

# PRZEGLĄD PRZEPISÓW OKREŚLAJĄCYCH MINIMALNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ BUDYNKÓW



Krajowa Agencja  
Poszanowania Energii S.A.

Krajowa Agencja Poszanowania Energii SA  
Warszawa, 2022

**Autorzy:**

Arkadiusz Węglarz, KAPE S.A.

Dariusz Koc, KAPE S.A.

Małgorzata Fedorczyk-Cisak, KAPE S.A.

Ilona Wojdyła, KAPE S.A.

Karolina Junak, KAPE S.A.

Joanna Ogrodniczuk, KAPE S.A.



## Spis treści

---

<b>1</b>	<b>STRESZCZENIE</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>WPROWADZENIE</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>DEFINICJE I SYMBOLE WYSTĘPUJĄCE W OPRACOWANIU</b> .....	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>PRZEGLĄD PRZEPISÓW OKREŚLAJĄCYCH MINIMALNE WYMAGANIA OKREŚLONE W ROZPORZĄDZENIU MINISTRA INFRASTRUKTURY Z DNIA 12 KWIEŃNIA 2002 R. W SPRAWIE WARUNKÓW TECHNICZNYCH, JAKIM POWINNY ODPOWIADAĆ BUDYNKI I ICH USYTUOWANIE</b> .....	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>CHARAKTERYSTYKA AKTUALNYCH PRZEPISÓW OKREŚLAJĄCYCH MINIMALNE WYMAGANIA W WYBRANYCH KRAJACH UE</b> .....	<b>23</b>
5.1	Niemcy.....	24
5.2	Słowacja.....	45
5.3	Czechy.....	68
5.4	Francja.....	87
<b>6</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>107</b>
<b>6.1</b>	<b>Opis metodologii – metodyka</b> .....	<b>107</b>
6.1.1	Podstawa prawna opracowanej metodyki.....	107
6.1.2	Cel metodyki.....	107
6.1.3	Zakres.....	107
6.1.4	Dane.....	108
6.1.5	Zbieranie danych.....	108
<b>6.2</b>	<b>Analiza postępu rynku materiałów i technologii budowlanych</b> .....	<b>108</b>
6.2.1	Rynek nieruchomości.....	109
6.2.2	Technologie budowlane.....	110
6.2.3	Materiały budowlane i elementy budynku.....	116
6.2.4	Materiały konstrukcyjne.....	117
<b>6.3</b>	<b>Metodologia wyboru reprezentatywnych budynków wraz z ich opisem oraz uzasadnieniem</b> .....	<b>126</b>
6.3.1	Wybór budynków reprezentatywnych.....	126

6.3.2	Szczegółowy opis przyjętych budynków referencyjnych do analizy. ....	133
6.3.3	Wybór budynków referencyjnych poddanych głębokiej termomodernizacji do analizy. 141	
6.3.4	Poziom izolacyjności cieplnej przegród budynku wybudowanych w latach 2002-2008 według opracowania pt. " Podręcznik typologii budynków mieszkalnych z przykładami działań mających na celu zmniejszenie ich energochłonności – TABULA" .....	148
6.3.5	Konstrukcja ścian (Tabula) .....	152
6.3.6	Przykładowe budynki referencyjne zgodne z opracowaniem pt. " Podręcznik typologii budynków mieszkalnych z przykładami działań mających na celu zmniejszenie ich energochłonności – TABULA" .....	153
6.3.7	Wybór budynków referencyjnych przeznaczonych do głębokiej termomodernizacji. ..	154
<b>6.4</b>	<b>Wybór technologii wznoszenia budynków oraz analiza instalacji HVAC, oświetlenia i automatyki. ....</b>	<b>173</b>
<b>6.5</b>	<b>Analiza energetyczna budynków o różnym przeznaczeniu .....</b>	<b>173</b>
6.5.1	Budynki nowe .....	174
6.5.2	Warianty poprawy efektywności energetycznej w budynkach nowych.....	186
6.5.3	Budynki termomodernizowane .....	201
6.5.4	Warianty poprawy efektywności energetycznej w budynkach istniejących podlegających termomodernizacji .....	224
<b>6.6</b>	<b>Ramy metodologii porównawczej do celów obliczenia optymalnego pod względem kosztów poziomu minimalnych wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej budynków i elementów budynków .....</b>	<b>236</b>
6.6.1	Ogólne zasady obliczania kosztów całkowitych w przypadku obliczenia finansowego i makroekonomicznego .....	237
6.6.2	Założenia i dane do określenia optymalnego pod względem kosztów poziomu minimalnych wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej budynków i elementów wchodzących w skład przegród zewnętrznych budynków .....	238
<b>6.7</b>	<b>Obliczenia optymalnego pod względem kosztów poziomu wymagań minimalnych dla budynków i przegród zewnętrznych .....</b>	<b>241</b>
6.7.1	Budynki.....	241
6.7.2	Przegrody zewnętrzne .....	255
<b>7</b>	<b>WYNIKI.....</b>	<b>263</b>
<b>8</b>	<b>PODSUMOWANIE.....</b>	<b>269</b>
<b>9</b>	<b>LITERATURA.....</b>	<b>265</b>

## 1 Streszczenie

---

W niniejszym opracowaniu dokonano obowiązkowego dla krajów członkowskich Unii Europejskiej przeglądu przepisów dotyczących minimalnych wymagań w zakresie charakterystyki energetycznej budynków. Czynność ta wykonywana okresowo zgodnie z art. 4 ustęp 1, akapit 6 Dyrektywy 2010/31/UE służy dostarczeniu informacji na temat celowości aktualizacji obecnie stosowanych przepisów z uwagi na uwzględnienie postępu technicznego w sektorze budowlanym i osiągnięcia poziomów optymalnych pod względem kosztów. Metodologię obliczania optymalnego pod względem kosztów poziomu wymagań minimalnych regulują dokumenty: Rozporządzenie Delegowane Komisji (UE) nr 244/2012 z dnia 16 stycznia 2012 r. uzupełniające dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE oraz wytyczne uzupełniające Rozporządzenie Delegowane Komisji (UE) nr 244/2012 z dnia 16 stycznia 2012 r.

Osiągnięcie niezależności energetycznej przez kraje UE oraz podniesienie jakości życia na skutek redukcji emisji gazów cieplarnianych, wiąże się z koniecznością wykorzystywania energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych oraz ze zwiększeniem efektywności energetycznej w budownictwie i transporcie, tj. sektorach o najwyższych wskaźnikach energochłonności. Cele te zostały sformułowane w Dyrektywach 2002/91/WE, 31/2010/UE oraz 2018/844/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i są implementowane do prawodawstwa krajowego poprzez dokonywane aktualizacje przepisów ustawodawczych i wykonawczych.

W Polsce najważniejsze zmiany w omawianym zakresie przełożyły się na nowelizację przepisów techniczno-budowlanych dotyczących ochrony cieplnej i energochłonności budynków. Aktualnie obowiązujące wymagania w zakresie charakterystyki energetycznej budynków znajdują się w dziale X oraz załączniku nr 2 do „Obwieszczenia ministra rozwoju i technologii z dnia 15 kwietnia 2022 r. W sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” (Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 9 czerwca 2022 r. Poz. 1225).

