
SPIS TREŚCI

Przedmowa do Wydania II	3
Od Autorów	5
Od Redakcji	7
1. Wykaz oznaczeń	17
2. Obliczenia cieplne i wilgotnościowe przegród budynków	20
2.1. Obliczenia współczynników przenikania ciepła	20
2.1.1. Podstawowe definicje	20
2.1.2. Obliczenia współczynników przenikania ciepła przegród złożonych z warstw jednorodnych	25
2.1.3. Obliczenia współczynnika przenikania ciepła dla przegrody budowlanej złożonej	27
2.1.4. Współczynniki przenikania ciepła podłóg na gruncie i ścian przyległych do gruntu	29
2.1.5. Opór cieplny przestrzeni nieogrzewanych	30
2.2. Obliczenia współczynników przenikania ciepła przegrody z mostkami cieplnymi	31
2.3. Obliczenia rozkładu temperatur w przegrodzie wielowarstwowej	34
2.4. Obliczenia stanu wilgotnościowego przegród	36
3. Wymagania ochrony cieplnej budynków	40
3.1. Maksymalne wartości współczynników przenikania ciepła	40
3.2. Wymagania dotyczące podłóg na gruncie	43
3.3. Wymagania dotyczące maksymalnej powierzchni okien	44
3.4. Wymagania dotyczące szczelności na przenikanie powietrza	45
3.5. Graniczne wskaźniki zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania E_0	46
4. Obliczanie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych	47
4.1. Wprowadzenie	47
4.2. Obliczanie sezonowego zapotrzebowania na ciepło według wymagań normatywnych	48
4.3. Uproszczona metoda obliczeń	52
4.4. Wybrane dane klimatyczne	54
5. Obliczanie zapotrzebowania na moc cieplną pomieszczeń ogrzewanych o kubaturze do 600 m³	57
5.1. Podstawowe definicje	57
5.2. Straty ciepła przez przenikanie	57
5.3. Dodatki do strat ciepła przez przenikanie	58
5.4. Zapotrzebowanie na ciepło do wentylacji	59
5.5. Obliczeniowe wartości temperatury zewnętrznej i wewnętrznej	60
5.6. Wymagania dotyczące wentylacji w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej	63
6. Grzejniki konwekcyjne	66
6.1. Ogólna klasyfikacja grzejników	66
6.2. Wymagania i przegląd typów grzejników konwekcyjnych	66
6.3. Zasady doboru grzejników konwekcyjnych	76
6.3.1. Powierzchnia ogrzewalna grzejnika	76

6.3.2. Dobór grzejników dla ogrzewań dwururowych i parametrów pracy różnych od katalogowych	79
6.3.3. Dobór grzejników dla ogrzewań jednorurowych	81
7. Ogrzewania płaszczyznowe	85
7.1. Podstawy teoretyczne wymiany ciepła przez promieniowanie	85
7.1.1. Wstęp	85
7.1.2. Emisyjność powierzchni	86
7.1.3. Współczynniki konfiguracji	87
7.1.4. Udział promieniowania w wymianie ciepła między powierzchnią grzejną, a pomieszczeniem	87
7.2. Zagadnienia fizjologiczne i wynikające z nich ograniczenia dla ogrzewań płaszczyznowych	88
7.2.1. Komfort cieplny człowieka	88
7.2.2. Ograniczenia dla ogrzewań podłogowych	94
7.2.3. Ograniczenia dla ogrzewań sufitowych i ściennych	95
7.2.4. Aspekty zdrowotne ogrzewań podłogowych	96
7.3. Przegląd typów ogrzewań płaszczyznowych	97
7.3.1. Ogrzewania podłogowe	97
7.3.2. Ogrzewania sufitowe	101
7.3.3. Ogrzewania ściennie	102
7.3.4. Aktywowanie termiczne rdzeni stropów	109
7.3.5. Ogrzewanie przestrzeni otwartych	110
7.4. Układy hydrauliczne i regulacja wydajności wodnych ogrzewań płaszczyznowych	111
7.4.1. Układy hydrauliczne wodnych ogrzewań płaszczyznowych, rozdzielacze	111
