

**INSTALACJE
W BUDYNKACH
JEDNORODZINNYCH**

KAZIMIERZ ŻARSKI

INSTALACJE W BUDYNKACH JEDNORODZINNYCH

- ✓ ogrzewanie
- ✓ wentylacja
- ✓ klimatyzacja
- ✓ przygotowanie ciepłej wody

+ programy kalkulacyjne

POl*cen*
Spółka z o.o.

Warszawa 2023

© Copyright by

Oficyna Wydawnicza POLCEN
Warszawa 2023

Autor

dr inż. Kazimierz Źarski

Recenzent

inż. Janusz Wróblewski

Redaktor naczelny

inż. Ryszard Sobolewski

Redaktor prowadzący

Jacek Sobolewski

Redaktor językowy

Agnieszka Rychlewicz
redakcja@polcen.com.pl

Sekretarz redakcji

Aneta Radziszewska
wydawnictwo@polcen.com.pl

Projektant okładki

Ewa „Kropka” Lachowska

Skład i łamanie

ARTKOM Tomasz Drażek

Wszelkie prawa zastrzeżone

Stan prawny: 1 stycznia 2023 r.

ISBN 978-83-64795-75-6

Wydawca

POLCEN Sp. z o.o.
ul. Nowogrodzka 31, lok. 333
00-511 Warszawa
tel. 601 885 039
www.polcen.com.pl
(księgarnia internetowa)

SPIS TREŚCI

Od Wydawcy	9
Przedmowa	11
Rozdział 1. Metabolizm organizmu ludzkiego a odczucie ciepła	13
Rozdział 2. Komfort ciepłno-wilgotnościowy i warunki higieniczne w pomieszczeniach zamkniętych	19
2.1. Temperatura powietrza, temperatura odczuwalna	19
2.2. Wilgotność względna powietrza	22
2.3. Wymiana i ruch powietrza w pomieszczeniu	27
2.4. Czystość i jakość powietrza	27
2.5. Subiektywne parametry komfortu ciepłno-wilgotnościowego	29
Rozdział 3. Wymiana ciepła między budynkiem i otoczeniem zewnętrznym	31
3.1. Warunki klimatyczne na terenie Polski	31
3.2. Przenikanie ciepła przez przegrody budynku	33
3.3. Ogrzewanie powietrza zewnętrznego	35
Rozdział 4. Zyski ciepła, czyli co ogrzewa dom od środka i od zewnątrz	37
4.1. Zewnętrzne zyski ciepła	37
4.2. Wewnętrzne zyski ciepła	39
Rozdział 5. Zapotrzebowanie na moc cieplną i sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania	43
5.1. Właściwości cieplne przegród budowlanych	43
5.2. Co to są mostki cieplne i dlaczego są likwidowane	45
5.3. Okna i drzwi w bilansie cieplnym budynku	49
5.4. Obliczenie zapotrzebowania na moc cieplną do ogrzewania budynku	50
5.5. Budynki lekkie i masywne – wpływ masy budynku na wymianę ciepła z otoczeniem	57

5.6.	Ogrzewanie ciągłe i ogrzewanie z przerwami	62
5.7.	Obliczenie sezonowego zużycia ciepła i energii do ogrzewania budynku	64
5.8.	Budynki o średnim, niskim, bardzo niskim i niemal zerowym zużyciu ciepła do ogrzewania, budynki pasywne	69
5.9.	Związek zapotrzebowania na moc cieplną budynku z sezonowym zużyciem ciepła	71
5.10.	Charakterystyka energetyczna budynku i świadectwo charakterystyki energetycznej	74

Rozdział 6. Rodzaje instalacji ogrzewania budynku jednorodzinnego, dobór elementów systemu i rozwiązania materiałowe 83

6.1.	Dobór elementów ogrzewania wodnego	84
6.2.	Ogrzewanie wodne grzejnikowe	95
6.3.	Ogrzewanie wodne podłogowe	98
6.4.	Ogrzewanie elektryczne podłogowe	101
6.5.	Ogrzewanie grzejnikami elektrycznymi	102
6.6.	Ogrzewanie powietrzne	102

Rozdział 7. Przygotowanie ciepłej wody 105

7.1.	Zapotrzebowanie na ciepłą wodę w budynku jednorodzinym	105
7.2.	Temperatura ciepłej wody w aspekcie wymagań użytkowych i higienicznych	107
7.3.	Cyrkulacja ciepłej wody – konieczna czy zbędna	108
7.4.	Wymienniki przepływowe i pojemnościowe ciepłej wody, wymagana moc cieplna	111
7.5.	Zużycie ciepła do przygotowania ciepłej wody	120

Rozdział 8. Wybór źródła ciepła do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody w budynku: możliwości i ograniczenia 123

8.1.	Węzeł cieplny	123
8.2.	Kocioł na paliwo stałe	124
8.3.	Kocioł gazowy	126
8.4.	Kocioł olejowy	129
8.5.	Elektryczny podgrzewacz wody	130
8.6.	Powietrzna pompa ciepła	131
8.7.	Gruntowa pompa ciepła	133

8.8. Pompa ciepła z wodą jako dolne źródło ciepła	137
8.9. Wspomaganie ogrzewania i instalacji przygotowania ciepłej wody energią słoneczną	137

Rozdział 9. Automatyczna regulacja parametrów instalacji ogrzewania w powiązaniu ze źródłem ciepła ... 143

9.1. Algorytmy regulacji instalacji ogrzewania wodnego	143
9.2. Algorytmy regulacji instalacji ogrzewania powietrznego	149

Rozdział 10. Koszt ogrzewania domu jako wynik wyboru rodzaju źródła ciepła

10.1. Sprawność i efektywność ogrzewania z różnych źródeł ciepła	153
10.2. Ceny paliw i nośników energii jako czynnik decydujący o koszcie ogrzewania	154
10.3. Kalkulacja kosztu ogrzewania budynku jednorodzinnego	154

Rozdział 11. Koszt przygotowania ciepłej wody przy różnych nośnikach ciepła i energii

11.1. Sprawność i efektywność systemu przygotowania ciepłej wody	159
11.2. Koszt przygotowania ciepłej wody przy zastosowaniu różnych źródeł ciepła i energii	160

Rozdział 12. Wentylacja budynku jednorodzinnego

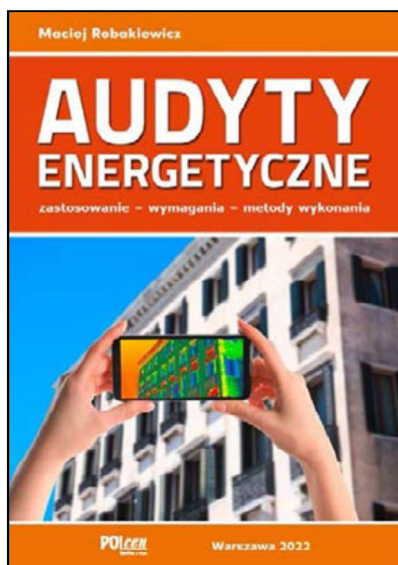
12.1. Parametry szczelności budynku i jego elementów w kontekście wymagań higienicznych	166
12.2. Wentylacja naturalna budynku	168
12.3. Systemy wentylacji mechanicznej o wysokiej sprawności odzyskiwania ciepła	178
12.4. Wspomaganie instalacji wentylacyjnej energią termiczną gruntu	183

Rozdział 13. Zużycie ciepła i energii do wentylacji budynku

13.1. Sezonowe zużycie ciepła do wentylacji mechanicznej budynku	187
13.2. Kalkulacja kosztów eksploatacji instalacji wentylacyjnej w zależności od źródła ciepła i energii	190

Rozdział 14. Klimatyzacja w budynku jednorodzinnym	193
14.1. Klimatyzacja	193
14.2. Parametry powietrza w klimatyzacji	195
14.3. Zyski ciepła w pomieszczeniach	196
14.4. Lokalne chłodzenie pomieszczeń	198
14.5. System wentylacji mechanicznej z chłodzeniem	199
14.6. Sezonowe zużycie energii przez instalację chłodzącą i sezonowy koszt jej eksploatacji	201
Bibliografia	207
Załącznik. Programy kalkulacyjne	211
Wykaz rysunków	213
Wykaz tabel	217
Aneks	221
 Reklamy książek	
<i>Audyty energetyczne</i>	10
<i>Nowoczesne budynki energoefektywne</i>	82
<i>Warunki techniczne</i>	152
<i>Bezpieczeństwo pożarowe</i>	158
<i>Wykorzystanie energii słonecznej (OZE)</i>	192
<i>Inwestycyjny proces budowlany</i>	206
<i>Elektryczność w budynkach</i>	212

Oficyna Wydawnicza POLCEN poleca



AUDYTY ENERGETYCZNE

zastosowanie wymagania metody wykonania

Autor: dr inż. Maciej Robakiewicz

Recenzent: dr inż. Arkadiusz Węglarz

Wyd. 2022 r., format B5, str. 400

Tematem książki są:

- audyty dla termomodernizacji budynków oraz lokalnych źródeł ciepła i sieci ciepłych,
- audyty remontowe,
- audyty efektywności energetycznej,
- audyty energetyczne przedsiębiorstw,
- świadectwa (certyfikaty) energetyczne budynków,
- systemy zarządzania energią.

W publikacji omówiono ich zastosowania, wymagania i metody sporządzania, a także zasady wykonywania obliczeń dotyczących ochrony cieplnej budynków, zapotrzebowania na energię oraz efektów przedsięwzięć – poparte licznymi przykładami.

W książce przedstawiono metody poprawy cech energetycznych budynków oraz przykłady audytu energetycznego budynku jednorodzinnego i wielorodzinnego, a także audytu efektywności energetycznej.

Książka może być podręcznikiem dla osób przygotowujących się do sporządzania audytów, poradnikiem dla audytorów energetycznych, jak również źródłem informacji dla wszystkich zainteresowanych problemami efektywności energetycznej.

Autorem książki jest dr inż. Maciej Robakiewicz – znany specjalista w dziedzinie zagadnień efektywności energetycznej, autor wielu publikacji z tej dziedziny.

Książka zawiera ok. 100 tabel, 25 rysunków i liczne przykłady obliczeń. Na końcu publikacji zamieszczono wykaz wszystkich materiałów graficznych.