Analizę podzielono na kilka części. Część pierwsza (Rozdziały 1-3) gdzie zawarto streszczenie, wprowadzenie i wyjaśnienie definicji i symboli występujących w opracowaniu, część druga (Rozdziały 4-5) stanowi przegląd przepisów obowiązujących w Polsce oraz w wybranych krajach europejskich. Część trzecia, stanowiąca główny rozdział opracowania to opis metodologii przyjętej do obliczeń osiągnięcia poziomów optymalnych pod względem kosztów wraz z analizą postępu rynku materiałów i technologii budowlanych. W tych rozdziałach zawarto metodologię wyboru reprezentatywnych budynków wraz z ich opisem oraz uzasadnieniem, wybór technologii wznoszenia budynków oraz analizę instalacji HVAC, oświetlenia i automatyki, podano ramy metodologii porównawczej do celów obliczenia optymalnego pod względem kosztów poziomu minimalnych wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej budynków i elementów budynków a także wykonane obliczenia optymalnego pod względem kosztów poziomu wymagań minimalnych dla budynków i przegród zewnętrznych. Ta część jest podstawą do wypełnienia zobowiązań krajów UE, zawartych w Artykule nr 5 Rozporządzenia Delegowanego Komisji (UE) nr 244/2012. Państwa członkowskie mają obowiązek dokonać przeglądu swoich obliczeń optymalnych kosztów przed przeglądem swoich minimalnych wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej, o którym mowa w art. 4 ust. 1 dyrektywy 2010/31/UE. Ocenę krajowych minimalnych wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej odniesiono do wyniku obliczeń optymalnych kosztów otrzymanych w ramach obliczenia stosowanego jako

krajowy poziom odniesienia. Wyniki z obliczeń przedstawiono w punkcie 7. Punkt 8 to podsumowanie a punkt 9 przedstawia spis literatury, na podstawie której napisano ekspertyzę.

Podstawą przeprowadzonej analizy polskich przepisów były dostępne źródła: normy, rozporządzenia i raporty. Zagadnienia implementacji Dyrektywy 2010/31/UE w wybranych krajach UE opisano na podstawie norm i dokumentów wdrażających postanowienia Dyrektywy do prawodawstwa każdego z analizowanych krajów UE. W zakresie ustalenia aktualnego poziomu technologicznego dla materiałów budowlanych, systemów technicznego wyposażenia budynków, systemów oświetlenia wbudowanego, automatyki budynkowej oraz aktualnych cen rynkowych skorzystano z danych udostępnionych przez producentów oraz baz sekocenbud. W zakresie ustalania parametrów do oceny ekonomicznej oparto się na materiałach dostępnych w biuletynach branżowych URE oraz pozyskanych raportach.

W wyniku przeprowadzenia ekspertyzy udzielono odpowiedzi na sformułowane pytania badawcze w odniesieniu do analizowanego zbioru danych.

## SUMMARY

This study reviews the legislation on minimum energy performance requirements for buildings, which is mandatory for European Union member states. This activity, carried out periodically in accordance with Article 4, paragraph 1, subparagraph 6 of Directive 2010/31/EU, serves to provide information on the desirability of updating the current regulations in view of taking into account technical progress in the building sector and achieving cost-optimal levels. The methodology for calculating the cost-optimal level of minimum requirements is regulated by documents: Commission Delegated Regulation (EU) No. 244/2012 of January 16, 2012 supplementing Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council and guidelines supplementing Commission Delegated Regulation (EU) No. 244/2012 of January 16, 2012.

Achieving energy independence for EU countries and increasing the quality of life as a result of reducing greenhouse gas emissions, involves the need to use energy from renewable sources and to increase energy efficiency in construction and transport, i.e., the sectors with the highest energy intensity rates. These goals are formulated in Directives 2002/91/EC, 31/2010/EU and 2018/844/EU on the energy performance of buildings, and are implemented in national legislation through updates to legislative and regulatory provisions.

In Poland, the most important changes in the scope in question were translated into amendments to technical and construction regulations on thermal protection and energy intensity of buildings. The current requirements for the energy performance of buildings can be found in Section X and Annex No. 2 of the "Announcement of the Minister of Development and Technology of April 15, 2022. On the announcement of the consolidated text of the Regulation of the Minister of Infrastructure on the technical conditions to be met by buildings and their location" (Journal of Laws of the Republic of Poland dated June 9, 2022, Item 1225).

The analysis is divided into several parts. The first part (Chapters 1-3) where a summary, introduction and explanation of definitions and symbols appearing in the study, the second part (Chapters 4-5) is a review of the regulations in force in Poland and in selected European countries. The third part, which is the main chapter of the study, is a description of the methodology adopted to calculate the achievement of cost-optimal levels, together with an analysis of the progress of the market for

construction materials and technologies. These chapters include the methodology for the selection of representative buildings with their description and justification, the selection of building construction technologies and the analysis of HVAC, lighting and automation installations, the framework of the comparative methodology for calculating the cost-optimal level of minimum energy performance requirements for buildings and building elements is given, as well as the performed calculations of the cost-optimal level of minimum requirements for buildings and building envelope. This part is the basis for fulfilling the EU countries' obligations in Article No. 5 of Commission Delegated Regulation (EU) No. 244/2012. Member States are required to review their cost-optimal calculations before reviewing their minimum energy performance requirements, as referred to in Article 4 (1) of Directive 2010/31/EU. The assessment of national minimum energy performance requirements was referred to the result of the cost-optimal calculations obtained from the calculation used as a national benchmark. The results of the calculations are presented in point 7. Point 8 is a summary and point 9 presents the literature list on the basis of which the expert report was written. The basis for the analysis of Polish regulations was the available sources: standards, regulations and reports. Issues of implementation of Directive 2010/31/EU. in selected EU countries were described on the basis of standards and documents implementing the provisions of the Directive into the legislation of each of the analyzed EU countries. In terms of determining the current technological level for building materials, technical building equipment systems, embedded lighting systems, building automation and current market prices, data provided by manufacturers and Secocenbud databases were used. In terms of establishing parameters for economic evaluation, they relied on materials available in ERO industry bulletins and obtained reports. As a result of the expert opinion, the formulated research questions were answered with regard to the analyzed data set.

## 2 Wprowadzenie

---

Przepisy związane z ochroną ciepłą budynków w Polsce zostały wprowadzone w latach 50-tych. Wówczas po raz pierwszy w polskich normach pojawiły się uregulowania, dotyczące ochrony cieplnej obudowy budynku. Były one podyktowane dbałością o trwałość przegród zewnętrznych i komfort użytkownika pomieszczeń narażonych na powstawanie wilgoci na powierzchniach wewnętrznych przegród. Powodem takiego zjawiska był niski opór cieplny przegród. Od tamtego czasu wymagania w zakresie efektywności energetycznej w Polsce ulegały transformacjom, zapewniając coraz lepszy poziom efektywności energetycznej budynków.

Równocześnie została dopracowana metodologia obliczania współczynnika przenikania ciepła poprzez wprowadzenie w 2008 roku polskiej normy w tym zakresie<sup>1</sup>. Nowe ostrzejsze wartości minimalne dotyczące izolacyjności cieplnej przegród budowlanych zostały zawarte w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie<sup>2</sup>. Zmiany legislacyjne były implementacją ogłoszonej w 2002 roku Dyrektywy 2002/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków<sup>3</sup>. W Dyrektywie opublikowano informację, że udział sektora budownictwa w całkowitym zużyciu energii Unii Europejskiej wynosi 40% i wykazuje dużą tendencję wzrostu. Wraz z wejściem w życie Dyrektywy EPDP rozpoczęła się era promowania i wspierania efektywności energetycznej w celu zminimalizowania zauważanych skutków tak dużego wpływu na środowisko sektorów o wysokich wskaźnikach energochłonności.

Pierwsza Dyrektywa EPDP wprowadziła między innymi system świadectw charakterystyki energetycznej, oceny i certyfikacji energetycznej budynków. Działania te miały wspierać transformację energetyczną w sektorze budowlanym. Warunki Techniczne, z dnia 6 listopada 2008 r., będące implementacją Dyrektywy 2002/91/WE, wprowadziły do przepisów polskich po raz pierwszy wskaźnik nieodnawialnej energii pierwotnej EP [kWh/(m<sup>2</sup>rok)], określający roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz chłodzenia.