7.4.2. Dynamika i regulacja eksploatacyjna ogrzewań płaszczyznowych	115
7.5. Łączenie ogrzewania płaszczyznowego i grzejnikowego w jednym systemie	117
7.5.1. Wariant A	118
7.5.2. Wariant B	121
7.5.3. Warianty C i D	121
7.6. Wykorzystanie instalacji ogrzewania płaszczyznowego do chłodzenia pomieszczeń	123
7.7. Wodne ogrzewanie podłogowe, wylewane na mokro – charakterystyka szczegółowa	125
7.7.1. Budowa, wymagania wg EN [13]	125
7.7.2. Sposoby mocowania przewodów grzejnych do podłoża	129
7.7.3. Prowadzenie przewodów, rozkład temperatury na powierzchni podłogi	131
7.8. Wodne ogrzewanie podłogowe, wylewane na mokro – projektowanie	134
7.8.1. Wprowadzenie, ogólne zasady projektowania	134
7.8.2. Uwarunkowania i obliczenia wstępne	137
7.8.3. Obliczenia cieplne	137
7.8.4. Obliczenia hydrauliczne	140
7.8.5. Wybrane zagadnienia szczegółowe	144
7.9. Wykorzystanie programów komputerowych do wspomagania projektowania	146
7.9.1. Zdefiniowanie warunków brzegowych	147
7.9.2. Wykonanie obliczeń zapotrzebowania ciepła dla pomieszczeń.	148
7.9.3. Wybór typu ogrzewania płaszczyznowego	148
7.9.4. Zlokalizowanie płaszczyzn grzejnych	148

7.9.5. Zlokalizowanie rozdzielacza i przyłączenie wszystkich obiegów grzejnych	149
7.9.6. Założenie temperatury zasilania dla instalacji	149
7.9.7. Obliczenia ciepłno-hydrauliczne	150
7.9.8. Wydruk rysunków i zestawienia materiałów	150
7.10. Przegląd podstawowych danych aktualnie dostępnych wodnych ogrzewań podłogowych	150
7.11. Ogrzewanie promieniowe obiektów o dużej kubaturze	152
7.11.1. Wodne promienniki taśmowe	154
7.11.2. Gazowe promienniki podczerwieni	155
7.11.3. Elektryczne promienniki podczerwieni	157
8. Przewody	159
8.1. Stosowane materiały	159
8.2. Kompensacja wydłużeń cieplnych przewodów	167
8.3. Przegląd podstawowych danych technicznych przewodów wybranych firm	170
8.4. Obliczanie strat ciepła przewodów	173
8.5. Wymagania dotyczące izolacji	176
8.5.1. Właściwości materiałów termoizolacyjnych	177
8.5.2. Materiały termoizolacyjne	178
8.5.3. Wymagania	179
8.5.4. Temperatura pracy i grubość izolacji	179
9. Źródła ciepła	182
9.1. Klasyfikacja źródeł ciepła	182
9.2. Stosowane paliwa	182
9.2.1. Charakterystyka paliw	182
9.2.2. Obliczanie rocznego zapotrzebowania paliwa	185
9.3. Kotły centralnego ogrzewania	189
9.3.1. Podział kotłów c.o. ze szczególnym uwzględnieniem kotłów gazowych	189
9.3.2. Parametry kotłów wodnych	191
9.3.3. Przegląd podstawowych danych technicznych aktualnie produkowanych kotłów mniejszej mocy	194
9.3.4. Ogólne zasady doboru kotłów	198
9.4. Zasady projektowania i wymagania dla kotłowni	200
9.4.1. Kotłownie na paliwo stałe	200
9.4.2. Kotłownie na paliwo gazowe	202
9.4.3. Kotłownie na paliwo olejowe	211
9.5. Sterowanie i automatyka źródła ciepła	216
9.5.1. Podstawowe układy sterowania	216
9.5.2. Przegląd podstawowych danych technicznych wybranych regulatorów kotłowych	221
9.5.3. Regulacja mocy kotła	225
9.5.4. Funkcje zabezpieczające układu sterującego	225
9.5.5. Układ sterowania a sprawność kotłowni i instalacji ogrzewczej	226
9.5.6. Możliwości komunikacyjne regulatorów	227
9.6. Przygotowanie c.w.u.	228
9.6.1. Wprowadzenie	228