ZAMÓWIENIA:

Aneta Radziszewska
POLCEN Sp. z o.o. ul. Nowogrodzka 31, 00-511 Warszawa
tel. 601 885 039
mail: wydawnictwo@polcen.com.pl www.polcen.com.pl

PRZEDMOWA

W książce omówiono problematykę projektowania instalacji ogrzewania, wentylacji, klimatyzacji i ciepłej wody w budynkach jednorodzinnych. Procedury projektowania instalacji w budynkach jednorodzinnych nie różnią się w istotnym stopniu od procedur projektowania w budynkach wielorodzinnych i użyteczności publicznej, są jednak specyficzne, głównie z uwagi na indywidualny charakter domu jednorodzinnego.

W rozdziale 1 publikacji podano podstawowe wiadomości o metabolizmie organizmu ludzkiego. W rozdziale 2 przedstawiono zagadnienia komfortu cieplnego. W rozdziałach 3, 4, 5 i 6 zostały zawarte wiadomości niezbędne do właściwego zaprojektowania instalacji ogrzewania, dotyczące: wymagań współczesnego standardu ochrony cieplnej, wymiany ciepła między budynkiem i otoczeniem zewnętrznym, procedury projektowania elementów instalacji ogrzewania. Rozdział 7 został poświęcony instalacjom ciepłej wody (użytkowej). W rozdziale 8 omówiono zagadnienia doboru źródła ciepła do instalacji ogrzewania i ciepłej wody, natomiast w rozdziale 9 – algorytmy regulacji parametrów instalacji. W rozdziałach 10 i 11 przedstawiono aspekty ekonomiczne związane z systemem ogrzewania i przygotowania ciepłej wody. Rozdziały 12 i 13 obejmują zagadnienia techniczne oraz ekonomiczne projektowania instalacji wentylacji (naturalnej i mechanicznej), a rozdział 14 dotyczy zagadnień klimatyzacji i chłodzenia pomieszczeń.

Wszystkie omówione procedury projektowania zostały uzupełnione o autorskie programy komputerowe w formie arkuszy kalkulacyjnych, umożliwiającym Czytelnikowi śledzenie obliczeń, a także wykorzystanie ich do własnych zastosowań. Do obliczeń symulacyjnych zapotrzebowania na ciepło i energię wykorzystano zbiory danych meteorologicznych.

W książce szczególną uwagę zwrócono na współczesne aspekty oszczędności energii w budownictwie, a także na anachronizm niektórych przepisów prawa nadal mających zastosowanie w budownictwie. Zrezygnowano z umieszczenia w publikacji wyciągów z katalogów urządzeń, gdyż te są szeroko dostępne w Internecie. Przykładowe obliczenia ekonomiczne zawarte w książce są obarczone ryzykiem niepewności związanej z sytuacją na rynku i mogą być przydatne w krótkim horyzoncie czasowym. Dołączone szablony pozwolą na wykonanie obliczeń ekonomicznych w dowolnym układzie cen.

Książka jest przeznaczona dla projektantów instalacji w budynkach (nie tylko jednorodzinnych), studentów uczelni technicznych i, w pewnej mierze, również dla inwestorów, przyszłych mieszkańców budynków jednorodzinnych, którzy mogą skorzystać z programów ułatwiających wybór źródła ciepła.

Kazimierz Żarski, październik 2022 r.



DR INŻ. KAZIMIERZ ŻARSKI

Absolwent Wydziału Inżynierii Sanitarnej i Wodnej Politechniki Warszawskiej (1972). Doktorat obronił na Politechnice Poznańskiej (1995). Specjalista w dziedzinie ogrzewnictwa, ciepłownictwa i wentylacji. Jeden z pionierów wprowadzenia w Polsce technologii rur preizolowanych w ciepłownictwie. Projektant z długoletnim doświadczeniem, specjalizujący się w opracowaniach koncepcyjnych w ciepłownictwie. Autor szeregu prestiżowych projektów (cztery rezydencje Prezydenta R.P.) oraz wielu komputerowych programów inżynierskich w dziedzinie ciepłownictwa i klimatyzacji.

Naukowo związany z Uniwersytetem Technologiczno-Przyrodniczym (dawniej Akademia Techniczno-Rolnicza, obecnie Politechnika) w Bydgoszczy oraz z Wyższą Szkołą Zarządzania Środowiskiem w Tucholi (w latach 2006–2008 Dziekan Wydziału Inżynieryjnego), a także w latach 2017–2020 – z Państwową Wyższą Szkołą Zawodową w Gnieźnie. Promotor ok. 600 prac dyplomowych. Autor ponad 220 publikacji naukowych, w tym kilkunastu podręczników i monografii, z których niektóre znalazły się w programach nauczania na wyższych uczelniach. Publikował w czasopiśmie krajowym i zagranicznych, uczestniczył w wielu konferencjach naukowych w Polsce i na świecie. W latach 2009–2016 recenzent „Journal of Cleaner Production” oraz czasopisma „Instal”. Prowadził wiele specjalistycznych szkoleń. Członek Sekcji Ciepłownictwa i Klimatyzacji Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej Polskiej Akademii Nauk (2006–2020). Odznaczony Medalem Edukacji Narodowej.

ROZDZIAŁ 1

Metabolizm organizmu ludzkiego a odczucie ciepła

Czynności życiowe organizmu żywego, w tym organizmu człowieka, wiążą się z przyjmowaniem i wydatkowaniem energii. Procesy biochemiczne zachodzące w organizmie potrzebne do podtrzymania funkcji życiowych nazywamy **metabolizmem**. Reakcje biochemiczne z jednej strony potrzebują energii, z drugiej strony są jej źródłem – zatem organizm wymienia energię z otoczeniem, czerpiąc z niego i przekazując dalej inne jej formy. Substratem reakcji biochemicznych organizmu jest tlen doprowadzony do układu krwionośnego człowieka za pośrednictwem układu oddechowego. Intensywność przemian energetycznych zachodzących w organizmie człowieka zależy nie tylko od jego aktywności fizycznej, lecz także psychofizycznej. Intensywna praca umysłowa również jest przyczyną zwiększenia intensywności metabolizmu.

Jednostką metabolizmu jest **MET** (*metabolic equivalent of task*). Jest to ekwiwalent metaboliczny [W17] stosowany do oceny wysiłku fizycznego, a więc do stopnia aktywności organizmu. Jeden MET to wydatek energetyczny $58,15 \text{ W/m}^2$ (na jednostkę powierzchni ciała). Ten wydatek energetyczny odpowiada stanowi spoczynku osoby o masie 70 kg przy zużyciu tlenu ok. 250 ml/min [W17]. Są to wartości znormalizowane, albowiem w przypadku różnych osób ten wydatek może nieco się różnić. Zależy to od płci, wieku i składu ciała, a także od stanu zdrowia.

Jednostkę metabolizmu wprowadził A.P. Gagge w 1941 r. [6], a O. Fanger wykorzystał ją w swoim modelu komfortu cieplnego [2]. „Dziwna” wartość liczbowa jednostki metabolizmu jest związana z dawnym układem jednostek fizycznych, w którym jednostką ciepła była kaloria (cal). Ta jednostka, choć niezgodna z międzynarodowym układem jednostek SI, jest nadal stosowana przez środowisko lekarzy, sportowców i producentów żywności do określenia tzw. wartości kalorycznej produktów wchodzących w skład diety oraz do określenia dziennego zapotrzebowania energetycznego przy różnym stopniu aktywności. Zwłaszcza do określania wydatku energetycznego sportowców. W dawnym układzie jednostek 1 MET to wydatek energetyczny $50 \text{ kcal}/(\text{hm}^2)$.

Dzienne zapotrzebowanie na energię przeciętnego człowieka nieuprawiającego sportu, pracującego z niezbyt dużym wydatkiem energetycznym (np. praca biurowa) to ok. 8400 kJ/d dla kobiet i ok. 10 500 kJ/d dla mężczyzn. Zapotrzebowanie energetyczne osoby ciężko pracującej (np. w budownictwie) to ok. 15 000–17 000 kJ/d. Dzienne zapotrzebowanie na energię dziecka do szóstego roku życia jest mniejsze niż dorosłego człowieka i wynosi 1300–1700 kJ/d, ale już od siódmego roku życia zapotrzebowanie na energię wzrasta i przekracza poziom charakterystyczny dla osoby dorosłej. W starszym

wieku metabolizm zwalnia i zapotrzebowanie energetyczne organizmu obniża się do ok. 8200 kJ/d. Są to wielkości średnie, zdarzają się odchylenia, jak w każdym zjawisku związanym z populacją.

W tabeli 1.1 podano wydatek energetyczny w MET przy różnych czynnościach i stanach aktywności człowieka. Przytoczone wartości intensywności metabolizmu pozwalają na indywidualną ocenę aktywności oraz sporządzenie bilansu dobowego wysiłku i zapotrzebowania na energię metaboliczną.

Tab. 1.1. Wydatek energetyczny w MET przy różnych czynnościach i stanach aktywności [W5 oraz oprac. własne]

Czynność	Wydatek energetyczny [MET]
Sen	0,80
Odpoczynek w pozycji siedzącej	1,00
Spacer	2,00
Szybki chód	3,3
Bieganie z prędkością 7 km/h	6,3
Bieganie z prędkością 11 km/h	11,5
Praca przy komputerze	1,5–2
Prace domowe wykonywane na stojąco: ścielenie łóżka, mycie naczyń, prasowanie, przygotowywanie jedzenia	2-2,5
Granie na instrumencie	2–2,5
Sprzątanie – intensywne: mycie okien, czyszczenie samochodu	3,00
Odkurzanie, zmiatanie, mycie podłóg	3–3,5
Koszenie trawy	5,5
Jazda na rowerze z prędkością 15–20 km/h	6,00
Taniec	3–4,5
Pływanie rekreacyjne	6,00
Pływanie z umiarkowaną lub wysoką intensywnością	8–11
Przenoszenie ciężkich przedmiotów, np. cegieł	7,5
Gra w piłkę nożną (rekreacyjnie – zawodowo)	7–10

Człowiek przekazuje energię do otoczenia w drodze wykonania pracy (w sensie fizycznym), czyli wysiłku, oraz w formie ciepła. Istnieje kilka sposobów przekazywania ciepła do otoczenia przez organizm ludzki [8, 11]. Są to: oddychanie oraz przejmwanie i promieniowanie ciepła do otoczenia z powierzchni skóry czy odzieży.

