

## Przedmowa

Problemy efektywności energetycznej w budownictwie, które są tematem monografii *Nowoczesne budynki energoefektywne. Znowelizowane warunki techniczne*, stanowią bardzo obszerny dział techniki, a także istotne zagadnienie gospodarcze i społeczne. Zużycie energii związanej z użytkowaniem budynków decyduje o ponoszonych kosztach ich eksploatacji, wpływie użytkownika budynku na środowisko naturalne, a także o jakości środowiska, w którym przebywają użytkownicy budynku – a zatem o **komforcie życia i stanie zdrowia**.

**Zapotrzebowanie energii związanej z użytkowaniem budynku jest uzależnione od jego cech energetycznych, a w szczególności od właściwości ochrony cieplnej budynku oraz systemów ogrzewania, wentylacji, chłodzenia i zaopatrzenia w ciepłą wodę użytkową, a także oświetlenia.**

Te cechy budynków – tak ważne dla ludzi, środowiska i gospodarki – mogą być właściwie ukształtowane przez odpowiednie rozwiązania techniczne i wykorzystane materiały w projektowanych budynkach, a także poprawione w budynkach już istniejących przez ich modernizację.

Nadanie budynkowi odpowiednich cech energetycznych jest dokonywane w projektach budowlanych oraz w **audytach energetycznych** przygotowujących termomodernizację budynków. Określanie aktualnego ich stanu, czyli charakterystyki energetycznej, odbywa się w ramach **świadczeń energetycznych budynków**.

Stosowanie zasad prawidłowego opracowania projektów oraz audytów i świadczeń energetycznych ma zatem bezpośredni wpływ na efektywność energetyczną budynków.

Przedstawienie i omówienie tych właśnie zasad jest treścią niniejszej książki przygotowanej przez Wydawnictwo POLCEN, której autorami są: dr inż. Agnieszka Kaliszuk-Wietecha i dr inż. Arkadiusz Węglarz.

Temat, który podjęli autorzy książki, jest bardzo ważny i aktualny. Dyrektywy Unii Europejskiej oraz krajowe dokumenty takie jak „**Polityka energetyczna Polski**” czy „**Krajowy Plan Działań dotyczących efektywności energetycznej**” stawiają bardzo ambitne cele w zakresie poprawy efektywności energetycznej. W szczególności **od 2021 r. wszystkie nowe budynki będą musiały odpowiadać wymaganiom tzw. budynku niemal zeroenergetycznego**, a do 2050 r. ma być przeprowadzona modernizacja wszystkich budynków istniejących w takim zakresie, aby i one spełniały te wymagania.

# Wprowadzenie do zagadnień efektywności energetycznej budynków

## 1.1. Zużycie energii w budownictwie – przepisy europejskie

Według danych Unii Europejskiej i licznych publikacji [1, 2, 3, 4] budownictwo jest najbardziej energochłonną częścią gospodarki. Odpowiada za ponad 40% całkowitego zużycia energii końcowej. Udział budynków nieefektywnych energetycznie w unijnym budownictwie szacuje się na około 3/4, a 90% tych budynków ma być nadal wykorzystywanych w 2050 r. Świadomość społeczeństw europejskich i odpowiedzialność za środowisko naturalne wymuszają działania ze strony Unii Europejskiej (UE) w zakresie poprawy efektywności energetycznej zarówno nowych budynków, jak i tych poddawanych termorenowacji.

