obliczeniowe współczynnika przewodzenia ciepła murów z pustaków ceramicznych w warunkach średnio wilgotnych	361
Tabela Z3. Wartości obliczeniowe oporów przenikania ciepła wybranych przegród niejednorodnych	361
Tabela Z4. Dane dotyczące mostków cieplnych	363
Tabela Z5. Straty ciśnienia na długości przewodów stalowych ogrzewań wodnych	366
Tabela Z6. Straty ciśnienia na długości przewodów miedzianych	368
Tabela Z7. Straty ciśnienia na długości przewodów z polietylenu sieciowanego PEX z powłoką antydyfuzyjną	370
Tabela Z8. Współczynniki oporów miejscowych wybranych elementów instalacji c.o.	371
Tabela Z9. Wymagania i badania jakości wody do celów ciepłowniczych dla obiektów projektowanych, w przypadku gdy ilość wody uzupełniającej nie przekracza 5 m ³ /h	372
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	373
Literatura	375