ROZDZIAŁ 2

Komfort cieplno-wilgotnościowy i warunki higieniczne w pomieszczeniach zamkniętych

Komfort cieplny to stan równowagi termicznej organizmu, w którym występuje zrównoważenie ilości energii produkowanej przez organizm z ilością energii emitowanej do otoczenia w postaci pracy i ciepła. Komfort cieplny jest związany z odczuciem komfortu psychofizycznego zależącego od temperatury i wilgotności względnej powietrza, stąd czasem mówi się o komforcie cieplno-wilgotnościowym. **Na odczucie komfortu cieplno-wilgotnościowego mają wpływ następujące parametry, nazywane parametrami mikroklimatu wewnętrznego:**

- temperatura powietrza,
- temperatura odczuwalna,
- wilgotność względna powietrza,
- wymiana i ruch powietrza w pomieszczeniu,
- czystość i jakość powietrza.

2.1. Temperatura powietrza, temperatura odczuwalna

Temperatura powietrza w pomieszczeniu, tzw. temperatura termometru suchego (DBT – *dry bulb temperature*), jest kształtowana w okresie o niskiej temperaturze powietrza zewnętrznego (w sezonie grzewczym) przez instalację ogrzewania. Latem temperatura wewnętrzna w pomieszczeniach może być kształtowana tylko wtedy, gdy budynek będzie wyposażony w instalację klimatyzacji lub chłodzenia. Optymalna temperatura w pomieszczeniach, w których przebywa człowiek, mieści się w pewnych granicach, z zastrzeżeniem jej subiektywnej oceny w aspekcie odczucia komfortu. Temperaturę w pomieszczeniach ogrzewanych określa rozporządzenie *w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie* [P2]: w odniesieniu do pomieszczeń w budynkach jednorodzinnych są to wartości podane w tabeli 2.1. Temperatura ta nosi nazwę **obliczeniowej temperatury powietrza wewnętrznego** i jest punktem wyjścia do obliczeń mocy grzejników zainstalowanych w pomieszczeniach ogrzewanych.

ROZDZIAŁ 3

Wymiana ciepła między budynkiem i otoczeniem zewnętrznym

Utrzymanie właściwej temperatury wewnątrz pomieszczeń w budynku wymaga ogrzewania w chłodnym okresie roku. Ciepło przenika na zewnątrz przez przegrody zewnętrzne, nawet jeśli ich izolacyjność jest bardzo dobra. Drugi składnik zapotrzebowania na moc cieplną i ciepło stanowi ogrzewanie powietrza wentylującego, w większości przypadków budownictwa jednorodzinnego doprowadzone do wnętrza budynku systemem wentylacji naturalnej. Oczywiście standard ochrony cieplnej współczesnych budynków jest znacznie lepszy niż tych z drugiej połowy XX w., ale w dalszym ciągu znaczne ilości paliwa i energii w skali kraju są przeznaczone do ogrzewania budynków. Moc cieplna urządzeń grzewczych oraz sezonowe zużycie ciepła są zależne od warunków klimatu zewnętrznego, który – mimo niezbyt wielkiego obszaru – jest w Polsce dość zróżnicowany.

3.1. Warunki klimatyczne na terenie Polski

Obecnie na stronie internetowej odpowiedniego ministerstwa* są dostępne dane meteorologiczne w układzie *hour by hour* [W38]. Są to wartości średnie wieloletnie, miarodajne do obliczeń bilansowych, ale nie do obliczenia maksymalnego zapotrzebowania na moc cieplną budynków.

Polska znajduje się w strefie umiarkowanego klimatu ciepłego przejściowego. Kraj otaczają też inne typy klimatu ze strefy umiarkowanej – morski na zachodzie i kontynentalny na wschodzie. Od północy zaś Polska sąsiaduje z chłodną odmianą klimatu umiarkowanego. Z kolei na południu Europy dominuje ciepły klimat śródziemnomorski [W19].

* Nazwy ministerstwa regularnie się zmieniają. Aktualnie (w 2022 r.) jest to Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju.

ROZDZIAŁ 4

Zyski ciepła, czyli co ogrzewa dom od środka i od zewnątrz

W bilansie ciepła budynku występują składowe zmniejszające zapotrzebowanie na moc cieplną i sezonowe zużycie ciepła do ogrzewania. Są to tzw. **zyski ciepła**, które dzielą się na **zyski zewnętrzne** i **wewnętrzne**. Zyski ciepła są w okresie sezonu grzewczego elementem korzystnym, latem zaś stanowią czynnik zakłócający mikroklimat w budynku.

4.1. Zewnętrzne zyski ciepła

Zewnętrzne zyski ciepła są uzyskiwane w wyniku nasłonecznienia oraz na skutek infiltracji powietrza zewnętrznego.

4.1.1. Zyski ciepła od nasłonecznienia

Zyski ciepła od nasłonecznienia są wynikiem promieniowania bezpośredniego i rozproszonego padającego na **przegrody nieprzezroczyste i przezroczyste**. Należy zsumować zyski przez wszystkie przegrody w pomieszczeniu.

Zyski ciepła od nasłonecznienia przez przegrody nieprzezroczyste mają znaczenie wyłącznie latem w trakcie korzystania z klimatyzacji. Oblicza się je ze wzoru [5]:

$$\begin{aligned}\Phi_n &= A \cdot \Delta t_r \\ \Delta t_r' &= \Delta t_r + (t_{em} - 24.5) + (22 - t_i)\end{aligned}\quad (4.1)$$

gdzie:

- Φ_n – zyski ciepła od nasłonecznienia przez przegrody nieprzezroczyste [W],
- A – powierzchnia przegrody nieprzezroczystej obliczona w świetle ograniczających przegród [m²],
- Δt_r – różnica temperatury słonecznej i wewnętrznej na zewnętrznej powierzchni ściany (o danej godzinie roku i przy danej orientacji i nachyleniu przegrody) [K], ustalona przy średniej temperaturze zewnętrznej (t_{em}) 24,5°C i temperaturze wewnętrznej 22°C (przy innych warunkach oblicza się poprawkę).

Zyski ciepła od nasłonecznienia przez przegrody przezroczyste [5] oblicza się ze wzoru:

$$\Phi_s = A \cdot C \cdot b_1 \cdot b_2 \cdot b_3 \cdot (R_s \cdot I_b + R_c \cdot I_r) \cdot s + A \cdot (t_e - t_i) \cdot U_o \quad (4.2)$$

ROZDZIAŁ 5

Zapotrzebowanie na moc cieplną i sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania

Obliczenie zapotrzebowania na moc cieplną pomieszczeń i całości budynku jest kluczową procedurą w projekcie instalacji ogrzewania. Zapotrzebowanie na moc cieplną pomieszczeń wiąże się z wyznaczeniem parametrów stosowanych grzejników. Zapotrzebowanie na moc całego budynku jest parametrem do doboru mocy źródła ciepła. W latach przed ukazaniem się w języku angielskim pierwszej edycji normy PN-EN 12831:2003 (poprzednia edycja normy [N2]) zapotrzebowanie na moc cieplną było określane mianem „strat ciepła”. To określenie, choć upowszechnione w użyciu przez fachowców, nie było zbyt ścisłe – chodziło nie o ciepło (wyrażone w dżulach), a o moc cieplną (wyrażoną w watach). Niefortunne tłumaczenie z angielskiej wersji normy „heating load” lub „heat load” jako „obciążenie cieplne” utrwaliło się w późniejszych latach, mimo że słowo „obciążenie” nie jest precyzyjne i nie pasuje do techniki ogrzewania. Znacznie lepiej byłoby zostać przy terminie „zapotrzebowanie na moc cieplną” w odniesieniu do bilansu chwilowego i „zapotrzebowanie na ciepło” w odniesieniu do wielkości rocznej lub sezonowej – co czyni autor tej pozycji.

5.1. Własności cieplne przegród budowlanych

Dobór struktury przegród budowlanych to domena architekta i konstruktora budynku. Przegrody, takie jak ściany, stropy, stropodachy, podłogi, powinny mieć odpowiednią wytrzymałość konstrukcyjną, a także spełniać wymagania ochrony przeciwpożarowej: nośności ogniowej (R), izolacyjności ogniowej (E), szczelności ogniowej (I) i – w niektórych przypadkach – dymoszczelności (S). Przegrody oddzielające środowisko wewnętrzne od zewnętrznego powinny się charakteryzować odpowiednią izolacyjnością cieplną i odpornością na zawilgocenie w wyniku kondensacji pary wodnej wewnątrz przegrody i na jej powierzchni.

Parametrem izolacyjności cieplnej jest **współczynnik przenikania ciepła**, obliczany zgodnie z zasadami podanymi w rozdziale 3. Przepisy budowlane [P2] podają maksymalną wartość współczynnika przenikania ciepła przegród w budynku oraz okien i drzwi. Wartości te przedstawiono w tabeli 5.1 (przy temperaturze przestrzeni ogrzewanej $t > 16^{\circ}\text{C}$):

ROZDZIAŁ 6

Rodzaje instalacji ogrzewania budynku jednorodzinnego, dobór elementów systemu i rozwiązania materiałowe

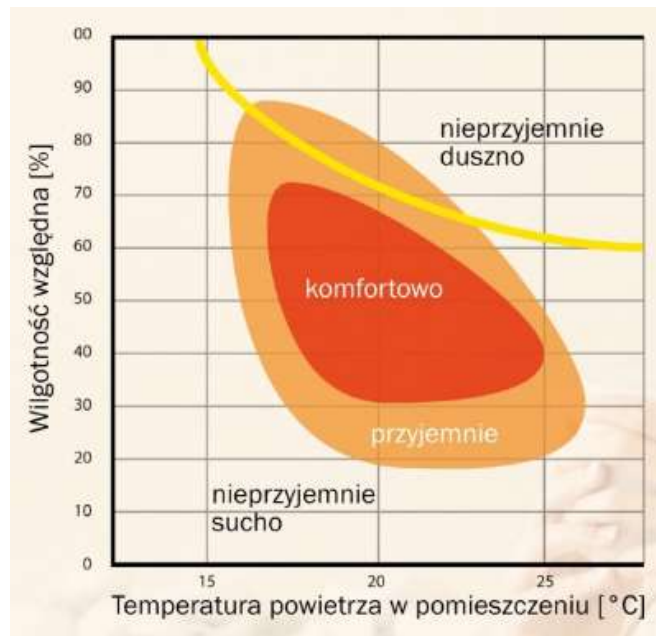
W niniejszym rozdziale zostaną omówione zasady doboru elementów systemu ogrzewania, co stanowi dalszy etap projektowania instalacji, poprzedzony obliczeniami projektowymi. Ze względu na szeroką dostępność oferty producentów i dostawców urządzeń, takich jak przewody, armatura, zbiorniki, grzejniki, kotły, pompy ciepła, zrezygnowano z cytowania obszernych fragmentów katalogów, podając jedynie przykłady ilustrujące dobór urządzeń. Wszystkie urządzenia stosowane do ogrzewania budynków (i przygotowania ciepłej wody) powinny mieć znak dopuszczenia do obrotu w Unii Europejskiej, znak **CE** lub znak aprobaty technicznej dopuszczającej do obrotu na terenie Polski **PTB**. Zastosowanie urządzeń bez znaku CE lub aprobaty technicznej rodzi ryzyko zakupu urządzenia, które może być nieefektywne, a ponadto jego użytkowanie bywa niebezpieczne. Niestety, są na rynku tańsze produkty pozbawione tego znaku. Procedura nadania znaku CE stanowi bowiem dla niektórych firm pewne obciążenie finansowe.

