

Przedmowa	11
Podstawowe określenia	13
Podstawowe oznaczenia	18
1. WSTĘP	23
1.1. Wprowadzenie	23
1.2. Energia w obiektach budowlanych	24
1.3. Obszary wpływu na zużycie energii pierwotnej	26
1.4. Przedmiot i zakres pracy	29
2. CHARAKTERYSTYKA ZUŻYCIA ENERGII W ISTNIEJĄCYCH OBIEKTACH BUDOWLANYCH	30
2.1. Znaczenie transformacji gospodarczej po 1989 roku	30
2.2. Charakterystyka budynków i systemów ogrzewania	32
2.3. Ocena energetyczna zasobów budowlanych	45
2.3.1. Energochłonność eksploatacyjna	45
2.3.2. Możliwości poprawy efektywności energetycznej w Polsce	48
2.4. Energochłonność budynków w pełnym cyklu istnienia	49
3. BILANS ENERGII BUDYNKU I PODSTAWOWE REGULACJE PRAWNE	52
3.1. Bilans energii budynku	52
3.1.1. Rzeczywiste strumienie energii w budynku	52
3.1.2. Bilans rozpatrywany w tradycyjnych analizach zużycia energii	54
3.2. Podstawy prawne i normy z zakresu użytkowania energii	58
3.2.1. Podstawowe krajowe regulacje prawne	58
3.2.2. Określanie zapotrzebowania na energię do ogrzewania budynku	61
3.2.3. Uproszczony sposób obliczania sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania	64
3.3. Inne wymagania związane ze zużyciem energii	66
3.3.1. Warunki klimatyczne	66
3.3.2. Temperatura wewnętrzna pomieszczeń	68
3.3.3. Graniczne wartości wskaźnika zużycia energii pierwotnej	70
3.3.4. Graniczne wartości współczynnika przenikania ciepła	72
3.3.5. Wymagania w zakresie powierzchni okien i właściwości szyb	76
3.3.6. Wymagania w zakresie szczelności na przenikanie powietrza	78

3.4.	Świadectwa charakterystyki energetycznej budynków	79
3.4.1.	Podstawy prawne i wymagania	79
3.4.2.	Polskie regulacje wprowadzające wymagania dyrektywy europejskiej	80
3.4.3.	Modyfikacja zakresu i formy projektu budowlanego	81
3.4.4.	Określanie charakterystyki energetycznej budynku lub lokalu mieszkalnego ...	82
4.	DZIAŁALNOŚĆ GOSPODARCZA A ZUŻYCIE ENERGII I OBCIĄŻENIE ŚRODOWISKA	91
4.1.	Obiekt budowlany w systemie gospodarczym kraju	91
4.2.	System energetyczny kraju	94
4.3.	Wpływ działalności gospodarczej na środowisko	96
4.3.1.	Wprowadzane obciążenia środowiskowe	96
4.3.2.	Skutki w środowisku	99
4.4.	Określanie zużycia energii pierwotnej dla wyrobów i nośników energii	109
4.4.1.	Potrzeba określania zużycia energii pierwotnej	109
4.4.2.	Skumulowane zużycie energii	109
4.4.3.	Skumulowane obciążenie środowiska	113
4.4.4.	Nakład nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii do miejsca wykorzystania	114
4.4.5.	Skumulowana sprawność energetyczna pozyskania i dostarczenia nośnika energii do miejsca wykorzystania	116
4.4.6.	Określanie sprawności użytkowej energii bezpośredniej dostarczanej do budynku	118
4.4.7.	Zasady obliczania zużycia energii pierwotnej w miejscu wykorzystania	120
4.5.	Analiza energetyczna i energetyczno-ekologiczna	123
4.6.	Możliwości poprawy charakterystyki energetyczno-ekologicznej przetworzonych nośników energii	130
4.6.1.	Charakterystyka energetyczno-ekologiczna nośników energii	130
4.6.2.	Możliwości wpływu na charakterystykę energetyczno-ekologiczną nośników energii	132
4.6.3.	Zwiększenie sprawności obecnych technologii energetycznych	133
4.6.4.	Zwiększenie udziału skojarzonego wytwarzania ciepła i energii elektrycznej ..	134