9.6.2. Obliczanie zapotrzebowania ciepła na cele przygotowania c.w.u.	228
9.6.3. Wybór systemu przygotowania c.w.u.	231
9.6.4. Dobór zasobnika w centralnej instalacji c.w.u.	232
9.6.5. Dobór kotła na cele c.o. i c.w.u.	234

9.6.6. Wykorzystanie układu kotłowni c.o. dla przygotowania ciepłej wody użytkowej	235
9.6.7. Przegląd podstawowych danych technicznych aktualnie produkowanych zasobników i podgrzewaczy c.w.u.	235
9.7. Pompy w instalacjach centralnego ogrzewania	239
9.7.1. Charakterystyka wydajności pompy	239
9.7.2. Zapotrzebowanie na moc napędu pompy	241
9.7.3. Sprawność pompy	241
9.7.4. Korekta wydajności pompy przy zmianie prędkości obrotowej wirnika	242
9.7.5. Korekta wydajności pompy przy zmianie średnicy wirnika	243
9.7.6. Dobór pompy obiegowej dla instalacji centralnego ogrzewania	244
9.8. Układy odprowadzania spalin	247
9.8.1. Klasyfikacja kominów	247
9.8.2. Uwarunkowania ciśnieniowo – temperaturowe	247
9.8.3. Dobór wysokości i przekroju	248
9.8.4. Wymagania materiałowe	250
9.8.5. Wymagania konstrukcyjne	251
10. Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych	254
10.1. Zadania i rodzaje zabezpieczeń	254
10.2. Zabezpieczenie systemu otwartego	254
10.3. Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych systemu zamkniętego	257
10.4. Charakterystyka danych technicznych zamkniętych naczyń wzbiorczych	262
11. Układy ogrzewań wodnych i zasady ich wymiarowania	265
11.1. Schematy instalacji c.o. wodnych	265
11.2. Obliczenia hydrauliczne instalacji centralnego ogrzewania	269
11.2.1. Podstawowe zależności obliczeniowe	269
11.2.2. Zasady doboru średnic przewodów	273
11.2.3. Jednostkowe liniowe straty ciśnienia dla przewodów z różnych materiałów	277
11.2.4. Straty ciśnienia wywołane oporami miejscowymi typowych elementów instalacji	284
12. Armatura i automatyka instalacji centralnego ogrzewania	289
12.1. Armatura	289
12.2. Automatyka wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania	290
12.2.1. Wprowadzenie	290
12.2.2. Termostatyczne regulatory grzejnikowe	290
12.2.3. Stabilizacja hydrauliczna instalacji c.o.	302
13. Systemy instalacyjne	306
13.1. Ogólna klasyfikacja systemów	306
13.2. Elementy systemów instalacyjnych	313
14. Kominki	316
14.1. Rodzaje i konstrukcja kominków	316
14.2. Instalacje ogrzewań centralnych z kominkami	319
14.2.1. Ogrzewania powietrzne z kominkami	319
14.2.1. Ogrzewania wodne z kominkami	321
14.2.3. Ogrzewania kombinowane z kominkami	321
14.3. Przegląd podstawowych danych technicznych aktualnie dostępnych kominków	322
15. Wykorzystanie energii słonecznej w instalacjach c.o. i c.w.u.	323
15.1. Zasoby helioenergetyczne Polski	323
15.2. Kolektory słoneczne	324

15.2.1. Konstrukcje i materiały stosowane w kolektorach słonecznych	324
15.2.2. Sprawność kolektorów	327
15.2.3. Ogólne zasady doboru kolektorów i elementów instalacji słonecznej	329
15.3. Schematy ideowe układów słonecznych	334
15.3.1. Klasyfikacja układów słonecznych	334
15.3.2. Schematy ideowe i charakterystyki wybranych układów słonecznych	334
15.4. Schematy techniczne układów słonecznych	340
15.4.1. Instalacje jednofunkcyjne c.w.u.	340
15.4.2. Instalacja dwufunkcyjna c.o. i c.w.u.	346