Obliczenie zapotrzebowania na moc cieplną pomieszczeń jest etapem poprzedzającym dobór elementów grzejnych. Doprowadza się do nich ciepło za pośrednictwem nośnika ciepła, którym może być woda, powietrze lub energia elektryczna. **W wodnych instalacjach ogrzewania występują elementy wspólne, których dobór wymaga tych samych procedur obliczeniowych. Są one następujące:**

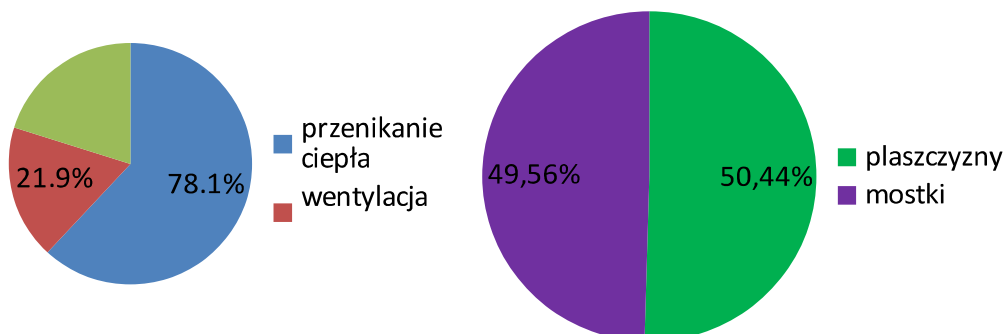
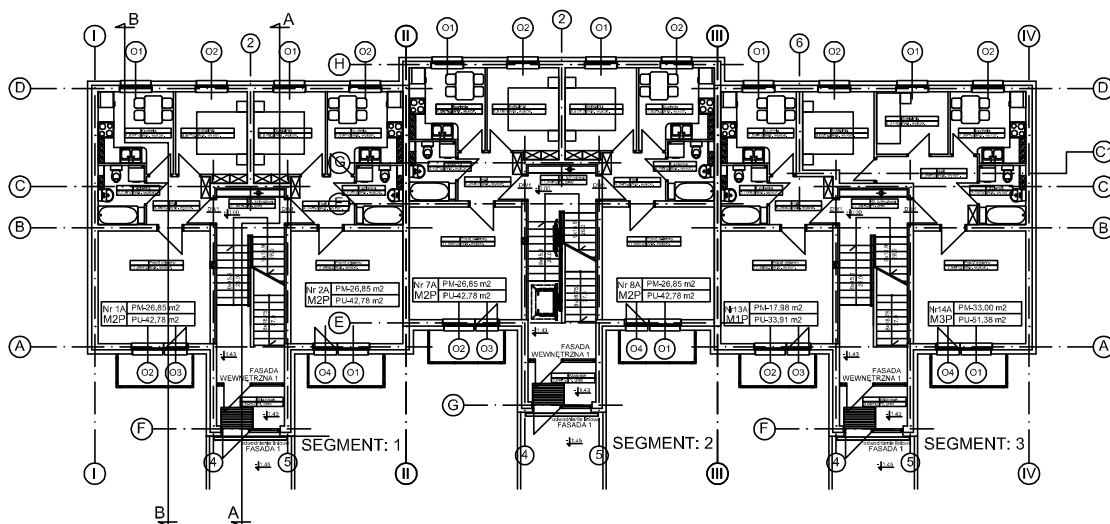
- przewody rozprowadzające nośnik ciepła wraz z armaturą odcinającą i regulacyjną,
- pompy obiegowe,
- elementy zabezpieczenia instalacji przed wzrostem i spadkiem ciśnienia,
- izolacja cieplna przewodów.

Specyficzne elementy zostaną omówione przy każdym rodzaju ogrzewania. W książce pominięto ogrzewanie za pomocą promienników podczerwieni (gazowych i elektrycznych) ze względu na niskie wartości użytkowe tego rodzaju ogrzewania, zwłaszcza w budynkach jednorodzinnych.

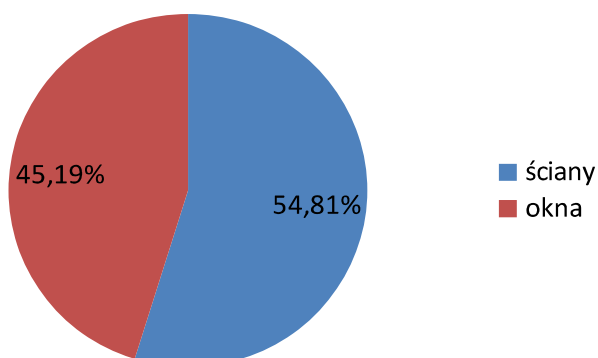
Rys. 2.3. Strefa komfortu ciepłno-wilgotnościowego [W7]



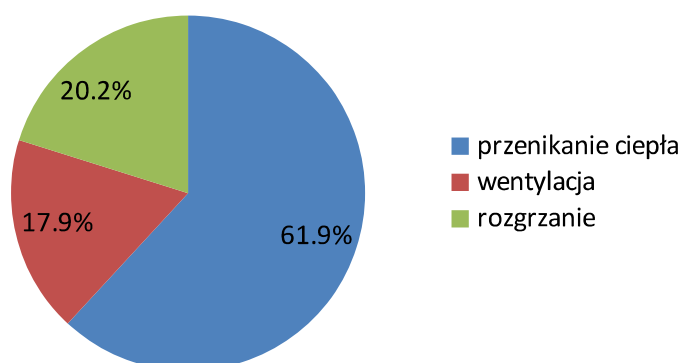
Rys. 5.6. Zapotrzebowanie na moc cieplną w budynku trzykondygnacyjnym z 18 mieszkaniami z podziałem na składowe przenikania i wentylacji oraz na strumień przenikający przez przegrody płaszczyznowe i mostki cieplne [PR1]



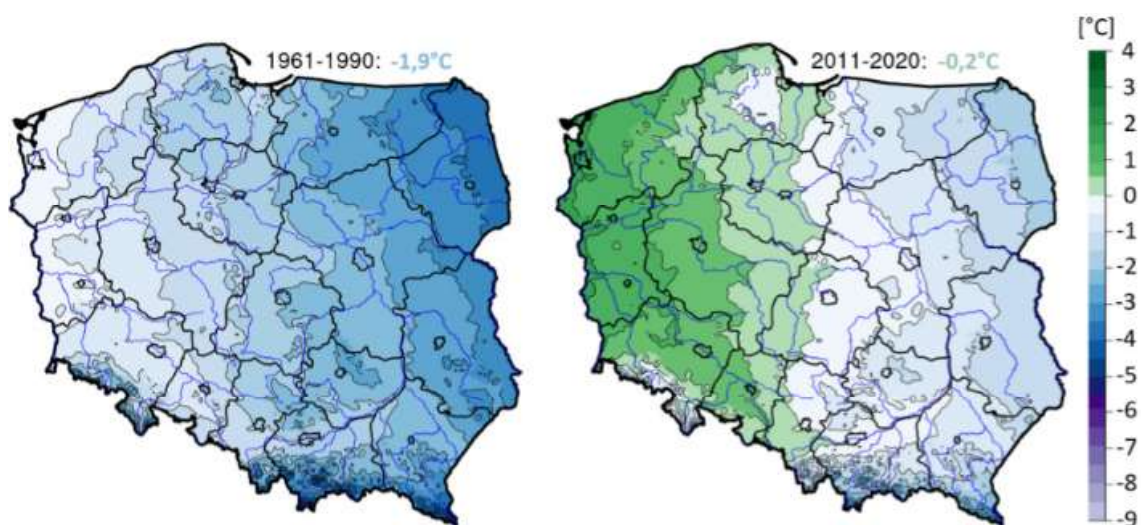
Rys. 5.7. Udział procentowy strumieni ciepła przenikających przez ściany i okna w budynku (rys. 5.6)



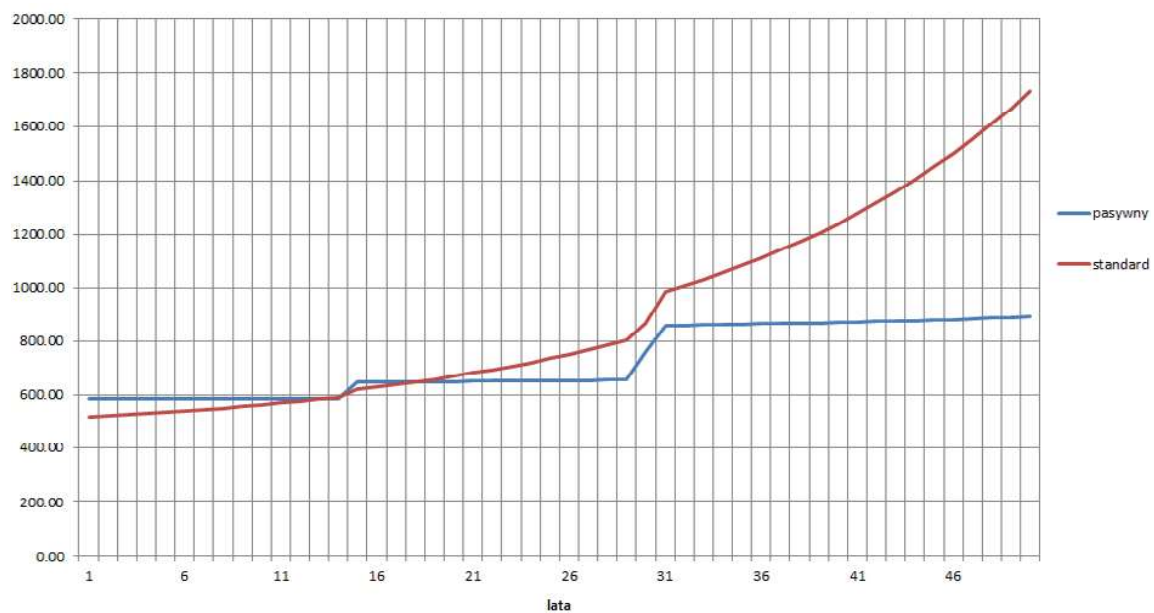
Rys. 5.8. Bilans zapotrzebowania na moc cieplną budynku (rys. 5.6) przy założeniu osłabienia nocnego ogrzewania [PR1]