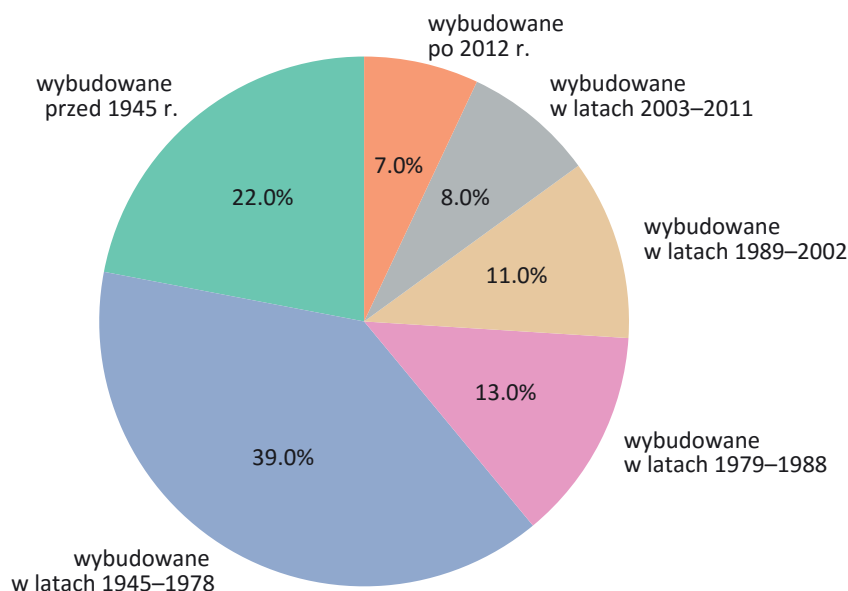
Przepisy dotyczące efektywności energetycznej w budownictwie są elementem pakietu nowych regulacji w zakresie unijnej polityki energetycznej i klimatycznej, które mają obowiązywać po 2020 r. (tzw. Pakiet Zimowy). Przede wszystkim uległa tam zmianie dyrektywa w sprawie charakterystyki energetycznej budynków. Zgodnie z nowymi regulacjami państwa Unii Europejskiej będą musiały przygotować krajowe, długoterminowe strategie na rzecz renowacji budynków, aby do 2050 r. budynki w UE prawie nie zużywały zewnętrznej energii. Nowe przepisy zawierają również zachętę do korzystania z inteligentnych technologii w celu zmniejszenia zużycia energii oraz wprowadzają wymóg tworzenia punktów ładowania dla samochodów elektrycznych na parkingach nowych budynków wielorodzinnych. Wprowadzono także nowe wymagania dotyczące kontroli systemów ciepłowniczych i klimatyzacji oraz nakazano obowiązkową automatyzację regulacji temperatury.

W Polsce szczegółowe wymagania dotyczące efektywności energetycznej w budownictwie znajdują się głównie w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w *sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie* (Dz.U. z 2015 r. poz. 1422) z późniejszymi nowelizacjami [10, 11] (w skrócie WT) oraz w ustawie o *charakterystyce energetycznej budynków* [12] i powstałych na jej podstawie rozporządzeniach.

### 1.3. Zużycie energii w budynkach w Polsce – analiza standardów energetycznych istniejących budynków

Według raportu dotyczącego gospodarki mieszkaniowej opublikowanego przez Główny Urząd Statystyczny (GUS) stan zasobów mieszkaniowych w 2016 r. wyniósł 14,27 mln mieszkań o powierzchni użytkowej 1053 mln m<sup>2</sup>. Ponad 7,92 mln mieszkań znajdowało się w budynkach wielorodzinnych. Największa liczba mieszkań (5,25 mln) została wzniesiona w latach 1961–1980. Są to przede wszystkim wielorodzinne budynki wielkopłytowe, które zostały wybudowane w energochłonnych technologiach systemowych. Na rysunku 1.1 podano przybliżony wiek polskich budynków mieszkalnych według GUS.

GUS nie udostępnia danych dotyczących wszystkich budynków niemieszkalnych. Publikowane są jedynie raporty, które zawierają przyrost liczby budynków niemieszkalnych w danym roku. Przyjmując, na podstawie danych GUS z 2001 r., że powierzchnia użytkowa budynków niemieszkalnych stanowi około 34% powierzchni budynków mieszkalnych w Polsce, oszacowano, że w 2016 r. powierzchnia użytkowa budynków niemieszkalnych wyniosła 543 mln m<sup>2</sup>.