Kolejnym krokiem dla minimalizacji konsumpcji energii nieodnawialnej w sektorze budownictwa oraz wzrostu wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych było przyjęcie i ogłoszenie przez Komisję Europejską Recastu (poprawy) pierwszej Dyrektywy EPDP. Była to ogłoszona w 2010 roku Dyrektywa 2010/31/UE<sup>4</sup>.

W tym dokumencie, będącym równocześnie podstawą do opracowania niniejszego raportu została wprowadzona definicja nowego standardu budynków, czyli budynków o niemal zerowym zużyciu energii (tzw. nZEB ang. nearly zero energy building). Zgodnie z definicją, taki standard oznacza budynek o bardzo wysokiej charakterystyce energetycznej, w którym znaczna część

---

<sup>1</sup> PN-EN ISO 6946: 2008 Komponenty budowlane i elementy budynku -- Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła -- Metoda obliczania

<sup>2</sup> Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie

<sup>3</sup> Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2002/91/WE z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (Dyrektywa EPDP).

<sup>4</sup> Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (Dz. Urz. UE L 153 z 18 czerwca 2010)



energii powinna pochodzić ze źródeł odnawialnych. Zgodnie z postanowieniami Dyrektywy podjęte działania służące ograniczeniu zużycia energii w Unii Europejskiej, towarzyszące wzrostowi zużycia energii ze źródeł odnawialnych pozwoliłyby Unii na realizację postanowień protokołu z Kioto do Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu (UNFCCC)<sup>5</sup>, na dotrzymanie jej długoterminowego zobowiązania do utrzymania poziomu wzrostu globalnej temperatury poniżej 2°C oraz zobowiązania do ograniczenia łącznych emisji gazów cieplarnianych.

Jak zapisano w Dyrektywie 2010/31/UE mniejsze zużycie energii oraz zwiększone wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych mają również duże znaczenie dla zwiększenia bezpieczeństwa dostaw energii, wspierania rozwoju technicznego, a także dla tworzenia możliwości zatrudnienia i rozwoju regionalnego, zwłaszcza na obszarach wiejskich. Dyrektywa ustanowiła wymagania między innymi w zakresie:

- a) wspólnych ram ogólnych dla metodologii obliczania zintegrowanej charakterystyki energetycznej budynków i modułów budynków;
- b) zastosowania minimalnych wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej wobec nowych budynków i nowych modułów budynków;
- c) zastosowania minimalnych wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej wobec:
  - podlegających ważniejszej renowacji budynków istniejących, modułów budynków oraz elementów budynków;
  - wobec elementów budynków stanowiących część przegród zewnętrznych i mających istotny wpływ na charakterystykę energetyczną przegród zewnętrznych budynku w sytuacji, gdy elementy te są modernizowane lub wymieniane; oraz
  - wobec systemów technicznych budynku, jeżeli są one instalowane, wymieniane lub modernizowane;
- d) krajowych planów mających na celu zwiększenie liczby budynków o niemal zerowym zużyciu energii;
- e) certyfikacji energetycznej budynków lub modułów budynków;
- f) regularnych przeglądów systemów ogrzewania i klimatyzacji w budynkach; oraz
- g) niezależnych systemów kontroli świadectw charakterystyki energetycznej i sprawozdań z przeglądu.

Termin wejścia w życie nowego standardu budynków nZEB został ustanowiony na:

- a) 31 grudnia 2020 r. dla wszystkich nowych budynków,
- b) 31 grudnia 2018 r. dla wszystkich nowych budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będące ich własnością.

Określenie parametrów budynków nZEB pozostawiono państwom członkowskim UE, dając w tym celu narzędzie w postaci Rozporządzenia Delegowanego nr 244/2012 z 16 stycznia 2012 r. uzupełniającego Dyrektywę 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i ustanawiające ramy metodologii porównawczej do celów obliczania optymalnego pod

---

<sup>5</sup> Protokół z Kioto do Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu. Kioto.1997.12.11. - Dz.U.2005.203.1684 Online: <https://sip.lex.pl/akty-prawne/dzu-dziennik-ustaw/protokol-z-kioto-do-ramowej-konwencji-narodow-zjednoczonych-w-sprawie-17224351> (accessed on May 1, 2021)

względem kosztów poziomu wymagań minimalnych dotyczących charakterystyki energetycznej budynków i elementów budynków<sup>6 i 7</sup>.

Zgodnie z założeniami obydwu dokumentów budynek w standardzie nZEB to taki, w przypadku, którego obliczone koszty całkowite, liczone zgodnie z metodologią LCC (uwzględniające koszty inwestycyjne, eksploatacyjne oraz rozbiórki czy wymiany elementów) w okresie obliczeniowym 30 lat w przypadku budynków mieszkalnych, są najmniejsze (optymalne). Dla obliczonego całkowitego kosztu minimalnego należy wyznaczyć wartość wskaźnika nieodnawialnej Energii Pierwotnej EP [kWh/(m<sup>2</sup>rok)]. Wartość tak obliczonego wskaźnika EP, należy uznać za wymaganie minimalne standardu nZEB obowiązujące w danym kraju członkowskim UE. Podobne podejście dotyczy wyznaczania wartości minimalnych dla wymagań cząstkowych dotyczących izolacyjności cieplnej przegród, zdefiniowanych jako współczynnik przenikania ciepła U [W/(m<sup>2</sup>K)].

Wyniki obliczeń oraz zastosowane dane wejściowe i przyjęte założenia powinny być zgłaszane Komisji w ramach sprawozdań zgodnie z art. 5 ust. 2 dyrektywy 2010/31/UE w regularnych odstępach czasu nieprzekraczających pięciu lat. Sprawozdania te pozwolą KE na dokonanie oceny i sporządzenie sprawozdania na temat postępów państw członkowskich na drodze do ustalenia minimalnych wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej na poziomie optymalnym pod względem kosztów.

Implementacją Dyrektywy 2010/31/UE do prawodawstwa krajowego w Polsce było wprowadzenie Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r.<sup>8</sup> oraz późniejsze Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 17 lipca 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie<sup>9</sup>. W Warunkach Technicznych z 2013, 2015 a także z 2022<sup>10</sup> w paragrafie 328 określono, że dla budynków muszą być spełnione wymagania minimalne dotyczące rocznego obliczeniowego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP [kWh/(m<sup>2</sup>rok)], obliczoną według przepisów dotyczących obliczania charakterystyki energetycznej budynku oraz wymagania minimalne izolacyjności cieplnej przegród określonej przez współczynnik przenikania ciepła U [W/(m<sup>2</sup>K)] obliczone również tą metodą. Minimalne wymagania dla EP [kWh/(m<sup>2</sup>rok)] zostały zawarte w Warunkach Technicznych w § 329, natomiast minimalne wymagania dla współczynnika U [W/(m<sup>2</sup>K)] w pkt. 2.1. załącznika nr 2 do Rozporządzenia. Paragraf § 328 odnosi się również do budynków podlegających przebudowie. Dla takich budynków wymagania uznaje się za spełnione, jeżeli przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku podlegającego przebudowie odpowiadają wymaganiom minimalnym dotyczącym minimalnych poziomów izolacyjności cieplnej.

<sup>6</sup> ROZPORZĄDZENIE DELEGOWANE KOMISJI (UE) NR 244/2012 z dnia 16 stycznia 2012 r.

<sup>7</sup> Wytoczne uzupełniające rozporządzenie delegowane Komisji (UE) nr 244/2012 z dnia 16 stycznia 2012 r. uzupełniające dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i ustanawiające ramy metodologii porównawczej do celów obliczania optymalnego pod względem kosztów poziomu wymagań minimalnych dotyczących charakterystyki energetycznej budynków i elementów budynków

<sup>8</sup> Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r.