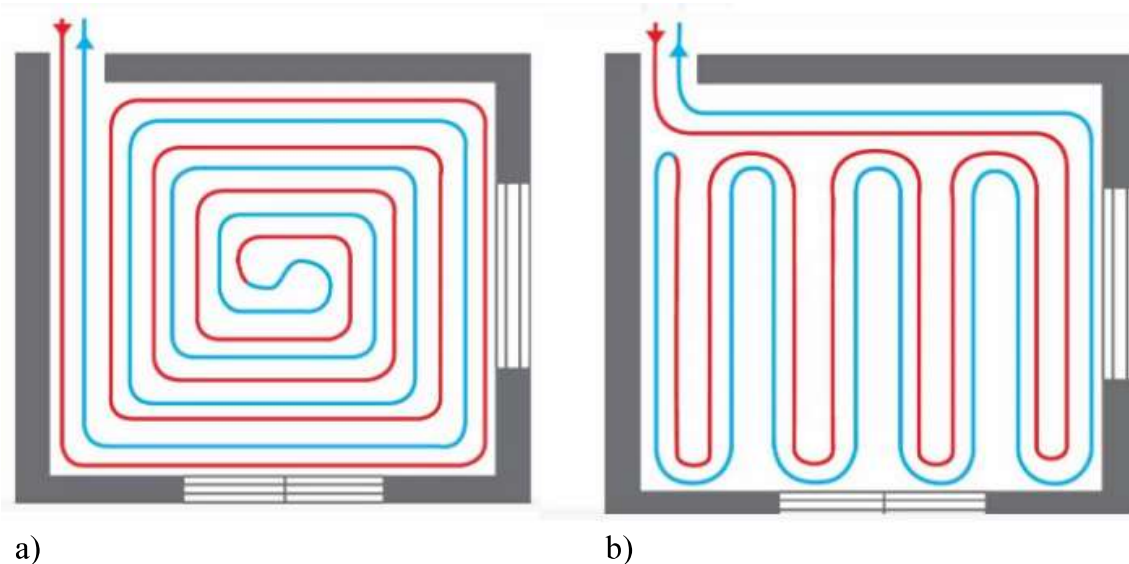
Rys. 5.14. Średnia temperatura powietrza zimą (XII–II) w Polsce w różnych dziesięcioleciach [W37]



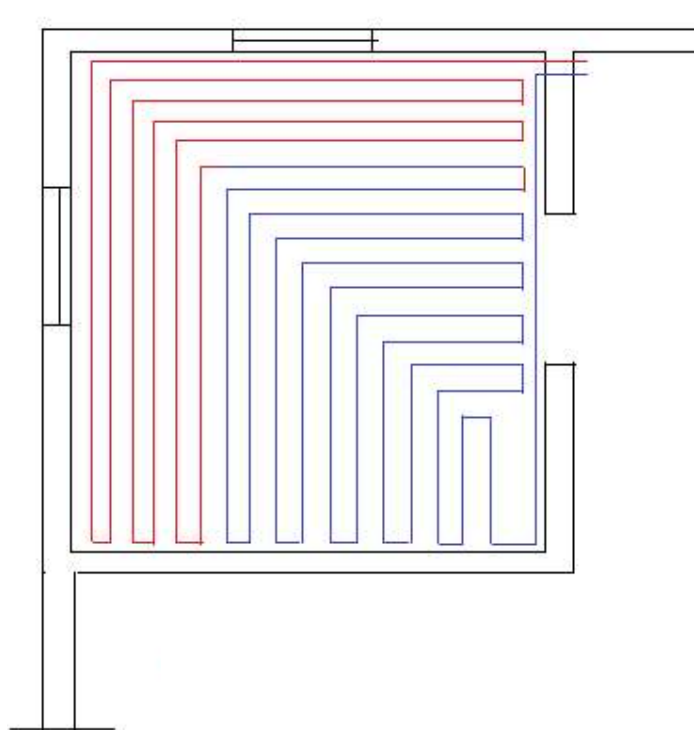
Rys. 5.16. Przykładowe porównanie kosztów inwestycji i eksploatacji budynku pasywnego oraz budynku o standardowych rozwiązaniach ochrony cieplnej (2014 r.), stopa redyskonta 7% [PR2]



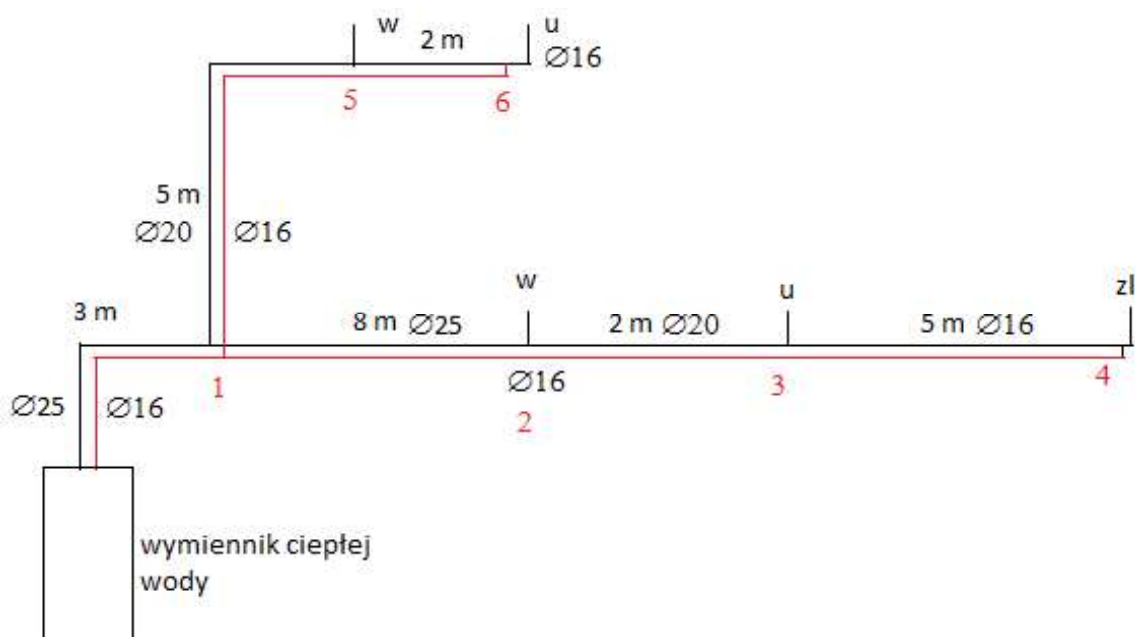
Rys. 6.3. Sposób ułożenia przewodów ogrzewania podłogowego; a) „ślimak”, b) „meander” [W26]



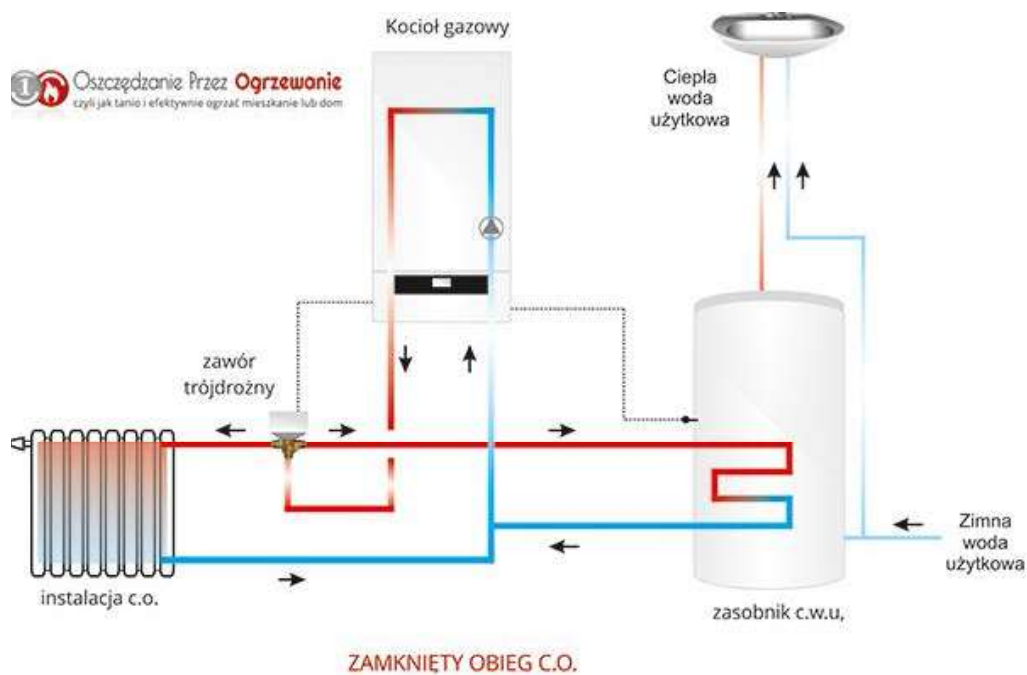
Rys. 6.4. Sposób ułożenia przewodów ogrzewania podłogowego w pomieszczeniu z dwiema ścianami zewnętrznymi (propozycja autora)