15.5. Przegląd podstawowych danych technicznych aktualnie dostępnych na rynku kolektorów słonecznych	350
16. Termomodernizacja	352
16.1. Ogólna charakterystyka działań termomodernizacyjnych	352
16.2. Metody termomodernizacji budowlanej	353
16.2.1. Metody ociepleń ścian zewnętrznych	353
16.2.2. Ocieplanie stropodachów	357
16.2.3. Termomodernizacja okien	357
16.3. Materiały izolacyjne stosowane do ocieplania przegród zewnętrznych	357
16.4. Termomodernizacja instalacyjna	361
17. Ocena efektywności ekonomicznej inwestycji termomodernizacyjnych	365
17.1. Wskaźniki oceny opłacalności inwestycji termorenowacyjnych	365
17.2. Sposób określania kosztów	366
17.3. Ocena opłacalności przedsięwzięć termomodernizacyjnych według przepisów	367
17.3.1. Metoda oceny opłacalności i wyboru usprawnień termomodernizacyjnych prowadzących do zmniejszenia strat ciepła w wyniku przenikania przez ściany, stropy, stropodachy	367
17.3.2. Metoda oceny opłacalności i wyznaczenia optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego polegającego na wymianie okien lub drzwi oraz poprawie systemu wentylacji (naturalnej i mechanicznej wywiewnej)	369
17.3.3. Metoda oceny opłacalności i wyznaczania optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na energię przez system wentylacji nawiewno-wywiewnej	373
17.3.4. Metoda oceny usprawnień prowadzących do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej	373
17.3.5. Metoda oceny termomodernizacji systemu grzewczego	374
17.3.6. Metoda wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	375
18. Zagadnienia inwestycyjne	377
18.1. Wybór rodzaju paliwa	377
18.1.1. Paliwo gazowe	377
18.1.2. Olej opałowy	377
18.1.3. Energia elektryczna	378
18.2. Zagadnienia organizacyjno – prawne	378
18.2.1. Przyłącze i kotłownia gazowa	378
18.2.2. Kotłownia na propan techniczny	379
18.2.3. Kotłownia olejowa	380
18.3. Uwagi końcowe	380
19. Projekty instalacji centralnego ogrzewania dla wybranego budynku	384
19.1. Opis techniczny budynku	384

19.2. Obliczenia współczynników przenikania ciepła	384
19.3. Obliczenia wskaźnika sezonowego zapotrzebowania na ciepło	385
19.3.1. Wprowadzenie	385
19.3.2. Obliczenia metodą uproszczoną	386
19.4. Obliczenia zapotrzebowania na ciepło dla pomieszczeń	388
19.5. Projekty wybranych rozwiązań instalacji centralnego ogrzewania	389
19.5.1. Wariant St – zastosowanie przewodów stalowych	390
19.5.2. Wariant Cu – zastosowanie przewodów miedzianych	392
19.5.3. Wariant PET – zastosowanie przewodów z polietylenu sieciowanego w układzie rozgałęźnym	395
19.5.4. Wariant PER – zastosowanie przewodów z polietylenu sieciowanego w układzie rozdzielaczowym	398
19.5.5. Wariant OP – zastosowanie ogrzewania podłogowego na parterze i przewodów z polietylenu sieciowanego w układzie rozgałęźnym w piwnicy	401
19.6. Przykład obliczeń hydraulicznych dla jednego obiegu czynnika grzewczego	405
20. Wycena kosztów inwestycyjnych	410
20.1. Rodzaje kosztorysów	410
20.2. Zakres kosztorysu	410
20.3. Metody kosztorysowania robót budowlanych	411
20.3.1. Metoda kalkulacji uproszczonej	411
20.3.2. Metoda kalkulacji szczegółowej	411
20.4. Zasady ustalania kosztu budowy (robót)	413