4.6.5.	Poprawa wskaźników ekologicznych obecnych technologii	134
4.6.6.	Wprowadzanie nowych technologii energetycznych	136
4.6.7.	Zwiększenie wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych	137
4.6.8.	Udział energetyki jądrowej	138
5.	ANALIZA ZUŻYCIA ENERGII PIERWOTNEJ W PEŁNYM CYKLU ISTNIENIA OBIEKTU BUDOWLANEGO	140
5.1.	Wprowadzenie	140
5.2.	Przekształcenia obiektu budowlanego w cyklu istnienia	141
5.3.	Wpływ rozwiązań urbanistycznych i architektonicznych	142
5.4.	Możliwości wpływu na zużycie energii w fazie projektowania	144
5.4.1.	Czynniki proekologicznego oddziaływania	144
5.4.2.	Wybór rodzaju nośników energii bezpośredniej	147
5.4.3.	Maksymalne zapotrzebowanie na nośniki energii bezpośredniej	147
5.4.4.	Możliwości wpływu na zużycie materiałów, wyrobów i nośników energii	148
5.4.5.	Zużycie energii na wytworzenie i dostarczenie nośników energii podczas użytkowania	149
5.5.	Możliwości wpływu na zużycie energii w fazie wznoszenia	154

5.6.	Możliwości wpływu na zużycie energii w fazie użytkowania	156
5.6.1.	Czynniki uwzględniane w fazie użytkowania	156
5.6.2.	Wpływ trwałości wyrobów budowlanych i budynku	157
5.6.3.	Rola systemu eksploatacji w zużyciu zasobów i oddziaływaniu na środowisko	160
5.6.4.	Możliwości oddziaływania na zużycie materiałów i wyrobów	162
5.7.	Możliwości wpływu na zużycie energii w fazie likwidacji	163
5.8.	Możliwości wpływu na zużycie energii przez racjonalizację wyrobów budowlanych	166
5.8.1.	Działania w cyklu istnienia	166
5.8.2.	Projektowanie wyrobów	167
5.8.3.	Wytwarzanie wyrobów	167
5.8.4.	Eksploatacja wyrobów	169
5.8.5.	Likwidacja i poużytkowe przetwarzanie wyrobów	170
5.8.6.	Racjonalna gospodarka odpadami i zasobami poużytkowymi	171
5.9.	Doskonalenie praktyki działalności gospodarczej	172
5.10.	Projektowanie proekologiczne i rozwój dotyczący wyrobów i obiektów	173
6.	OKREŚLANIE ZUŻYCIA ENERGII PIERWOTNEJ W OBIEKTACH BUDOWLANYCH	176
6.1.	Sformułowanie problemu	176
6.1.1.	System obiektu budowlanego SOB	176
6.1.2.	Granice systemu	178
6.1.3.	Otoczenie systemu	178
6.2.	Zużycie energii pierwotnej w cyklu istnienia obiektu	179
6.2.1.	Obiekt budowlany jako podsystem w systemie SOB	179
6.2.2.	Składniki zużycia energii pierwotnej w cyklu istnienia obiektu	181
6.2.3.	Zużycie energii w fazie wznoszenia	184
6.2.4.	Zużycie energii w fazie użytkowania	185
6.2.5.	Zużycie energii podczas wykonywania zabiegów eksploatacyjnych	187
6.2.6.	Zużycie energii w fazie likwidacji	188
6.2.7.	Zużycie energii w pełnym cyklu istnienia obiektu	189
6.3.	Analiza skumulowanego zużycia energii pierwotnej	189
6.4.	Analiza zużycia energii na wytworzenie przegrody budowlanej	193
6.4.1.	Cel i zakres analizy	193
6.4.2.	Opis techniczny analizowanych rozwiązań przegrody	193
6.4.3.	Określanie zużycia energii i uzyskane wyniki	196
6.5.	Analiza zużycia energii przy termomodernizacji przegrody zewnętrznej	198
6.6.	Przykład określania zużycia energii pierwotnej dla pełnego cyklu istnienia budynku	202
6.6.1.	Opis techniczny budynku	202
6.6.2.	Przebieg procesów budowlanych w pełnym cyklu istnienia budynku	204
6.6.3.	Określanie zużycia energii pierwotnej	206
7.	BUDYNEK I WYPOSAŻENIE TECHNICZNE	214
7.1.	Przedmiot analizy	214
7.2.	Przegrody zewnętrzne budynku	215