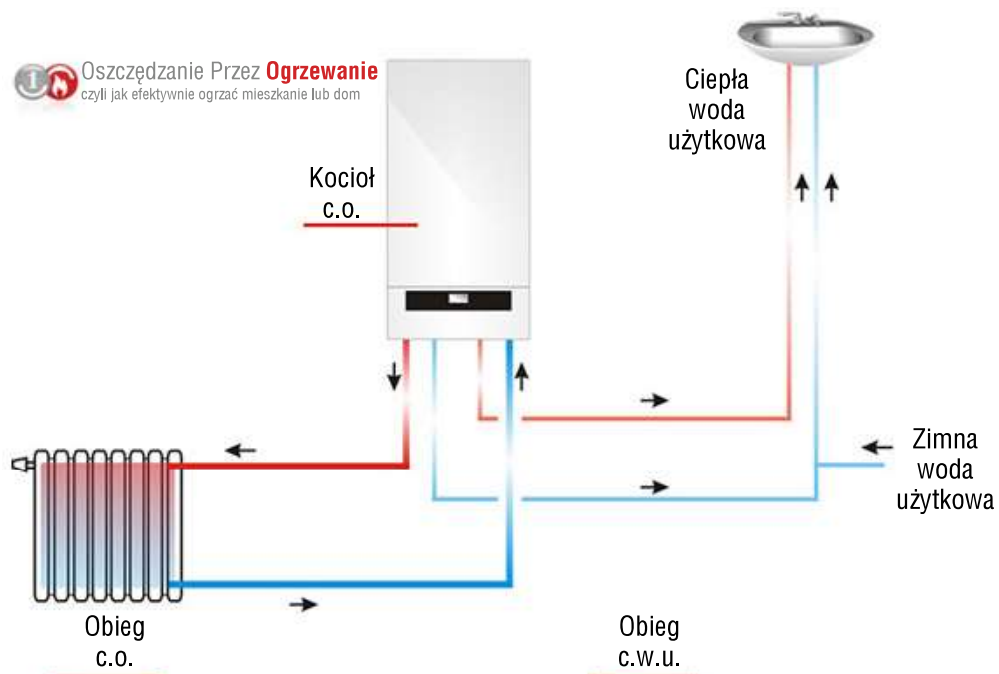
Rys. 7.2. Schemat obliczeniowy instalacji ciepłej wody w przykładowym jednopiętrowym budynku jednorodzinnym o dwóch łazienkach i jednej kuchni [oprac. autora]



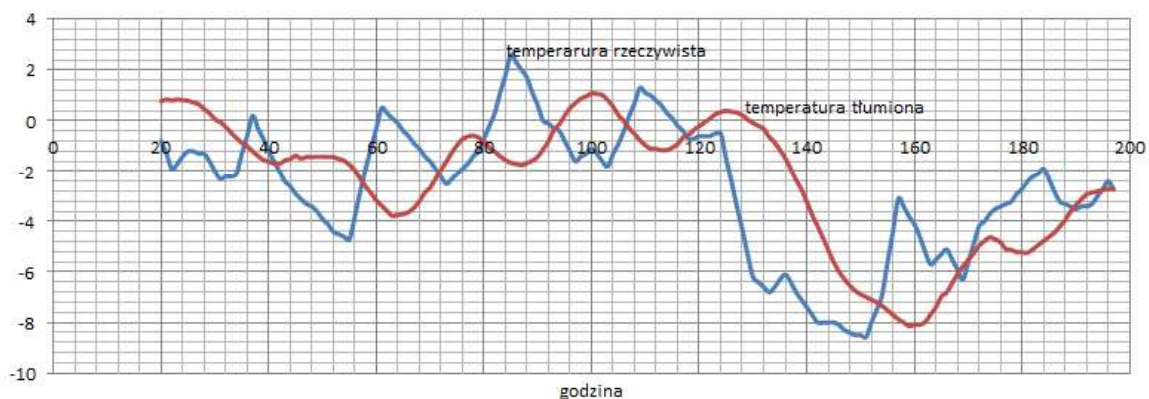
Rys. 8.2. Schemat instalacji z kotłem jednofunkcyjnym [W21]



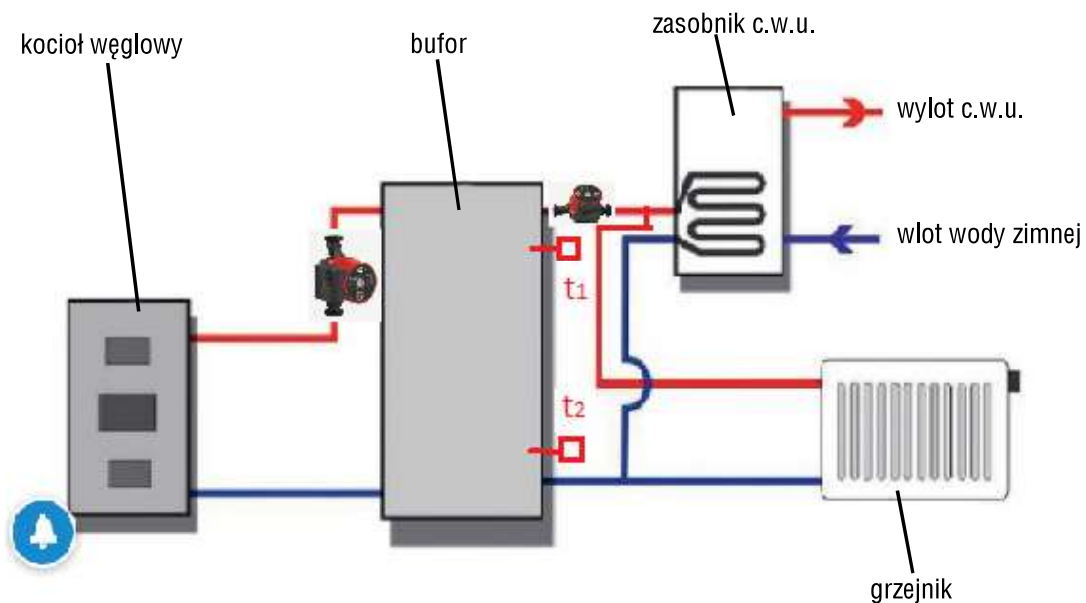
Rys. 8.3. Schemat instalacji z kotłem dwufunkcyjnym [W21]



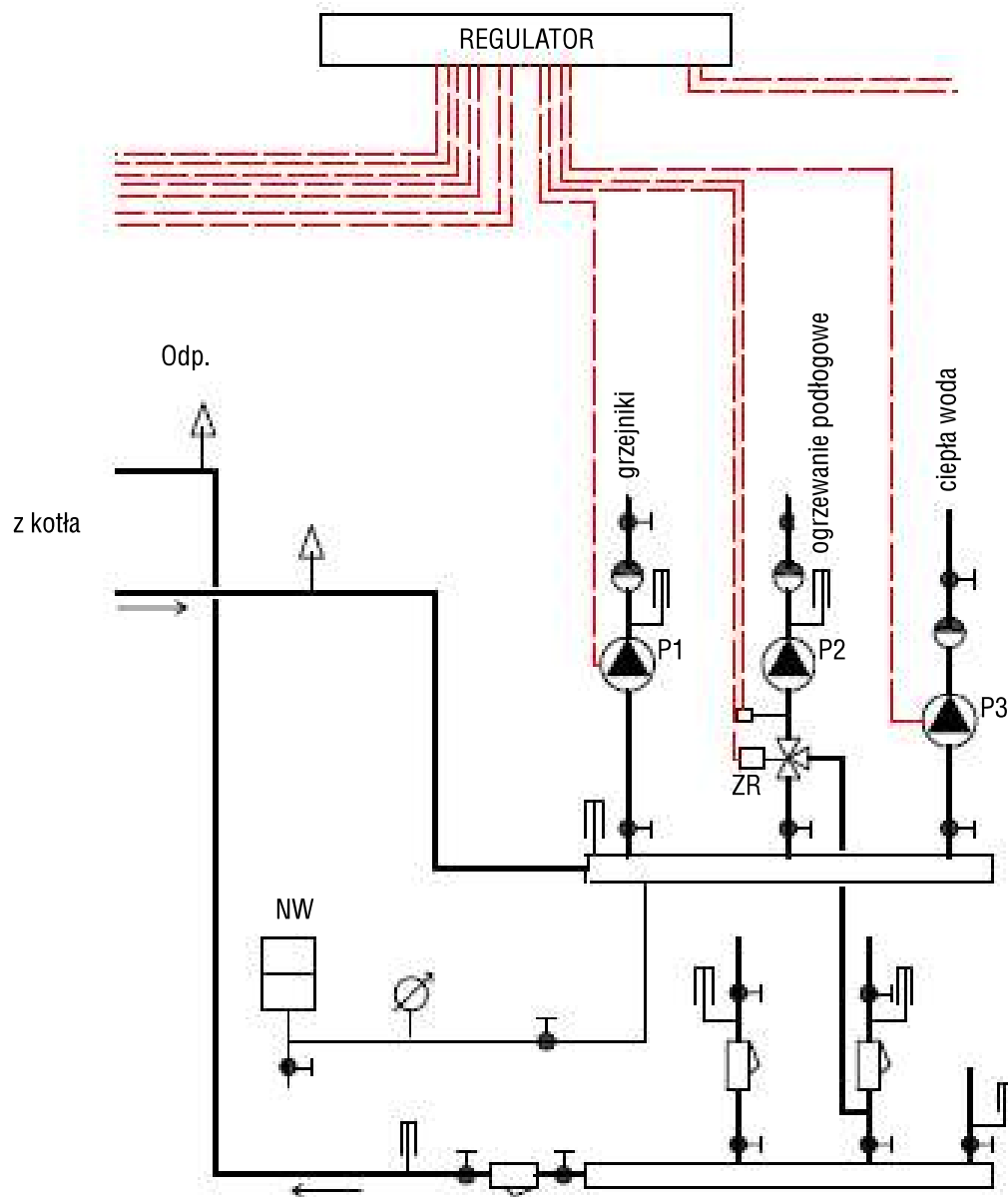
Rys. 9.1. Przykładowy przebieg tłumionej temperatury powietrza zewnętrznego [oprac. autora]



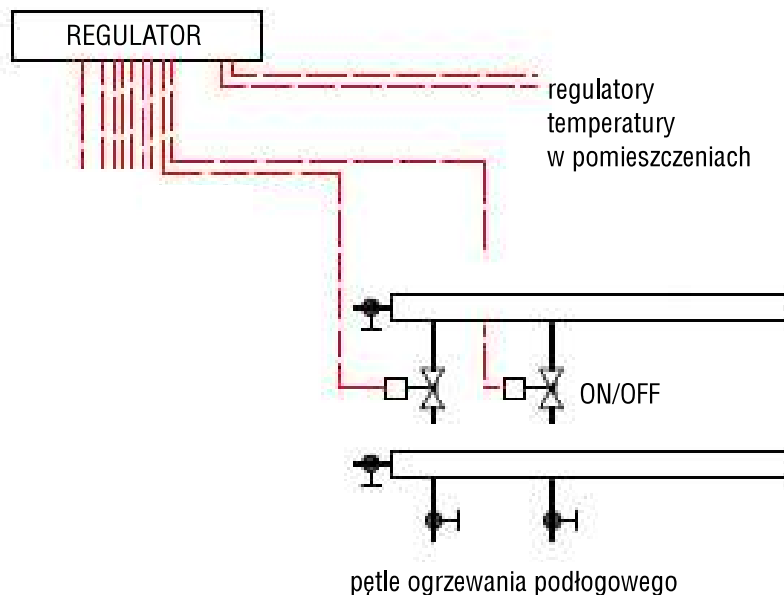
Rys. 9.2. Kocioł na paliwo stałe ze zbiornikiem buforowym – schemat połączenia [na podstawie W4]