<sup>9</sup> Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 17 lipca 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie

<sup>10</sup> Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 31 stycznia 2022 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz.U. 2022 poz. 248)

W Rozporządzeniu z 2013 roku wprowadzono stopniowe zaostrzenie przepisów dotyczących izolacyjności cieplnej przegród budowlanych  $U$  [ $W/(mK)$ ] oraz wskaźnika nieodnawialnej energii pierwotnej EP [ $kWh/(m^2rok)$ ]. Nowe wartości miały zacząć obowiązywać od 2014, 2017 oraz 2020 roku. Według Rozporządzenia Budynek, który spełnia wymagania minimalne określone w ust. 1, na dzień 31 grudnia 2020 r., a w przypadku budynku zajmowanego przez organ wymiaru sprawiedliwości, prokuraturę lub organ administracji publicznej i będącego jego własnością – na dzień 1 stycznia 2019 r., jest budynkiem o niskim zużyciu energii, czyli w nomenklaturze UE budynkiem o standardzie nZEB.

Zgodnie z Dyrektywą 2010/31/UE oraz Rozporządzeniem delegowanym Komisji (UE) nr 244/2012 co pięć lat od wprowadzenia założeń standardu nZEB, należy przeprowadzać obliczenia czy przyjęte parametry standardu nZEB są optymalne pod względem kosztów poziomu wymagań minimalnych dotyczących charakterystyki energetycznej budynków i elementów budynków, z uwzględnieniem rozwoju rynków materiałów budowlanych. Raporty strony Polskiej zostały zgłoszone do Komisji Europy, w ramach raportowania dotyczących dwukrotnie.

Niniejszy raport stanowi kolejne sprawdzenie czy rozwój rynku materiałów budowlanych, instalacji technicznego wyposażenia budynków oraz technologii budowania w Polsce odpowiada przyjętym w Warunkach Technicznych założeniom standardu nZEB oraz czy te wymagania minimalne są optymalne z punktu widzenia kosztu całkowitego LCC. Celem niniejszej analizy było zatem przeprowadzenie przeglądu obowiązujących krajowych przepisów określających minimalne wymagania dotyczące charakterystyki energetycznej budynków pod kątem ich ewentualnej aktualizacji przy uwzględnieniu postępu technicznego w sektorze budowlanym, zgodnie z art. 4 ust. 1 akapit 6 dyrektywy 2010/31/UE.

We wstępie warto wspomnieć o planowanych przyszłych działaniach krajów członkowskich Unii Europejskiej. 19 czerwca 2018 r. w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej opublikowano dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/844 z 30 maja 2018 r.<sup>11</sup> zmieniającą dyrektywę 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej<sup>12</sup>. Nowa dyrektywa weszła w życie 9 lipca 2018 r. Dyrektywa EPBD 2018/844 wprowadziła zmiany w kilku głównych obszarach:

- Nowa Dyrektywa wprowadziła nowe wymagania dotyczące Długoterminowej Strategii Renowacji. Zgodnie z tym artykułem państwa członkowskie mają obowiązek ustanowienia długoterminowej strategii wspierania renowacji istniejących zasobów budynków mieszkalnych i niemieszkalnych, w tym zarówno publicznych, jak i prywatnych tak, aby do 2050 r. osiągnąć ich wysoką efektywność energetyczną odpowiadającą standardowi budynków o niemal zerowym zużyciu energii (standard nZEB).
- Nowa dyrektywa EPBD kładzie nacisk na promocję pojazdów elektrycznych i stacji obsługi takich pojazdów. W przypadku budynków mieszkalnych, zarówno nowych, jak i poddawanych renowacji, Dyrektywa wymaga zapewnienia odpowiedniej infrastruktury,

---

<sup>11</sup> Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/844 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej (Tekst mający znaczenie dla EOG)

<sup>12</sup> Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej, zmiany dyrektyw 2009/125/WE i 2010/30/UE oraz uchylecia dyrektyw 2004/8/WE i 2006/32/WE (Tekst mający znaczenie dla EOG)

umożliwiającej na późniejszym etapie zainstalowanie okablowania i punktów ładowania pojazdów elektrycznych.

- Dyrektywa rozszerza definicję systemów technicznych budynków o systemy automatyki i sterowania w budynku, systemy wytwarzające energię elektryczną na miejscu i systemy wykorzystujące energię ze źródeł odnawialnych. Dyrektywa EPBD wprowadziła opcjonalny system oceny budynków pod kątem ich zdolności do gotowości obsługi sieci inteligentnych (ang. SRI, smart readiness indicator). Wskaźnik oceniający gotowość budynku do obsługi inteligentnych sieci pokrywa trzy główne obszary wpływające zarówno na komfort użytkownika budynku, jak i poprawę efektywności energetycznej.
- Zgodnie z dyrektywą 2018/844, państwa członkowskie UE powinny dostosować krajowe metody określania charakterystyk energetycznych budynków do całego zestawu nowych norm powiązanych z dyrektywą.<sup>13</sup>

Dyrektywa EPDP to nie jedyny dokument definiujący założenia na przyszłość.

Najnowszym dokumentem transformacji europejskiej jest dokument Fit for 55 pakiet regulacji klimatycznych, który obejmuje 13 aktów legislacyjnych (zarówno zupełnie nowe prawa, jak też nowelizacje istniejących dyrektyw). Został zaproponowany przez Komisję Europejską 14 lipca 2021 r. jako jedno z „narzędzi” Europejskiego Zielonego Ładu.

Pakiet klimatyczny Fit for 55 państwa członkowskie i Parlament Europejski przyjąć mają w 2023 r. Negocjacje w sprawie przyjęcia pakietu trwają w KE już od 2019 roku. W czerwcu 2019 roku Rada Europejska przyjęła nowy program strategiczny UE na lata 2019–2024. Wśród kluczowych priorytetów znalazło się budowanie neutralnej klimatycznie, ekologicznej, sprawiedliwej i socjalnej Europy. W grudniu 2019 roku RE zatwierdziła cel w postaci neutralności klimatycznej do 2050 r. W grudniu 2020 roku Rada osiągnęła porozumienie w sprawie podejścia ogólnego względem projektu europejskiego prawa klimatycznego i zatwierdziła nowy cel redukcyjny zakładający, że do roku 2030 r. emisje gazów cieplarnianych w UE spadną o przynajmniej 55% w porównaniu z rokiem 1990.

Europejskie prawo klimatyczne ma przede wszystkim przetożyć na język przepisów cel polegający na osiągnięciu przez UE neutralności klimatycznej do 2050 r. W czerwcu 2021 roku RE zatwierdziła unijną strategię „Fala renowacji”. Z uwagi na fakt, że budynki pochłaniają 40% energii w UE i powodują 36% energo pochodnych emisji gazów cieplarnianych, Strategia „Fala renowacji” ma zintensyfikować renowację budynków w UE, po to by skłonić sektor budowlany do współudziału w zaplanowanej przez UE na 2050 r. neutralności klimatycznej oraz zapewnić sprawiedliwą i uczciwą transformację ekologiczną. Rada zaaprobowała w konkluzjach cel strategii, którym jest co najmniej podwojenie do 2030 r. wskaźników renowacji energetycznych w UE, a przy tym walka z ubóstwem energetycznym, tworzenie nowych miejsc pracy oraz promowanie gospodarki o obiegu zamkniętym.

W czerwcu 2022 RE przyjęła stanowiska negocjacyjne (podejścia ogólne) w sprawie dwóch projektów ustawodawczych z pakietu „Fit to 55”, które dotyczą aspektu energetycznego transformacji klimatycznej UE. Chodzi o dyrektywę o energii ze źródeł odnawialnych i dyrektywę o efektywności energetycznej. W październiku 2022 Rada wypracowała porozumienie (podejście

<sup>13</sup> Witczak, K. Nowa dyrektywa EPBD dotycząca efektywności energetycznej budynków. Mater. Bud. 2019, 1

ogólne) w sprawie proponowanej zmiany dyrektywy o charakterystyce energetycznej budynków. Zmiana służy przede wszystkim temu, by:

- do 2030 r. wszystkie nowe budynki były bezemisyjne,
- do 2050 r. istniejące budynki zostały przekształcone w budynki bezemisyjne.