7.2.1.	Rozwiązania stosowane w budynkach nowych	215
7.2.2.	Okna w budynkach	215

7.3.	Systemy ogrzewania	216
7.3.1.	Uwagi o komforcie cieplnym pomieszczeń	216
7.3.2.	Rodzaje systemów ogrzewania	217
7.3.3.	Regulacja dostarczania ciepła do ogrzewania	223
7.3.4.	Sprawność energetyczna systemu ogrzewania	226
7.3.5.	Możliwości racjonalizacji	228
7.4.	Systemy przygotowania ciepłej wody użytkowej	230
7.4.1.	Przebieg zużycia ciepłej wody użytkowej	230
7.4.2.	Sposoby zasilania	231
7.4.3.	Sprawność systemu przygotowania c.w.u.	233
7.4.4.	Możliwości racjonalizacji	236
7.5.	Systemy wentylacji i klimatyzacji	236
7.5.1.	Wentylacja w budynkach	236
7.5.2.	Możliwości zmniejszenia zużycia energii	242
7.6.	Instalacje i urządzenia elektryczne	245
7.6.1.	Energia elektryczna w budynkach	245
7.6.2.	Urządzenia oświetleniowe	246
7.6.3.	Odbiorniki siłowe	248
7.6.4.	Możliwości racjonalizacji	249
7.7.	Instalacje wodno-kanalizacyjne i użytkowanie wody	250
7.7.1.	Woda i jej funkcje w budynkach	250
7.7.2.	Straty wody w sieciach i instalacjach	252
7.7.3.	Straty wody w systemach grzewczych i ciepłowniczych	252
7.7.4.	Możliwości racjonalizacji	254
8.	WYTWARZANIE I PRZESYŁANIE CIEPŁA	256
8.1.	Zapotrzebowanie na ciepło w obiektach budowlanych	256
8.2.	Paliwa i nośniki ciepła	262
8.3.	Urządzenia wytwórcze ciepła	265
8.3.1.	Informacje ogólne	265
8.3.2.	Zasilanie w paliwo i paleniska	266
8.3.3.	Wypożyczenie kotłów	268
8.3.4.	Sprawność przemiany energetycznej w kotłach	270
8.3.5.	Standardy techniczne	271
8.3.6.	Możliwości zmniejszenia zużycia energii	273
8.4.	Zasilanie obiektów w ciepło z ciepłowni	275
8.4.1.	Układy funkcjonowania ciepłowni	275
8.4.2.	Czynniki uwzględniane przy doborze kotłów małej mocy	281
8.4.3.	Średnia sprawność i zużycie energii pierwotnej	283
8.5.	Zasilanie obiektów w ciepło z elektrociepłowni	285
8.5.1.	Skojarzone i rozdzielone wytwarzanie ciepła i energii elektrycznej	285
8.5.2.	Elektrociepłownie tradycyjne	287
8.5.3.	Elektrociepłownie gazowo-parowe	289
8.5.4.	Elektrociepłownie z tłokowymi silnikami spalinowymi	290
8.5.5.	Zmniejszenie zużycia energii jako wynik gospodarki skojarzonej	291
8.6.	Sieć ciepłownicza	294
8.6.1.	Funkcje sieci ciepłych	294
8.6.2.	Układy sieci ciepłych	295
8.6.3.	Regulacja dostarczania ciepła	298
8.6.4.	Izolacja przewodów sieci ciepłej	300
8.6.5.	Straty energii w sieciach ciepłych	304
8.7.	Węzły ciepłe	306

9.	WYKORZYSTANIE ENERGII ODNAWIALNEJ W OBIEKTACH BUDOWLANYCH ..	311
9.1.	Wprowadzenie	311
9.2.	Dążenie do zwiększenia wykorzystania energii odnawialnej	312
9.3.	Wykorzystanie energii słonecznej	313
9.3.1.	Sposoby wykorzystania energii słonecznej	313
9.3.2.	Aktywne systemy wykorzystania energii słonecznej	315
9.3.3.	Bierne wykorzystanie energii słonecznej	321
9.3.4.	Systemy fotowoltaiczne zintegrowane z budynkiem	325
9.3.5.	Skutki wykorzystania energii słonecznej dla środowiska	327
9.4.	Energetyczne wykorzystanie biomasy i biopaliw	328
9.4.1.	Pochodzenie i klasyfikacja	328
9.4.2.	Charakterystyka energetyczna biopaliw	330
9.4.3.	Wykorzystanie energetyczne	336
9.4.4.	Ekologiczne skutki energetycznego wykorzystania biomasy	337
9.4.5.	Wykorzystanie biopaliw gazowych	338
9.5.	Wykorzystanie energii ze źródeł geotermalnych	339