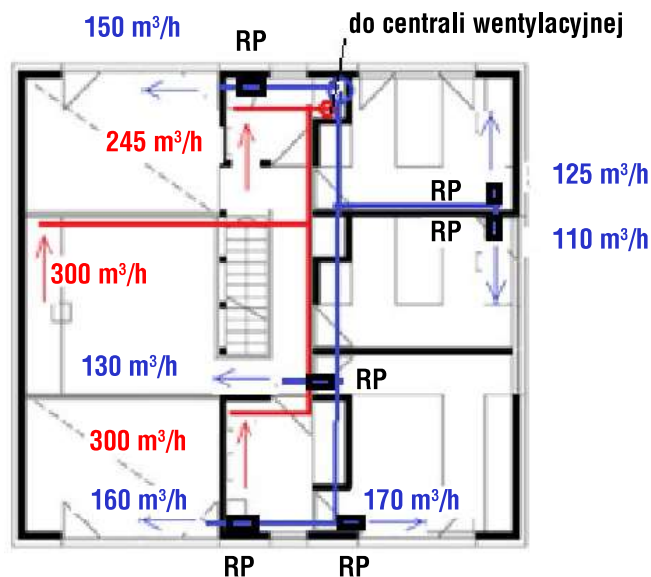
Rys. 9.3. Układ mieszania do ogrzewania podłogowego [oprac. autora]



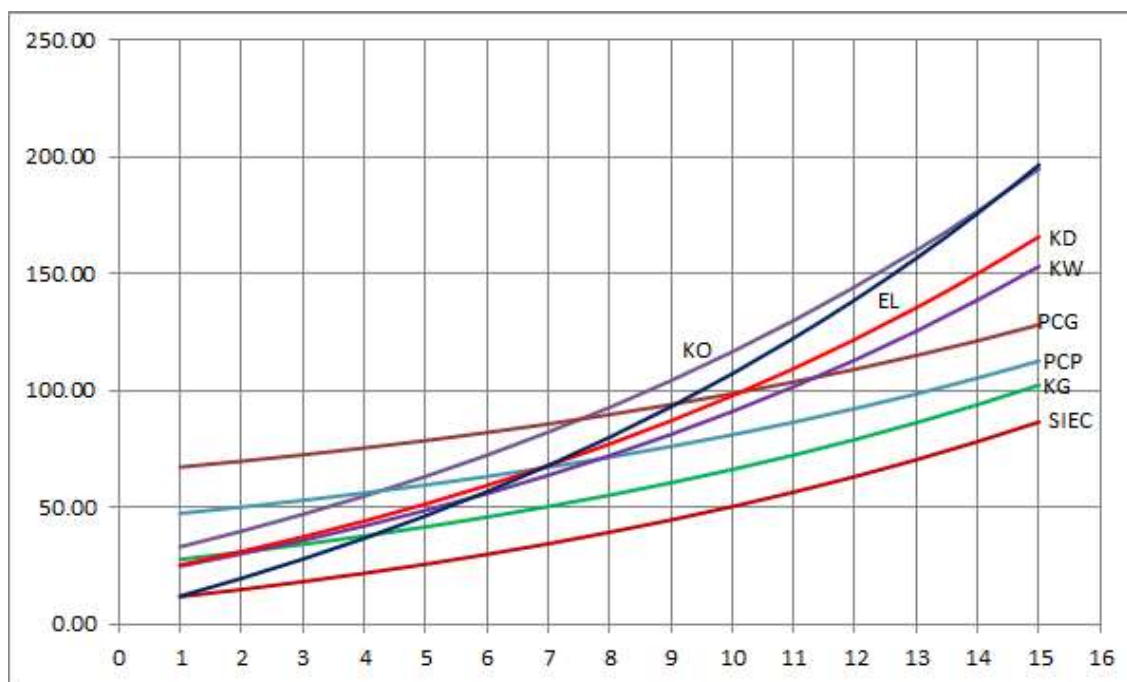
Rys. 9.4. Schemat regulacji ogrzewania podłogowego w pomieszczeniach ogrzewanych [oprac. autora]



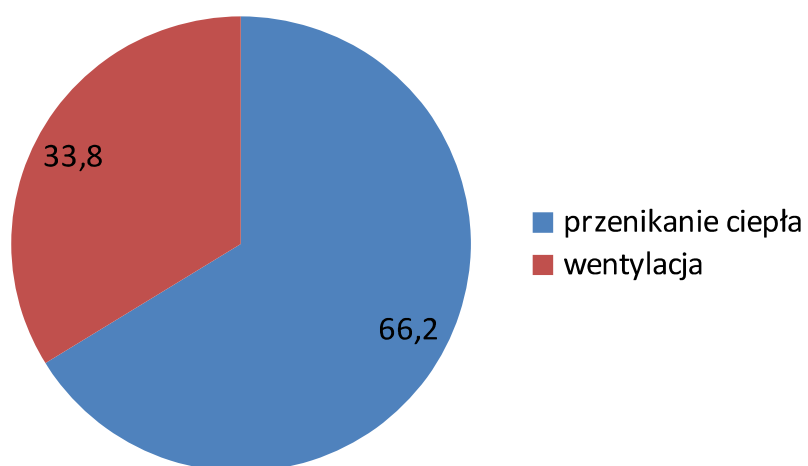
Rys. 9.5. Rzut poziomy instalacji ogrzewania powietrznego w budynku jednorodzinny [oprac. autora]



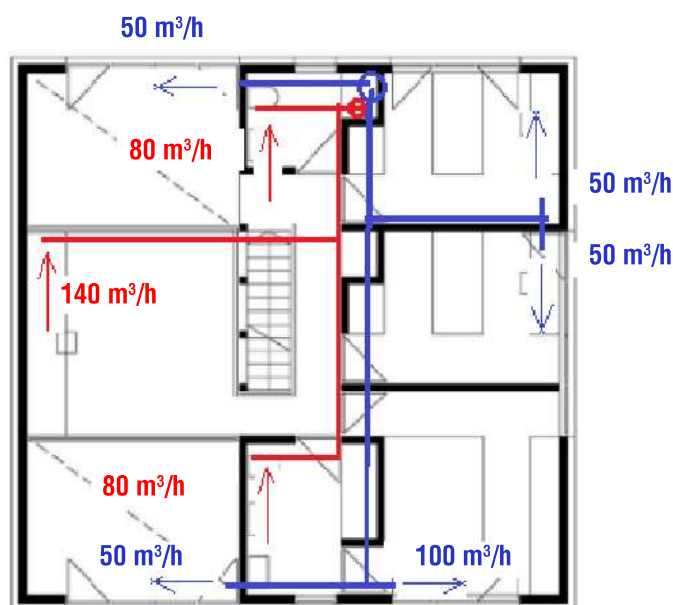
Rys. 10.3. łączny skumulowany, redyskontowany koszt inwestycji i eksploatacji w czasie 15 lat (stopa redyskonta 7%) [oprac. autora]



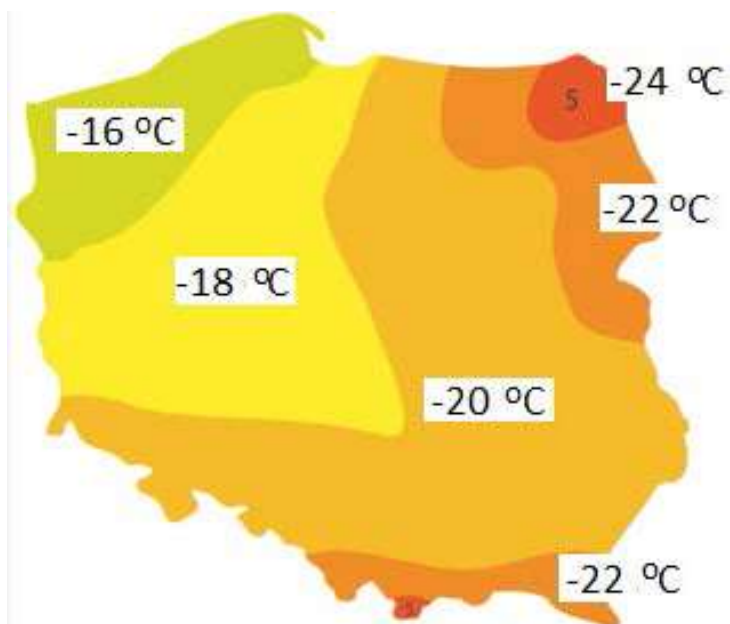
Rys. 12.2. Przykładowy udział strumienia ciepła do ogrzania powietrza w bilansie cieplnym budynku o współczesnym standardzie ochrony cieplnej [P1]



Rys. 12.9. Schemat rozdziału powietrza w instalacji wentylacji mechanicznej w budynku jednorodzinnym [oprac. autora]



Rys. 12.13. Strefy klimatyczne i temperatura obliczeniowa powietrza zewnętrznego [N6, W12]