Rada uznała, że tylko zmniejszenie emisji – dzięki większej efektywności energetycznej lub mniejszemu zużyciu energii pozwoli do 2050 r. osiągnąć neutralność klimatyczną.<sup>14</sup>

Ustanowienie parametrów budynków nZEB w każdym kraju członkowskim UE na odpowiednim poziomie jest więc priorytetem pozwalającym na osiągnięcie tak ambitnych celów.

---

<sup>14</sup> <https://www.consilium.europa.eu/pl/policies/green-deal/timeline-european-green-deal-and-fit-for-55/>

### 3 Definicje i symbole występujące w opracowaniu

---

**Budynek o niemal zerowym zapotrzebowaniu na energię (NZEB)** – zgodnie z definicją zawartą w Dyrektywie 2010/31/UE budynek o niemal zerowym zużyciu energii oznacza budynek o bardzo wysokiej charakterystyce energetycznej (określonej zgodnie z załącznikiem 1). Niemal zerowa lub bardzo niska ilość wymaganej energii powinna pochodzić w bardzo wysokim stopniu z energii ze źródeł odnawialnych, w tym energii ze źródeł odnawialnych wytwarzanej na miejscu lub w pobliżu.

**Poziom optymalny pod względem kosztów** – zgodnie z Dyrektywą 2010/31/UE oznacza optymalny poziom charakterystyki energetycznej charakteryzujący się najlepszym wynikiem ekonomicznym uzyskanym w trakcie szacunkowego ekonomicznego cyklu życia budynku lub jego elementu.

**Budynek referencyjny** – budynek przyjęty na potrzeby metodologii obliczania optymalnych kosztów, zgodnie z załącznikiem III do dyrektywy 2010/31/UE i załącznikiem I pkt. 1 do Rozporządzenia Delegowanego Komisji (UE) nr 244/2012 z dn. 16 stycznia 2012 r. Głównym celem określenia budynków referencyjnych jest reprezentowanie typowych i średnich budynków w danym państwie członkowskim.

**Obiekt budowlany** – budynek, budowla bądź obiekt małej architektury, wraz z instalacjami zapewniającymi możliwość użytkowania obiektu zgodnie z jego przeznaczeniem, wzniesiony z użyciem wyrobów budowlanych (Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane)<sup>15</sup>.

**Budynek** – obiekt budowlany, który jest trwale związany z gruntem, wydzielony na przestrzeni za pomocą przegród budowlanych oraz posiada fundamenty i dach (Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane).

**Budynek mieszkalny jednorodzinny** – (domek jednorodzinny, willa, dom jednorodzinny wolnostojący, dom jednorodzinny w zabudowie bliźniaczej, bliźniak) – budynek wolnostojący albo budynek w zabudowie bliźniaczej, szeregowej lub grupowej, służący zaspokajaniu potrzeb mieszkaniowych, stanowiący konstrukcyjnie samodzielną całość, w którym dopuszcza się wydzielenie nie więcej niż dwóch lokali mieszkalnych albo jednego lokalu mieszkalnego i lokalu użytkowego o powierzchni całkowitej nieprzekraczającej 30% powierzchni całkowitej budynku (Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane).

**Budynek mieszkalny wielorodzinny** – budynek mieszkalny inny niż budynek mieszkalny jednorodzinny w rozumieniu ustawy o Prawie Budowlanym (Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane).

**Budynek zamieszkania zbiorowego** – budynek przeznaczony do okresowego pobytu ludzi, w szczególności hotel, motel, pensjonat, dom wypoczynkowy, dom wycieczkowy, schronisko młodzieżowe, schronisko, internat, dom studencki, budynek koszarowy, budynek zakwaterowania na terenie zakładu karnego, aresztu śledczego, zakładu poprawczego, schroniska dla nieletnich, a także budynek do stałego pobytu ludzi, w szczególności dom dziecka, dom rencistów i dom zakonny (Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane).

**Budynek użyteczności publicznej** – budynek przeznaczony na potrzeby administracji publicznej, wymiaru sprawiedliwości, kultury, kultu religijnego, oświaty, szkolnictwa wyższego, nauki,

---

<sup>15</sup> Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. 1994 Nr 89 poz. 414)

wychowania, opieki zdrowotnej, społecznej lub socjalnej, obsługi bankowej, handlu, gastronomii, usług, w tym usług pocztowych lub telekomunikacyjnych, turystyki, sportu, obsługi pasażerów w transporcie kolejowym, drogowym, lotniczym, morskim lub wodnym śródlądowym, oraz inny budynek przeznaczony do wykonywania podobnych funkcji; za budynek użyteczności publicznej uznaje się także budynek biurowy lub socjalny.

**Budynek gospodarczy** – budynek przeznaczony do niezawodowego wykonywania prac warsztatowych oraz do przechowywania materiałów, narzędzi, sprzętu i płodów rolnych służących mieszkańcom budynku mieszkalnego, budynku zamieszkania zbiorowego, budynku rekreacji indywidualnej, a także ich otoczenia, a w zabudowie zagrodowej przeznaczony również do przechowywania środków produkcji rolnej i sprzętu oraz płodów rolnych.

**Świadectwo charakterystyki energetycznej** – dokument, który określa wielkość zapotrzebowania na energię niezbędną do zaspokojenia potrzeb związanych z użytkowaniem budynku lub części budynku, czyli energii na potrzeby ogrzewania i wentylacji, przygotowania ciepłej wody użytkowej, chłodzenia, a w przypadku budynków niemieszkalnych również oświetlenia.

**Efektywność energetyczna** – stosunek uzyskanej wielkości efektu użytkowego danego obiektu, urządzenia technicznego lub instalacji, w typowych warunkach ich użytkowania lub eksploatacji, do ilości zużycia energii przez ten obiekt, urządzenie techniczne lub instalację, albo w wyniku wykonanej usługi niezbędnej do uzyskania tego efektu.

**Izolacyjność cieplna** – stopień ochrony budynku przed stratami ciepła przez przegrody wyrażony przez współczynnik przenikania ciepła  $U$  (również  $k$ ,  $K$ ) [ $W/(m^2K)$ ].

**Ciepło** – to jedna z form przekazywania energii pomiędzy układem a otoczeniem na skutek istniejącej pomiędzy nimi różnicy temperatury.

**Energia cieplna** – jedna z form energii, która zmagazynowana jest w atomach lub cząsteczkach ciała poruszających się bezładnym ruchem. Energią cieplną zasilane są systemy techniczne w budynku służące do ogrzewania oraz chłodzenia, przygotowania c.w.u. oraz wentylacji.

**Energia elektryczna** – energia zdolnych do wykonania pracy ładunków elektrycznych zawartych w ciele. Energia elektryczna zasila systemy techniczne w budynku służące do ogrzewania oraz chłodzenia, przygotowania c.w.u. oraz wentylacji a także urządzenia pomocnicze.

**Źródło energii** – źródło, z którego może być wyprodukowana lub odzyskana użyteczna energia, bezpośrednio lub poprzez proces konwersji lub transformacji.

**Nośnik energii** – substancja lub zjawisko, które mogą zostać wykorzystane do wytwarzania pracy mechanicznej lub ciepła lub w celu realizacji procesów chemicznych lub fizycznych.

**Granica systemu** – granica obejmująca wszystkie obszary związane z budynkiem (zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz budynku), w których zużywana lub produkowana jest energia.

**Zapotrzebowanie na energię do ogrzewania lub chłodzenia** – ciepło, które musi być dostarczone lub usunięte, aby w pomieszczeniu o regulowanych parametrach utrzymać określoną temperaturę w danym okresie.

