

# OGRZEWNICTWO PRAKTYCZNE

pod redakcją prof. dr hab. inż. Haliny Koczyk

- projektowanie
- montaż
- certyfikacja energetyczna
- eksploatacja

wydanie II  
uzupełnione



# **OGRZEWNICTWO PRAKTYCZNE**

**Projektowanie. Montaż.  
Certyfikacja energetyczna.  
Eksploatacja**

pod redakcją  
prof. dr hab. inż. Haliny Koczyk



Poznań 2009

**ISBN 978-83-61265-12-2**

**Copyright © by Bolesław Gaziński**

**WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE**

Niniejsza publikacja nie może być kopiowana w całości lub częściach, składowana na innym nośniku, wykorzystana niezgodnie z przeznaczeniem bez pisemnego upoważnienia wydawcy. Wydawca nie ponosi odpowiedzialności za treść opublikowanych reklam.

# **OGRZEWNICTWO PRAKTYCZNE**

## **projektowanie, montaż, certyfikacja energetyczna, eksploatacja**

**pod redakcją**

**prof. dr hab. inż. HALINY KOCZYK**

- AUTORZY:** prof. dr hab. inż. Halina Koczyk  
dr inż. Bronisława Antoniewicz  
dr inż. Małgorzata Basińska  
dr inż. Andrzej Górka  
mgr inż. Radomira Makowska-Hess
- SEKRETARZ NAUKOWY:** **dr inż. Małgorzata Basińska**
- RECENZENT:** **prof. dr hab. inż. Władysław Szaflik**
- Skład i łamanie:** Grzegorz Matuszczak, Jacek Walenciak
- Projekt okładki:** Jacek Walenciak
- Redakcja:** Joanna Józwiak, Jolanta Trębicka
- Wydawca:** **SYSTHERM D. Gazińska s.j.**  
Poznań, ul. św. Wincentego 7
- Druk i oprawa:** EDICA SA  
ul. Forteczna 3/5, 61-362 Poznań

---

# PRZEDMOWA DO WYDANIA II

## Szanowni Państwo

Obserwując ciągiły rozwój branży budownictwa i widząc jednocześnie potrzebę poszerzenia swoich wiadomości wraz z ciągłymi zmianami wprowadzanymi przez ustawodawstwo oraz zmieniające się technologie. Mamy zaszczyt przedstawić Państwu wydanie drugie, rozszerzone publikacji, która powstała w roku 2005 dzięki zespołowi autorskiemu pod redakcją wybitnej znawczyni tematu ogrzewnictwa – **Prof. dr hab. inż. Haliny Koczyk**.

Książkę współtworzyły tak znamienite osobistości jak: **dr inż. Bronisława Antoniewicz, dr inż. Małgorzata Basińska oraz dr inż. Andrzej Górka – pracownicy naukowo-dydaktyczni Zakładu Ogrzewnictwa, Klimatyzacji i Ochrony Powietrza, Instytutu Inżynierii Środowiska Politechniki Poznańskiej.**

Wydanie to nawiązując do aktualnie panujących przepisów prawnych rozwija tematy takie jak:

- Obliczanie projektowego obciążenia cieplnego – w publikacji tej nastąpiło porównanie metod obliczeniowych obowiązujących przed ..... oraz tych aktualnych. Dzięki temu czytelnik będzie miał możliwość prześledzenia zmian na konkretnych przykładach obliczeniowych.
- Nowe tendencje w projektowaniu budynków – omówienie budownictwa energooszczędnego i budownictwa pasywnego poparte przykładami już istniejących obiektów
- Certyfikacja energetyczna budynków w świetle aktualnych przepisów.

Podręcznik, tak jak jego wcześniejsze wydanie zawiera liczne ilustracje w postaci zdjęć i schematów konkretnych wyrobów instalacyjnych oraz zestawienia producentów w formie tabel.

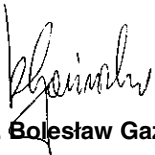
Publikację tę kierujemy do specjalistów z zakresu ogrzewnictwa i branży ciepłowniczej oraz do osób pragnących zdobyć niezbędną wiedzę potrzebną do uzyskania certyfikatu energetycznego. Mamy nadzieję, iż umożliwi ona przyswojenie wiedzy z zakresu ogrzewnictwa w sposób prosty i ciekawy jednocześnie, a Państwo będą z niej korzystać w swojej codziennej pracy.

W tym miejscu dziękuję w imieniu autorów i swoim własnym **wszystkim firmom** za zgodę na umieszczenie danych technicznych ich wyrobów jako przykładów zastosowań.

Dziękuję całemu zespołowi **Wydawnictwa SYSTHERM** za wkład włożony w powstanie książki.

Dziękuję również Autorom za podjęcie współpracy oraz tak szczegółowe omówienie zagadnień związanych z ogrzewnictwem praktycznym.