**Rysunek 1.1.** Wiek polskich budynków mieszkalnych (według GUS) (oprac. własne na podstawie [9])

Orientacyjny wskaźnik zapotrzebowania na ciepło w zależności od wieku budynku podano w tabeli 1.2.

# 2

## Wymagania techniczne dotyczące ochrony cieplnej i oszczędności energii

### 2.1. Wprowadzenie

Zgodnie z przepisami rozporządzenia nowelizującego rozporządzenie *w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie*, od 1 stycznia 2017 r. uległy zmianie wartości dopuszczalnych wskaźników *EP* dla nowo budowanych budynków oraz niektórych współczynników *U* dla przegród zewnętrznych budynków. W 2017 r. w ww. rozporządzeniu dokonano jeszcze zmian, które zaczęły obowiązywać z początkiem 2018 r. W dalszej części rozdziału zostały zaprezentowane wymagania techniczne dla projektowanych lub modernizowanych budynków według stanu prawnego obowiązującego na dzień 1 stycznia 2018 r.

### 2.2. Szczegółowe wymagania techniczne dotyczące ochrony cieplnej i oszczędności energii w budynkach

Szczegółowe wymagania techniczne dotyczące ochrony cieplnej i oszczędności energii w budynkach zostały umieszczone w dziale X rozporządzenia Ministra Infrastruktury *w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie* oraz w załączniku 2 do tego rozporządzenia. Ze względu na częste zmiany ww. rozporządzenia przedstawiony został w pierwszej kolejności tekst jednolity interesujących z punktu widzenia efektywności energetycznej paragrafów. Poniżej znajduje się komentarz do przepisu.

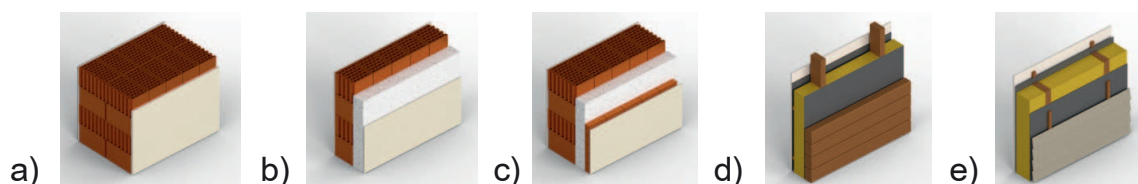
- prefabrykowane – montowane na budowie z gotowych elementów przygotowanych wcześniej,
- systemowe – z wykorzystaniem gotowych elementów, np. styropianowych pełniących funkcję szalunku traconego dla wylewanego elementu żelbetowego.

Wybór produkowanych współcześnie materiałów jest bardzo szeroki – od ciągle modyfikowanych materiałów tradycyjnych, aż do materiałów nowych, opartych na nowych lub łączonych technologiach (rys. 3.12).



**Rysunek 3.12.** Przykład współczesnych pustaków ściennych: systemowych, keramzytowych (fot. A. Kaliszuk-Wietecha)

Zwykle charakteryzują się one parametrami pozwalającymi spełnić dzisiejsze wymagania. Jednak na starsze przegrody ścienne należy spojrzeć z nieco innej perspektywy. Ściany ze względu na swoją budowę, jak opisywano to w procedurze obliczeń cieplnych, można podzielić na jednorodne (jedno- lub wielowarstwowe) i niejednorodne (rys. 3.13).



**Rysunek 3.13.** Układy ścian jednorodnych: a) jednowarstwowa przegroda, b) dwuwarstwowa przegroda jednorodna (warstwa konstrukcyjna i warstwa izolacyjna), c) trójwarstwowa przegroda jednorodna (warstwa konstrukcyjna, warstwa izolacyjna i warstwa osłonowa), d) niejednorodna przegroda z bali drewnianych (izolacja w systemie szkieletowym), e) niejednorodna przegroda w układzie szkieletowym (oprac. własne)

## Izolacyjność termiczna przegród budowlanych – obliczenia współczynników przenikania ciepła

Izolacyjność termiczna przegród wyznaczana jest zgodnie z normą PN-EN 6946:2008 [224]\* oraz w zakresie przegród stykających się z gruntem PN-EN 13370:2008 [269].