**Zapotrzebowanie na energię do przygotowania ciepłej wody użytkowej** – ciepło, które musi być dostarczone na potrzeby niezbędnej ilości ciepłej wody, aby podnieść jej niską temperaturę sieciową do ustalonej wcześniej temperatury dostawy w punkcie odbioru.

**Zużycie energii na ogrzewanie lub chłodzenie pomieszczeń lub w celu przygotowania ciepłej wody** – energia dostarczona do systemu grzewczego, systemu chłodzenia lub systemu gorącej wody w celu zaspokojenia zapotrzebowania na energię niezbędną do, odpowiednio, ogrzewania, chłodzenia lub przygotowania ciepłej wody.

**Zużycie energii na wentylację** – energia elektryczna dostarczona do systemu wentylacji w celu przemieszczania powietrza i odzyskiwania ciepła (nie licząc energii dostarczonej w celu wstępnego ogrzania powietrza).

**Zużycie energii na oświetlenie** – energia elektryczna dostarczona do systemu oświetlenia.

**Energia eksportowana** – energia, wyrażona dla każdego nośnika energii, dostarczona przez system techniczny budynku przez granice systemu i wykorzystana poza granicą systemu.

**Energia pierwotna** – jest to energia użyta do wytworzenia energii dostarczanej do budynku. Oblicza się ją na podstawie dostarczonych i eksportowanych ilości nośników energii, z wykorzystaniem współczynników konwersji energii pierwotnej. Energia pierwotna obejmuje energię nieodnawialną i energię odnawialną. Jeśli uwzględnia się obydwa rodzaje energii, można ją nazwać całkowitą energią pierwotną.

**EP [kWh/(m<sup>2</sup>rok)]** – wskaźnik, który wyraża wielkość rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną niezbędną do zaspokajania potrzeb związanych z użytkowaniem budynku, odniesioną do 1 m<sup>2</sup> powierzchni użytkowej, podaną w kWh/(m<sup>2</sup>rok). Zapotrzebowanie na nieodnawialną energią pierwotną określa efektywność całkowitą budynku. Uwzględnia ona obok energii końcowej, dodatkowe nakłady nieodnawialnej energii pierwotnej na dostarczenie do granicy budynku każdego wykorzystanego nośnika energii (np. oleju opałowego, gazu, energii elektrycznej, energii odnawialnych itp.).

**EK [kWh/(m<sup>2</sup>rok)]** – Wskaźnik EK wyraża zapotrzebowanie na energię końcową dla ogrzewania. Wskaźnik wyraża energię cieplną, elektryczną i energią pomocniczą, które należy dostarczyć do granicy systemu grzewczego (budynek) o danej sprawności, aby pokryć zapotrzebowanie na ciepło użyteczne do ogrzewania i wentylacji pomieszczeń oraz niezbędne do potrzeb bytowych, higienicznych i gospodarskich.

**EU [kWh/(m<sup>2</sup>rok)]** – Wskaźnik rocznego jednostkowego zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji. Określa energię cieplną, elektryczną do ogrzewania, chłodzenia, c.w.u. i wentylacji, oraz dla budynków użyteczności publicznej - oświetlenia wbudowanego, bez względu na rodzaj i sprawność urządzenia grzewczego.

**U** – ( $U$ , również symbol –  $k$ ,  $K$ ) [**W/(m<sup>2</sup>K)**] – współczynnik określany dla przegród, umożliwiający obliczanie ciepła przenikającego przez przegrodę, a także porównywanie własności cieplnych przegród budowlanych. Im niższa wartość współczynnika, tym lepszy poziom izolacji.

**R [m<sup>2</sup>K/W]** – opór cieplny, odwrotność współczynnika przenikania ciepła  $U$ . Opór cieplny kilku warstw materiałów przylegających do siebie (bez pustki powietrznej), jest sumą oporów cieplnych poszczególnych warstw materiałów.

**$\lambda$  [W/(m<sup>\*</sup>K)]** – współczynnik przewodzenia ciepła, określający własności cieplne materiałów budowlanych.



**WT94** – Rozporządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 14 grudnia 1994 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie<sup>16</sup>.

**WT97** – Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 30 września 1997 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie WT, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie<sup>17</sup>.

**WT02** – Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2002 r. nr 75, poz. 690)<sup>18</sup>

**WT04** – Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie<sup>19</sup>

**WT08** – Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie<sup>20</sup>

**WT13** – Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie<sup>21</sup>

**WT15** – Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 17 lipca 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie<sup>22</sup>

**WT2021** – Wymagania prawne dotyczące izolacyjności cieplnej przegród oraz wskaźnika zapotrzebowania na energię w nowych i modernizowanych budynkach określone w – Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

---

<sup>16</sup> Rozporządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 14 grudnia 1994 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 1995 nr 10 poz. 46)

<sup>17</sup> Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dn 30 września 1997 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 132 poz. 878)

<sup>18</sup> Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2002 r. nr 75, poz. 690)

<sup>19</sup> Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm)

<sup>20</sup> Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm)

<sup>21</sup> Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm)

<sup>22</sup> Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 17 lipca 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U.2015, poz.1422)

**Symbole i jednostki wykorzystane w opracowaniu:**

Lp.	Symbol	Jednostka	Nazwa
1.	U	[W/(m <sup>2</sup> K)]	Współczynnik przenikania ciepła
2.	$\lambda$	[W/(mK)]	Obliczeniowy współczynnik przewodzenia ciepła
3.	R	[m <sup>2</sup> K/W]	Opór cieplny
4.	EP	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	Wskaźnik nieodnawialnej energii pierwotnej
5.	EU	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	Wskaźnik energii użytkowej
6.	EK	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	Wskaźnik energii końcowej
7.	A <sub>f</sub>	[m <sup>2</sup> ]	Powierzchnia użytkowa ogrzewana budynku
8.	A <sub>f,C</sub>	[m <sup>2</sup> ]	Powierzchnia użytkowa chłodzona budynku
9.	n <sub>50</sub>	[1/h]	Krotność wymiany powietrza dotycząca całego budynku wynikająca z różnicy ciśnień między wnętrzem a otoczeniem równiej 50 Pa

#### 4 Przegląd przepisów określających minimalne wymagania określone w rozporządzeniu ministra infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

Polska Ustawa o charakterystyce energetycznej budynków<sup>23</sup> oraz Ustawa z dnia 7 października 2022 r. o zmianie ustawy o charakterystyce energetycznej budynków oraz ustawy – Prawo budowlane<sup>24</sup> dotyczy:

- 1) zasad sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej;
- 2) zasad kontroli systemu ogrzewania i systemu klimatyzacji w budynkach;
- 3) zasad prowadzenia centralnego rejestru charakterystyki energetycznej budynków;
- 4) sposobu opracowania krajowego planu działań mającego na celu zwiększenie liczby budynków o niskim zużyciu energii.

W rozdziale 2 Ustawy określono zasady sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej. W art. 10. określono co musi zawierać świadectwo charakterystyki energetycznej. W art. 15. określono, że Minister właściwy do spraw budownictwa, planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa określa, w drodze rozporządzenia, metodologię wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku, sposób sporządzania oraz wzory świadectw charakterystyki energetycznej. W rozdziale 5 określono zasady tworzenia Krajowego planu działań mającego na celu zwiększenie liczby budynków o niskim zużyciu energii. Krajowy plan działań zawiera w szczególności definicję budynków o niskim zużyciu energii oraz ich szczegółowe cechy<sup>25</sup>.