Poznań, 2009 r.



dr inż. **Bolesław Gaziński**

---

## OD AUTORÓW

Od pierwszego wydania książki pt: „**Ogrzewnictwo praktyczne. Projektowanie. Montaż. Eksploatacja**” uległy zmianie wymagania dotyczące ochrony cieplnej budynków oraz oszczędności energii. Ukazały się nowe rozporządzenia oraz normy, które zmieniły sposób oceny energetycznej budynków. Najważniejsze z nich to:

- Prawo budowlane – zmiana ustawy z dnia 19 września 2007 r. (**Dz. U. nr 191, poz. 1373**),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. (Dz.U. Nr 75 poz. 690) w sprawie warunków technicznych, jaki powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, zmiana z dnia 6 listopada 2008 r. (**Dz.U. Nr 201 poz. 1238**),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 21 stycznia 2008 r. w sprawie przeprowadzania szkolenia oraz egzaminu dla osób ubiegających się o uprawnienia do sporządzania świadectwa charakterystyki energetycznej budynku, lokalu mieszkalnego oraz części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową (**Dz.U. Nr 17 poz. 104**),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. (Dz.U. Nr 120 poz. 1133) w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego, zmiana z dnia 6 listopada 2008 r. (**Dz.U. Nr 201 poz. 1239**),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno – użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (**Dz.U. Nr 201 poz. 1240**),
- PN-EN ISO 13790 – *Ciepłne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania*,
- PN-EN ISO 14683 – *Mostki cieplne w budynkach. Liniowy współczynnik przenikania ciepła. Metody uproszczone i wartości orientacyjne*,
- PN-EN ISO 12831 – *Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego*.

Rozporządzenia wprowadzone przez nowelizację Prawa Budowlanego dotyczą:

- metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku,
- wymagań ochrony cieplnej budynków – zaostrzone i minimalne wymagania techniczno-budowlane w zakresie standardu energetycznego na potrzeby projektowania budynków, wymagania związane z ryzykiem przegrzewania budynków, zaostrzone wymagania w zakresie szczelności przegród okiennych i drzwiowych, zalecenia w zakresie szczelności budynku.
- szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego.

Książkę rozszerzono o trzy rozdziały zawierające informacje o:

- certyfikacji energetycznej budynków według przepisów obowiązujących od 1.01.2009 roku,
- sposobie wyznaczania projektowego obciążenia cieplnego oraz
- nowych tendencjach przy projektowaniu budynków.

Zamieszczone w rozdziale 23 nowe wymagania zastępują wymagania zawarte w rozdziale 3. Obliczanie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych (rozdział 4) traci ważność ze względu na wycofanie normy PN-B 02025 z użycia. Rozdział 24 zastępuje rozdział 5.

---

# OD REDAKCJI

## Szanowni Państwo

Ogrzewnictwo poza klimatyzacją i chłodnictwem jest dziedziną inżynierii środowiska będącą od lat przedmiotem zainteresowania **Wydawnictwa SYSTHERM**.

Po serii kalendarzy branżowych oraz cieszącej się uznaniem czytelnictwem książki „Ogrzewnictwo dla praktyków” (rok wydania 2002 – nakład wyczerpany) przedstawiamy Państwu kontynuację – pracę zbiorową pod redakcją wybitnej znawczyni tematu ogrzewnictwa - **Prof. dr hab. inż. Haliny Koczyk**, pod tytułem - „**Ogrzewnictwo praktyczne. Projektowanie, montaż, eksploatacja**”.

Książka jest poradnikiem branżowym, opracowanym przez zespół autorski, z którym współpracuję od wielu lat – **dr inż. Bronisławy Antoniewicz, dr inż. Małgorzaty Basińskiej, prof. dr hab. inż. Haliny Koczyk**, przy współudziale **dr inż. Andrzeja Górki – pracowników naukowo-dydaktycznych Zakładu Ogrzewnictwa, Klimatyzacji i Ochrony Powietrza, Instytutu Inżynierii Środowiska Politechniki Poznańskiej**.

Wydany podręcznik zawiera niezbędne informacje dotyczące najczęściej stosowanych systemów ogrzewań wodnych oraz ich elementów składowych.

W przejrzystej formie zawarto w nim całość wiadomości potrzebnych przy projektowaniu ogrzewania, a w szczególności:

- wymagania ochrony cieplnej budynków wraz z obliczeniami cieplnymi i wilgotnościowymi przegród,
- zasady obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną pomieszczeń ogrzewanych oraz sezonowego zapotrzebowania na ciepło budynków,
- zasady doboru urządzeń kotłowni oraz niezbędnych zabezpieczeń,
- zasady projektowania sieci przewodów, doboru grzejników, armatury i automatyki.

Sposób projektowania poparto przykładowymi projektami instalacji dla budynku jednorodzinne- go wraz z kosztorysami autorstwa **mgr inż. Radomiry Makowskiej - Hess**.