WYKAZ WYDAWNICTW

1	Poradnik wykonywania instalacji wodociągowych, ogrzewczych i gazowych z rur miedzianych (wyd. III, październik - 2000 r.)	30 zł
2	Warunki techniczne projektowania, wykonania, odbioru i eksploatacji sieci ciepłowniczych z rur i elementów preizolowanych (wyd. I - 1996 r.)	22 zł
3	Pompy ciepła. Poradnik (wyd. III- marzec 2006 r.)	40 zł
4	Elektryczne akumulacyjne ogrzewanie pomieszczeń (wyd. I,- 1998 r.)	20 zł
5	Książka obiektu budowlanego /Zgodna z rozporządzeniem MSWiA/	12 zł
6	Termomodernizacja instalacji w budownictwie przemysłowym i użyteczności publicznej (wyd. I - wrzesień 1999 r.)	32 zł
7	Obiegi wodne i parowe w kotłowniach. Poradnik projektanta. (wyd. I – styczeń 2000 r.)	35 zł
8	Zalecenia dla projektantów instalacji zimnej i ciepłej wody wodociągowej oraz instalacji ogrzewania w zakresie wyboru i łączenia materiałów, uwzględniające agresywność korozyjną wód wodociągowych w 53 miastach w Polsce (wyd. I 2000 r.)	25 zł
9	METROLOGIA mikroklimatu pomieszczenia i środowiskowych wielkości fizycznych. (wyd. I, 2003/2004 Opole)	40 zł
10	TERMODYNAMIKA – Zagadnienia praktyczne w ogrzewnictwie i klimatyzacji (wyd. I 2005 r.)	35 zł
11	WT COBRTI INSTAL Zeszyt 1. Komentarz do normy PN-92/B-01706/AzI:1999 „Zabezpieczenie wody przed wtórnym zanieczyszczeniem” (wyd. I, czerwiec 2001 r.) NAKŁAD WYCZERPANY	30 zł
12	WT COBRTI INSTAL Zeszyt 2. „Wytyczne projektowania instalacji centralnego ogrzewania” (wyd. I, sierpień 2001 r.) NAKŁAD WYCZERPANY	40 zł
13	Wymagania techniczne COBRTI INSTAL Zeszyt 3. „Warunki Techniczne wykonania i odbioru sieci wodociągowych” (wyd. I, wrzesień 2001 r.) NAKŁAD WYCZERPANY	25 zł
14	Wymagania techniczne COBRTI INSTAL Zeszyt 5. „Warunki Techniczne wykonania i odbioru instalacji wentylacyjnych” (wyd. I wrzesień 2002 r.) NAKŁAD WYCZERPANY	30 zł
15	Wymagania techniczne COBRTI INSTAL Zeszyt 6. „Warunki Techniczne wykonania i odbioru instalacji ogrzewczych” (wyd. I, maj 2003 r.) NAKŁAD WYCZERPANY	40 zł
16	Wymagania techniczne COBRTI INSTAL Zeszyt 7. „Warunki Techniczne wykonania i odbioru instalacji wodociągowych” (wyd. I, wrzesień 2003 r.) NAKŁAD WYCZERPANY	35 zł
17	Wymagania techniczne COBRTI INSTAL Zeszyt 8. „Warunki Techniczne wykonania i odbioru węzłów ciepłowniczych” (wyd. I, wrzesień 2003 r.) NAKŁAD WYCZERPANY	30 zł
18	Wymagania techniczne COBRTI INSTAL Zeszyt 9. „Warunki Techniczne wykonania i odbioru sieci kanalizacyjnych” (wyd. I, wrzesień 2003 r.) NAKŁAD WYCZERPANY	30 zł
19	Wymagania techniczne COBRTI INSTAL Zeszyt 10. „Wytyczne stosowania i projektowania instalacji z rur miedzianych” (wyd. I, styczeń 2004 r.)	40 zł
20	WT COBRTI INSTAL Zeszyt 11. „Zalecenia do projektowania instalacji ciepłej wody, wentylacji i klimatyzacji minimalizujące namnażanie się bakterii Legionella” (wyd. I, 2005 r.)	30 zł
21	Wymagania techniczne COBRTI INSTAL Zeszyt 12 „Warunki techniczne wykonania i odbioru instalacji kanalizacyjnych” (wyd. I, wrzesień 2006 r.) NAKŁAD WYCZERPANY	30 zł
22	Wymagania Techniczne. Zeszyt 1 „Warunki techniczne wykonania i odbioru instalacji sprężonego powietrza” (wyd. I, grudzień 2012 r.)	40 zł
23	Wymagania Techniczne. Zeszyt 2 „Warunki techniczne wykonania, odbioru i eksploatacji rurociągów preizolowanych w płaszczu osłonowym HDPE układanych bezpośrednio w gruncie” (wyd.I, 2013 r.)	48 zł
24	BIOZ – bezpieczeństwo i ochrona zdrowia na budowie (wyd.I, wrzesień 2006 r.)	35 zł
25	MECHANIKA PŁYNÓW – Wybrane zagadnienia w ujęciu komputerowym (wyd. I 2007 r.)	40 zł
26	Rozliczanie kosztów zużycia ciepła i wody w budynkach. Poradnik Zarządcy Budynku (wyd. I 2008 r.)	36 zł
27	LEGIONELLA w instalacjach budynków (wyd. I 2009 r.)	45 zł
28	Jak korzystać z podzielników kosztów ogrzewania. Poradnik użytkownika lokalu (wyd. I, październik 2009 r.)	10 zł
29	Charakterystyka energetyczna budynków + CD (wyd. I, luty 2010 r.)	65 zł
30	Projektowanie instalacji ciepłej wody w budynkach mieszkalnych (wyd. 2011 r.)	60 zł
31	WĘZŁY CIEPLINE w miejskich systemach ciepłowniczych (wyd. II, 2014 r.)	68 zł
32	Racjonalizacja zużycia energii w budownictwie mieszkaniowym (wyd.I, 2016r.)	64 zł
33	Ogrzewanie podłogowe. Poradnik (wyd. I, 2020 r.)	76 zł

Czasopisma:		
Budownictwo i Prawo (kwartalnik) – prenumerata w 2023 r.		100 zł
INSTAL (miesięcznik)	– prenumerata w 2023 r.:	
	– zwykła	410 zł
	– z CD na koniec roku	450 zł
	– cięgła (z CD na koniec roku)	360 zł
	– półroczna	220 zł
	– z całorocznym dostępem do archiwum	510 zł
	– dla studentów	220 zł
	– elektroniczna	300 zł

Do podanych cen doliczamy podatek VAT - dla książek 5%, a dla czasopism 8%. Przy realizacji zamówienia doliczamy koszty wysyłki płatne przez Zamawiającego (z wyjątkiem prenumeraty). Termin realizacji zamówienia do 14 dni.

ZAMÓWIENIA NA WYDAWNICTWA NALEŻY SKŁADAĆ POD ADRESEM:

Ośrodek Informacji „Technika instalacyjna w budownictwie”
02-674 Warszawa, ul. Marynarska 14, tel./fax (22) 843 77 71
e-mail: redakcja@informacjainstal.com.pl, wydawnictwo@informacjainstal.com.pl

NOWOŚCI (wyd. 2018–2023)

- **Audyty energetyczne** – M. Robakiewicz, wyd. 2022, B5, str. 400
- **BEZPIECZEŃSTWO POŻAROWE. Warunki techniczne budynków 2022 – Dział VI** – praca zbiorowa, wyd. 2. z 2022, B5, str. 236
- **Instalacje w budynkach jednorodzinnych** – K. Żarski, wyd. 2023, B5, str. 232
- **Inwestycyjny proces budowlany krok po kroku** – K. Grotha, wyd. 2022, B5, str. 200
- **Kontrakty budowlane. Nowe warunki FIDIC** – H. Wysoczański, wyd. 2. z 2018, B5, str. 468
- **Nowoczesne budynki energoefektywne. Znowelizowane warunki techniczne** – A. Kaliszuk-Wietecha, A. Węglarz, wyd. 2019, B5, str. 432
- **Obliczanie powierzchni i kubatur budynku** – A. Pogorzelski, J. Sieczkowski, wyd. 1. zaktualizowane z 2021, B5, str. 234
- **Plan BIOZ. Bezpieczeństwo pracy na budowie** – G. Świdowska, wyd. 4. z 2020, B5, str. 332
- **Procedury inwestycyjno-budowlane. Podstawy BIM** – W.A. Werner, Z. Kacprzyk, wyd. 2019, B5, str. 242
- **Roboty budowlane przy użyciu materiałów wybuchowych** – R. Rekucki, R. Krzewiński, wyd. 2020 – wznowienie wyd. 1. z 2005, B5, str. 362
- **Uprawnienia budowlane. Pytania i testy egzaminacyjne cz. 1. Poradnik z kluczem** – praca zbiorowa, wyd. 17. z 2021, B5, str. 572
- **Uprawnienia budowlane. Pytania i testy egzaminacyjne cz. 2. Ćwiczenia z kluczem** – praca zbiorowa, wyd. 17. z 2021, B5, str. 396
- **Użytkowanie obiektów budowlanych. Wymagania prawno-techniczne** – praca zbiorowa, wyd. 2021, B5, str. 206
- **Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie 2021 z komentarzem i ok. 200 rysunkami** – W. Korzeniewski i R. Korzeniewski, wyd. 14. z 2021 + suplement z 2022, B5, str. 588
- **Wykorzystanie energii słonecznej (OZE)** – Z. Katolik, wyd. 2022, B5, str. 268

Seria przepisów „Z prawem co dnia”

Nr 1. Prawo budowlane, wyd. 22. z 2023

Nr 2. Przepisy techniczno-budowlane, wyd. 8. z 2022

Nr 4. Kpa i prawo autorskie, wyd. 2017

Nr 5. BHP w budownictwie. Przepisy z komentarzem + Pytania egzaminacyjne na uprawnienia budowlane, wyd. 3. z 2021

Nr 7. Efektywność energetyczna budynków, wyd. 2015

Nr 8. Wyroby budowlane, wyd. 2016

Nr 9. Prawo zamówień publicznych. Kosztorysowanie robót budowlanych. Przepisy (2020 r. i 2021 r.) z komentarzem, format B5, wyd. 2020

Nr 10. Kodeks cywilny z omówieniem umów o roboty budowlane, wyd. 2019 + Suplement z 2022

- **Budownictwo i Prawo** – kwartalnik – prenumerata roczna (od dowolnego numeru)
- **Elektryczność w budynkach** – J. Strzyżewski, wyd. 2014, B5, str. 432
- **Kompedium podstaw budownictwa energoefektywnego z elementami ekoprojektowania** – L. Laskowski, wyd. 2017, B5, str. 430
- **Konstrukcje murowe. Naprawy i wzmocnienia** – B. Stawiski, wyd. 2014, B5, str. 290
- **Kosztorysowanie obiektów i robót budowlanych** – poradnik + program do kosztorysowania na CD – B. Kacprzyk, wyd. 2. z 2010, B5, str. 450
- **VADEMECUM PROJEKTANTA tom 1. Podstawy projektowania konstrukcji budowlanych**, wyd. 2016, B5, oprawa twarda, str. 450

Zamówienia: Aneta Radziszewska, tel. 601 88 50 39, wydawnictwo@polcen.com.pl,
www.polcen.com.pl (księgarnia internetowa)