9.5.1.	Energia wód geotermalnych	339
9.5.2.	Ciepłownicze wykorzystanie wód geotermalnych	341
9.6.	Niektóre aspekty oddziaływania na środowisko	344
10.	PROBLEMY TERMOMODERNIZACJI ISTNIEJĄCYCH OBIEKTÓW BUDOWLA- NYCH	348
10.1.	Wprowadzenie	348
10.2.	Podstawowe zasady stosowane w realizacji przedsięwzięć termomodernizacyjnych	349
10.3.	Rodzaje usprawnień termomodernizacyjnych	351
10.4.	Efekty uzyskiwane w wyniku termomodernizacji	354
10.5.	Sposoby termomodernizacji przegród budowlanych	357
10.5.1.	Zwiększenie izolacyjności cieplnej przegród budowlanych	357
10.5.2.	Przegrody zewnętrzne w obiektach przemysłowych	362
10.6.	Usprawnienia termomodernizacyjne instalacji budowlanych	363
10.6.1.	Obszary usprawnienia w instalacjach budowlanych	363
10.6.2.	Usprawnienie systemu centralnego ogrzewania	364
10.6.3.	Usprawnienie systemu wentylacji w budynkach mieszkalnych	366
10.6.4.	Usprawnienie systemu zaopatrzenia w ciepłą wodę użytkową	367
10.6.5.	Usprawnienie systemów ogrzewania i wentylacji w obiektach przemysłowych i użyteczności publicznej	368
10.7.	Stosowanie układów zarządzania eksploatacją systemów zużywających energię	370
10.7.1.	Instalacje o złożonej strukturze energetycznej	370
10.7.2.	Systemy nadzoru i zarządzania eksploatacją	372
10.7.3.	Możliwości zmniejszenia zużycia energii na napędy	373
10.8.	Wspieranie przedsięwzięć termomodernizacyjnych i remontów	374
11.	WYBRANE ENERGOOSZCZĘDNE TECHNIKI DLA OBIEKTÓW BUDOWLA- NYCH	377
11.1.	Wykorzystanie energii odpadowej	377
11.1.1.	Rodzaje energii odpadowej	377
11.1.2.	Sposoby wykorzystania niskotemperaturowej energii odpadowej	378
11.1.3.	Niskotemperaturowe przeponowe wymienniki ciepła	380
11.1.4.	Regeneracyjne wymienniki ciepła	382

11.1.5.	Wymienniki ciepła z czynnikiem pośredniczącym	383
11.1.6.	Rury ciepłne	384
11.1.7.	Pompy ciepła	386
11.1.8.	Zanurzeniowy wymiennik ciepła	387
11.2.	Oszczędne użytkowanie energii elektrycznej w napędach	388
11.2.1.	Przekształtniki energoelektroniczne i ich funkcje	388
11.2.2.	Zastosowanie urządzeń energoelektronicznych w obiektach budowlanych	389
11.2.3.	Efekty regulacji parametrów wejściowych napędu	391
11.2.4.	Przykład racjonalizacji napędu pompy wirowej	391
11.3.	Technika kondensacyjna w kotłach grzewczych	393
11.3.1.	Zasada techniki kondensacyjnej	393
11.3.2.	Kotły kondensacyjne	395
11.3.3.	Charakterystyka kotła kondensacyjnego	400
11.4.	Pompy ciepła	402
11.4.1.	Zasada działania	402
11.4.2.	Zmniejszenie zużycia energii pierwotnej	404
11.4.3.	Zastosowania w obiektach budowlanych	406
11.5.	Rozwiązania energooszczędne w budynkach pasywnych	407
11.5.1.	Koncepcja budynku pasywnego	407
11.5.2.	Wielkości charakteryzujące budynki pasywne	409
11.5.3.	Instalacje w budynkach pasywnych	411
11.5.4.	Charakterystyka energetyczna budynku pasywnego	413
11.6.	Skojarzone wytwarzanie ciepła i energii elektrycznej dla obiektów budowlanych ...	415
11.6.1.	Układy skojarzone małej mocy	415
11.6.2.	Zastosowanie układów skojarzonych małej mocy	416
11.6.3.	Układy skojarzone z silnikami tłokowymi	418
11.6.4.	Układy skojarzone z mikroturbiną gazową	419
11.6.5.	Układy skojarzone z wykorzystaniem ogniw paliwowych	420
11.6.6.	Układy trójgeneracyjne w obiektach budowlanych	423
DODATEK		426
Bibliografia		430