Podręcznik zawiera liczne ilustracje w postaci schematów a także zdjęć wybranych wyrobów instalacyjnych oraz zbiorcze dane o wyrobach i producentach w formie tabel.

Nowe spojrzenie i rozszerzenie książki o takie tematy jak: projektowanie i wykonywanie ogrzewań podłogowych, rozdział o układach solarnych, a także dotyczące miejscowych źródeł ciepła w postaci kominków, zagadnień termomodernizacji budowlanej oraz eksploatacji instalacji ogrzewań w połączeniu z wiedzą praktyczną i wieloletnim doświadczeniem naukowo - dydaktycznym autorów daje pewność zainteresowania czytelniczego.

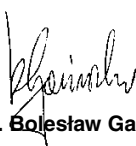
Kierujemy tę publikację do specjalistów z zakresu ogrzewnictwa i branży ciepłowniczej, mając nadzieję na korzystanie z niej w codziennej pracy. Liczymy także na zainteresowanie tym tytułem środowisk akademickich, w tym zwłaszcza studentów kierunków technicznych oraz osób szukających wiedzy praktycznej.

W tym miejscu dziękuję w imieniu autorów i swoim własnym **wszystkim firmom** za zgodę na umieszczenie danych technicznych ich wyrobów jako przykładów zastosowań.

Dziękuję całemu **zespółowi Wydawnictwa SYSTHERM** za włożony wkład w powstanie książki.

Dziękując **Autorom** za podjęcie współpracy, jednocześnie szczególne słowa podziękowania kieruję do **dr hab. inż. Władysława Szaflika Profesora Politechniki Szczecińskiej** za przygotowanie opinii naukowej i recenzji książki.

Szczecin, 2005 r.



dr inż. **Bolesław Gaziński**

---

## SPIS TREŚCI

<b>Przedmowa do Wydania II</b>	<b>3</b>
<b>Od Autorów</b>	<b>5</b>
<b>Od Redakcji</b>	<b>7</b>
<b>1. Wykaz oznaczeń</b>	<b>17</b>
<b>2. Obliczenia cieplne i wilgotnościowe przegród budynków</b>	<b>20</b>
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
<b>3. Wymagania ochrony cieplnej budynków</b>	<b>40</b>
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
<b>4. Obliczanie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych</b>	<b>47</b>
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
<b>5. Obliczanie zapotrzebowania na moc cieplną pomieszczeń ogrzewanych o kubaturze do 600 m<sup>3</sup></b>	<b>57</b>
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
<b>6. Grzejniki konwekcyjne</b>	<b>66</b>
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
<b>7. Ogrzewania płaszczyznowe</b>	<b>85</b>
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 grzejącą, 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 ścienne	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 wspomaganie 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
<b>8. Przewody</b>	<b>159</b>
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
<b>9. Źródła ciepła</b>	<b>182</b>
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
<b>10. Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych</b>	<b>254</b>
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
<b>11. Układy ogrzewań wodnych i zasady ich wymiarowania</b>	<b>265</b>
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
<b>12. Armatura i automatyka instalacji centralnego ogrzewania</b>	<b>289</b>
12.1. Armatura	289
12.2. Automatyka wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania	290
12.2.1. Wprowadzenie	290
12.2.2. Termostaticzne regulatory grzejnikowe	290
12.2.3. Stabilizacja hydrauliczna instalacji c.o.	302
<b>13. Systemy instalacyjne</b>	<b>306</b>
13.1. Ogólna klasyfikacja systemów	306
13.2. Elementy systemów instalacyjnych	313
<b>14. Kominki</b>	<b>316</b>
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
<b>15. Wykorzystanie energii słonecznej w instalacjach c.o. i c.w.u.</b>	<b>323</b>
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
<b>16. Termomodernizacja</b>	<b>352</b>
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
<b>17. Ocena efektywności ekonomicznej inwestycji termomodernizacyjnych</b>	<b>365</b>
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
<b>18. Zagadnienia inwestycyjne</b>	<b>377</b>
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
<b>19. Projekty instalacji centralnego ogrzewania dla wybranego budynku</b>	<b>384</b>
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
<b>20.</b>	<b>Wycena kosztów inwestycyjnych</b>	<b>410</b>
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
<b>21.</b>	<b>Warunki techniczne montażu instalacji centralnego ogrzewania</b>	<b>423</b>
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
<b>22.</b>	<b>Eksploatacja urządzeń c.o.</b>	<b>433</b>
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

<b>23. Certyfikacja energetyczna budynków w świetle aktualnych przepisów</b>	<b>447</b>
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
<b>24. Obliczanie projektowego obciążenia cieplnego zgodnie z normą europejską</b>	<b>484</b>
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
<b>25. Nowe tendencje w projektowaniu budynków</b>	<b>496</b>
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
<b>Wykaz norm związanych z ogrzewnictwem</b>	<b>510</b>
<b>Literatura</b>	<b>519</b>