### 1.1. Ściany zewnętrzne

#### 1.1.1. Przegroda jednowarstwowa

Ściana zewnętrzna jednowarstwowa bez warstwy izolacji termicznej. Poniżej zestawiono kolejne warstwy oraz ich parametry fizyczne. W celu wyznaczenia współczynnika przenikania ciepła potrzebne są:

Wewnętrzny opór przejmowania ciepła –  $R_{si} = 0,13 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Grubość warstw –  $d \text{ [m]}$

Współczynnik przewodzenia ciepła –  $\lambda \text{ [W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$

Zewnętrzny opór przejmowania ciepła –  $R_{se} = 0,04 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Opór cieplny  $R$  dla  $i$ -tej warstwy obliczany jest według wzoru:

$$R_i = \frac{d_i}{\lambda_i} \left[ \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} \right]$$

Wówczas współczynnik przenikania ciepła  $U$  przegrody zdefiniowany jest następującym wzorem:

$$U = \frac{1}{\sum_i R_i} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \right]$$

W tabeli Z1.1 zestawiono obliczenia współczynnika  $U$  dla ściany zewnętrznej.

\* Szczegółowy wykaz norm znajduje się w aneksie 2, str. 385. Liczby w nawiasie odpowiadają numeracji norm z aneksu.

<b>Rysunek 1.1.</b>	Wiek polskich budynków mieszkalnych . . . . .	13
<b>Rysunek 1.2.</b>	Ogrzewanie pomieszczeń w budownictwie mieszkaniowym według technik ogrzewania . . . . .	14
<b>Rysunek 1.3.</b>	Przygotowanie ciepłej wody w budownictwie mieszkaniowym według technik ogrzewania . . . . .	15
<b>Rysunek 1.4.</b>	Standard energetyczny budynków jednorodzinnych . . . . .	16
<b>Rysunek 1.5.</b>	Sposób ogrzewania budynków jednorodzinnych . . . . .	17
<b>Rysunek 1.6.</b>	Wykorzystanie OZE – kolektorów słonecznych, ogniw fotowoltaicznych i turbin wiatrowych w Polsce . . . . .	23
<b>Rysunek 2.1.</b>	Typowe miejsca występowania nieszczelności w budynku . . . . .	49
<b>Rysunek 3.1.</b>	Wykorzystanie charakterystyki lokalizacji podczas projektowania budynków . . . . .	54
<b>Rysunek 3.2.</b>	Lokalizacja roślinności liściastej od południowej strony budynków umożliwiająca zyski ciepła w okresie zimowym oraz zminimalizowanie przegrzewania pomieszczeń latem . . . . .	56
<b>Rysunek 3.3.</b>	Wykorzystanie stałych elementów zacieniających południową stronę budynków umożliwiające ograniczenie przegrzewania się budynków latem i możliwość maksymalnego wykorzystania zysków zimą . . . . .	56
<b>Rysunek 3.4.</b>	Schemat grupowania i wzajemnego buforowania pomieszczeń w budynkach z zachowaniem bliskości pomieszczeń o zbliżonej temperaturze i z osłonięciem pomieszczeń o wyższej temperaturze pomieszczeniami o niższej temperaturze . . . . .	57
<b>Rysunek 3.5.</b>	Bierne pozyskiwanie energii słonecznej w systemie ściany Trombe’a . . . . .	58
<b>Rysunek 3.6.</b>	Przykładowy schemat działania instalacji nawiewno- -wywiewnej z odzyskiem ciepła. . . . .	64