Dyrektywa 2010/31/UE, w art. 9 zawiera zapis dotyczący głównego celu wdrożenia standardu budynków o niskim zużyciu energii (nZEB) w krajach członkowskich Unii Europejskiej. Zgodnie z zapisami Dyrektyw kraje członkowskie przyjęły termin wdrożenia standardu nZEB, określony jako:

- do dnia 31 grudnia 2020 r. wszystkie nowe budynki były budynkami o niemal zerowym zużyciu energii oraz,
- po dniu 31 grudnia 2018 r. nowe budynki zajmowane przez władze publiczne oraz będące ich własnością były budynkami o niemal zerowym zużyciu energii.

W rozdziale 2 Krajowego planu, który stanowi wprowadzenie do tematu, oceniono strukturę budynków, zarówno istniejących, jak i nowo wybudowanych, wraz z wyszczególnieniem ich zapotrzebowania na energię. Szczególną uwagę zwrócono na gospodarstwa domowe, które są jednym z głównych konsumentów energii w Polsce. Przedstawiono też, jak na przestrzeni ostatnich lat zmieniały się wymagania izolacyjności cieplnej i oszczędności energii w budynkach. Kluczowym elementem Krajowego planu jest zdefiniowanie budynków o niskim zużyciu energii w Polsce przy uwzględnieniu stanu istniejącej zabudowy oraz możliwych do osiągnięcia i jednocześnie uzasadnionych ekonomicznie środków poprawy efektywności energetycznej. Definicja ta została opracowana i przedstawiona w rozdziale 3 dokumentu.

<sup>23</sup> Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (Dz.U. 2014 poz. 1200)

<sup>24</sup> Ustawa z dnia 7 października 2022 r. o zmianie ustawy o charakterystyce energetycznej budynków oraz ustawy – Prawo budowlane (Dz.U. 2022 poz. 2206)

<sup>25</sup> Krajowy Plan mający na celu zwiększenie liczby budynków o niskim zużyciu energii

W rozdziale 4 Krajowego planu omówiono cel główny oraz cele pośrednie związane z poprawą efektywności energetycznej budynków, wraz z harmonogramem ich osiągnięcia, wsparciu, wskazanym w kolejnych punktach rozdziału. Przedstawiono charakterystykę działań, głównie administracji rządowej, podejmowanych w celu promowania budynków o niskim zużyciu energii, w tym w zakresie projektowania, budowy i przebudowy budynków w sposób zapewniający ich energooszczędność oraz zwiększenia pozyskania energii ze źródeł odnawialnych w nowych oraz istniejących budynkach. W rozdziale omówiono zmiany przepisów wpływających na efektywność energetyczną budynków, wskazano też szereg dostępnych mechanizmów finansowych i innych działań, zwłaszcza poszerzających wiedzę społeczeństwa z omawianej dziedziny. Ponadto odniesiono się do kwestii promowania wykorzystania odnawialnych źródeł energii w budynkach, potrzeby poprawy stanu technicznego zabudowy istniejącej oraz wskazano na aspekt kompleksowego podejścia do efektywności energetycznej. Rozdział 5 zawiera podsumowanie tematu oraz przedstawienie wniosków, a rozdział 6 określa wykaz źródeł, z których korzystano przy opracowywaniu dokumentu

### **Definicja „budynek o niskim zużyciu energii”**

Przez „budynek o niskim zużyciu energii” należy rozumieć budynek, spełniający wymogi związane z oszczędnością energii i izolacyjnością cieplną zawarte w przepisach techniczno-budowlanych, o których mowa w art. 7 ust. 1 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (Dz. U. z 2013 r. poz. 1409, z późn. zm.)<sup>26</sup>, tj. w szczególności dział X oraz załącznik nr 2 do rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690, z późn. zm.)<sup>27</sup>, obowiązujące od 1 stycznia 2021 r., a dla budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością – od 1 stycznia 2019 r.

Poziom wymagań minimalnych przedstawiony w dziale X oraz załączniku nr 2 do rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, zwanego dalej „rozporządzeniem z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie”, ustalono w oparciu o rozporządzenie delegowane Komisji (UE) nr 244/2012 z dnia 16 stycznia 2012 r. uzupełniające dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i ustanawiające ramy metodologii porównawczej do celów obliczania optymalnego pod względem kosztów poziomu wymagań minimalnych dotyczących charakterystyki energetycznej budynków i elementów budynków (Dz. Urz. UE L 81 z 21.03.2012, str. 18, z późn. zm.) i wskazano, jako optymalny pod względem ekonomicznym.

Zgodnie z definicją budynków o niskim zużyciu energii w Obwieszczeniu<sup>28</sup> w dziale X „Oszczędność energii i izolacyjność cieplna” w § 328 określono, dokładne założenia budynków o niskim zużyciu energii jako: budynek i jego instalacje ogrzewcze, wentylacyjne, klimatyzacyjne, ciepłej wody użytkowej, a w przypadku budynków użyteczności publicznej, zamieszkania zbiorowego,

<sup>26</sup> Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (Dz. U. z 2013 r. poz. 1409, z późn. zm.)

<sup>27</sup> Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690, z późn. zm.)

<sup>28</sup> Obwieszczenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 15 kwietnia 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie

produkcyjnych, gospodarczych i magazynowych – również oświetlenia wbudowanego, powinny być zaprojektowane i wykonane w sposób zapewniający spełnienie następujących wymagań minimalnych.

Dla budynków nowoprojektowanych są to wymagania:

- 1) wartość wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP [kWh/(m<sup>2</sup>·rok)], obliczona według przepisów wydanych na podstawie art. 15 ustawy z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (Dz. U. z 2021 r. poz. 497), jest mniejsza lub równa wartości maksymalnej obliczonej zgodnie ze wzorem, o którym mowa w § 329 ust. 1 lub 3;
- 2) przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku odpowiadają przynajmniej wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w załączniku nr 2 do rozporządzenia.

Spełnienie obydwu wymagań dla budynków nowych jest obowiązkowe.

Dla budynku podlegającego przebudowie, wymagania minimalne uznaje się za spełnione, jeżeli:

- 1) przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku podlegające przebudowie odpowiadają przynajmniej wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w załączniku nr 2 do rozporządzenia.

Określono również, że budynek, który spełnia wymagania minimalne określone w ust. 1, na dzień 31 grudnia 2020 r., a w przypadku budynku zajmowanego przez organ wymiaru sprawiedliwości, prokuraturę lub organ administracji publicznej i będącego jego własnością – na dzień 1 stycznia 2019 r., jest budynkiem o niskim zużyciu energii.

Dodatkowe wymaganie stanowi, że budynek powinien być zaprojektowany i wykonany w taki sposób, aby ograniczyć ryzyko przegrzewania budynku w okresie letnim. Wymagania te uznaje się za spełnione, jeżeli okna oraz inne przegrody przeszklone i przezroczyste odpowiadają przynajmniej wymaganiom określonym w pkt 2.1.1. załącznika nr 2 do rozporządzenia

W § 329 określono sposób wyznaczania maksymalnej wartości wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP [kWh/(m<sup>2</sup>·rok)], jako obliczonej zgodnie ze wzorem:

$$EP = EP_{H+W} + \Delta EP_C + \Delta EP_L,$$

gdzie:

$EP_{H+W}$  – cząstkowa wartość wskaźnika EP na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej,

$\Delta EP_C$  – cząstkowa wartość wskaźnika EP na potrzeby chłodzenia,

$\Delta EP_L$  – cząstkowa wartość wskaźnika EP na potrzeby oświetlenia.

**Tab. 1 Częstkowe wartości wskaźnika EP na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej**

Lp.	Rodzaj budynku	Częstkowe wartości wskaźnika EP na potrzeby ogrzewania, wentylacji i przygotowania c.w.u. $EP_{H+W}$ [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	
		Od 1 stycznia 2017 r.	Od 31 grudnia 2020 r <sup>*)</sup>
1	2	3	
1	Budynek mieszkalny: a) Jednorodzinny b) Wielorodzinny	95 85	70 65
2	Budynek zamieszkania zbiorowego	85	75
3	Budynek użyteczności publicznej: a) Opieki zdrowotnej b) Pozostałe	290 60	190 45
4	Budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny	90	70

<sup>\*)</sup> od 1 stycznia 2019 r. – w przypadku budynku zajmowanego przez organ wymiaru sprawiedliwości, prokuraturę lub organ administracji publicznej i będącego jego własnością.