20.5. Przykłady kosztorysów wybranych rozwiązań projektowych instalacji centralnego ogrzewania	413
21. Warunki techniczne montażu instalacji centralnego ogrzewania	423
21.1. Montaż przewodów	423
21.1.1. Materiał na przewody	423
21.1.2. Kompensacja wydłużeń	425
21.1.3. Prowadzenie przewodów	427
21.2. Montaż grzejników	449
21.3. Montaż armatury	429
21.4. Montaż pomp	430
21.5. Błędy montażowe	430
22. Eksploatacja urządzeń c.o.	433
22.1. Odbiór instalacji	433
22.1.1. Kontrola jakości i zgodności wykonania	433
22.1.2. Badania odbiorcze szczelności	433
22.1.3. Badania odbiorcze odpowietrzenia	434
22.1.4. Badania odbiorcze zabezpieczenia instalacji przed przekroczeniem granicznych wartości ciśnienia i temperatury	435
22.2. Badania efektów regulacji	435
22.3. Wymagania dotyczące jakości wody	436
22.4. Regulacja montażowa i eksploatacyjna	436
22.4.1. Regulacja montażowa	437
22.4.2. Regulacja eksploatacyjna	437
22.5. Zasady ogólne eksploatacji i konserwacji	440
22.6. Rodzaje remontów i przeglądy okresowe	443
22.7. Nieprawidłowości eksploatacyjne	445

23. Certyfikacja energetyczna budynków w świetle aktualnych przepisów	447
23.1. Dyrektywa europejska	447
23.2. Stan polskich przepisów prawnych na dzień 1.01.2009 roku	449
23.2.1. Prawo budowlane	449
23.2.2. Szkolenia	450
23.2.3. Zakres i forma projektu budowlanego	451
23.2.4. Wymagania ochrony cieplnej budynków i oszczędności energii	452
23.2.5. Zasady obliczania charakterystyki energetycznej budynków	461
24. Obliczanie projektowego obciążenia cieplnego zgodnie z normą europejską	484
24.1. Zależności ogólne	484
24.2. Obliczanie projektowych strat ciepła przez przenikanie	485
24.2.1. Zależność podstawowa na projektowe straty ciepła przez przenikanie	485
24.2.2. Współczynnik projektowej straty ciepła przez przenikanie bezpośrednio na zewnątrz	486
24.2.3. Współczynnik projektowej straty ciepła przez przenikanie przez przestrzeń nie ogrzewaną	487
24.2.4. Współczynnik projektowej straty ciepła przez przenikanie z przestrzeni ogrzewanej (i) do gruntu (g)	488
24.2.5. Współczynnik strat ciepła przez przenikanie między przestrzeniami ogrzewanymi do różnej temperatury	490
24.2.6. Uwzględnienie strat ciepła przez przenikanie w obliczeniach projektowego obciążenia cieplnego budynku lub jego części	490
24.3. Obliczanie projektowych wentylacyjnych strat ciepła	490
24.3.1. Zależność podstawowa na projektowe wentylacyjne straty ciepła	490
24.3.2. Strumienie objętości powietrza wentylacyjnego przyjmowane dla wentylacji naturalnej	491
24.3.3. Strumienie objętości powietrza przyjmowane dla wentylacji mechanicznej	492
24.3.4. Uwzględnianie wentylacyjnych strat ciepła w obliczeniach projektowego obciążenia cieplnego budynku lub jego części	493
24.4. Metoda uproszczona obliczeń projektowych strat ciepła i projektowego obciążenia cieplnego	494
25. Nowe tendencje w projektowaniu budynków	496
25.1. Budynek energooszczędny	498
25.2. Budynki pasywne	499
25.2.1. Przykład pierwszego budynku pasywnego	500
25.2.2. Przykład biurowego budynku pasywnego	502
25.2.3. Przykład polskiej realizacji w standardzie pasywnym	505
Wykaz norm związanych z ogrzewnictwem	510
Literatura	519