Źródło: Rozporządzeniu ministra infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie

**Tab. 2 Częstkowe wartości wskaźnika EP na potrzeby chłodzenia**

Lp.	Rodzaj budynku	Częstkowe wartości wskaźnika EP na potrzeby chłodzenia $EP_C$ [kWh/(m <sup>2</sup> rok)] <sup>*)</sup>	
		Od 1 stycznia 2017 r.	Od 31 grudnia 2020 r <sup>**)</sup>
1	2	3	
1	Budynek mieszkalny: a) Jednorodzinny b) Wielorodzinny	$\square EP_C = 10 A_{f,C}/A_f$	$\square EP_C = 5 A_{f,C}/A_f$
2	Budynek zamieszkania zbiorowego	$\square EP_C = 25 A_{f,C}/A_f$	$\square EP_C = 25 A_{f,C}/A_f$
3	Budynek użyteczności publicznej: a) Opieki zdrowotnej b) Pozostałe		
4	Budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny		

gdzie:

$A_f$  – powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (ogrzewana lub chłodzona), określona zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 15 ustawy z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków [m<sup>2</sup>]

$A_{f,C}$  – powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (chłodzona), określona zgodnie z ww. przepisami [m<sup>2</sup>].

<sup>\*)</sup> Jeżeli budynek posiada instalację chłodzenia, w przeciwnym przypadku  $\square EP_C = 0$  [kWh/(m<sup>2</sup>rok)]

<sup>\*\*)</sup> od 1 stycznia 2019 r. – w przypadku budynku zajmowanego przez organ wymiaru sprawiedliwości, prokuraturę lub organ administracji publicznej i będącego jego własnością.

Źródło: Rozporządzeniu ministra infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie

**Tab. 3 Częstkowe wartości wskaźnika EP na potrzeby oświetlenia**

Lp.	Rodzaj budynku	Częstkowe wartości wskaźnika EP na potrzeby oświetlenia $EP_L$ [kWh/(m <sup>2</sup> rok)] <sup>*)</sup>	
		Od 1 stycznia 2017 r.	Od 31 grudnia 2020 r. <sup>**)</sup>
1	2	3	
1	Budynek mieszkalny: c) Jednorodzinny d) Wielorodzinny	<input type="checkbox"/> $EP_L = 0$	<input type="checkbox"/> $EP_L = 0$
2	Budynek zamieszkania zbiorowego	Dla $t_0 < 2\,500$ <input type="checkbox"/> $EP_L = 50$	Dla $t_0 < 2\,500$ <input type="checkbox"/> $EP_L = 25$
3	Budynek użyteczności publicznej: c) Opieki zdrowotnej d) Pozostałe	Dla $t_0 \geq 2\,500$ <input type="checkbox"/> $EP_L = 100$	Dla $t_0 \geq 2\,500$ <input type="checkbox"/> $EP_L = 50$
4	Budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny		
<sup>*)</sup> Jeżeli w budynku należy uwzględnić oświetlenie wbudowane, w przeciwnym przypadku <input type="checkbox"/> $EP_L = 0$ [kWh/(m <sup>2</sup> rok)] <sup>**)</sup> od 1 stycznia 2019 r. – w przypadku budynku zajmowanego przez organ wymiaru sprawiedliwości, prokuraturę lub organ administracji publicznej i będącego jego własnością.			

*Źródło: Rozporządzeniu ministra infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie*

W przypadku budynku o różnych funkcjach użytkowych maksymalną wartość wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP oblicza się zgodnie z poniższym wzorem:

$$EP = \sum_i (EP_i \cdot Af_{,i}) / \sum_i Af_{,i}; \text{ [kWh/(m}^2 \cdot \text{rok)]}$$

gdzie:

$EP_i$  – wartość wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP dla części budynku o jednolitej funkcji użytkowej o powierzchni  $Af_{,i}$ , obliczona zgodnie ze wzorem zawartym w ust. 1,

$Af_{,i}$  – powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (ogrzewana lub chłodzona) dla części budynku o jednolitej funkcji użytkowej, określona zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 15 ustawy z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków.

### **Wymagania izolacyjności cieplnej**

W załączniku nr 2 podano wymagania izolacyjności cieplnej i inne wymagania związane z oszczędnością energii.

W Tab. 4 Wartości współczynnika przenikania ciepła przegród budynku podano wartości współczynnika przenikania ciepła  $U_c$  ścian, dachów, stropów i stropodachów dla wszystkich rodzajów budynków, uwzględniające poprawki ze względu na pustki powietrzne w warstwie izolacji, łączniki mechaniczne przechodzące przez warstwę izolacyjną oraz opady na dach o odwróconym układzie warstw, obliczone zgodnie z Polskimi Normami<sup>29</sup> dotyczącymi obliczania oporu cieplnego i współczynnika przenikania ciepła oraz przenoszenia ciepła przez grunt, nie mogą być większe niż wartości  $U_{C(max)}$  określone w Tab. 4 Wartości współczynnika przenikania ciepła przegród budynku.

<sup>29</sup> PN-EN ISO 6946:2017-10 - Komponenty budowlane i elementy budynku -- Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła -- Metody obliczania

**Tab. 4 Wartości współczynnika przenikania ciepła przegród budynku**

Lp.	Rodzaj przegrody i temperatura w pomieszczeniu	Współczynnik przenikania ciepła $U_{C(max)}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	
		Od 1 stycznia 2017 r.	Od 31 grudnia 2020 r. <sup>*)</sup>
1	2	3	
1	Ściany zewnętrzne: a) Przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ b) Przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$ c) Przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	0,23 0,45 0,90	0,20 0,45 0,90
2	Ściany wewnętrzne: a) Przy $t_i \geq 8^\circ\text{C}$ oraz oddzielające pomieszczenia ogrzewane od klatek schodowych i korytarzy b) Przy $t_i < 8^\circ\text{C}$ c) Oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	1,00 Bez wymagań 0,30	1,00 Bez wymagań 0,30
3	Ściany przyległe do szczelin dylatacyjnych o szerokości: a) Do 5 cm, trwale zamkniętych i wypełnionych izolacją cieplną na głębokości co najmniej 20 cm b) Powyżej 5 cm, niezależnie od przyjętego sposobu zamknięcia i zaizolowania szczeliny	1,00 0,70	1,00 0,70
4	Ściany nieogrzewanych kondygnacji podziemnych	Bez wymagań	Bez wymagań
5	Dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami: a) Przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ b) Przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$ c) Przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	0,18 0,30 0,80	0,15 0,30 0,70
6	Podłogi na gruncie: a) Przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ b) Przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$ c) Przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	0,30 1,20 1,50	0,30 1,20 1,50
7	Stropy nad pomieszczeniami nieogrzewanymi i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi: a) Przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ b) Przy $8^\circ\text{C} \leq t_i < 16^\circ\text{C}$ c) Przy $t_i < 8^\circ\text{C}$	0,25 0,30 1,00	0,25 0,30 1,00
8	Stropy nad ogrzewanymi pomieszczeniami podziemnymi i stropy międzykondygnacyjne: a) Przy $t_i \geq 8^\circ\text{C}$ b) Przy $t_i < 8^\circ\text{C}$ c) Oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	1,00 Bez wymagań 0,25	1,00 Bez wymagań 0,25

Pomieszczenie ogrzewane – pomieszczenie, w którym na skutek działania systemu ogrzewania lub w wyniku bilansu strat i zysków ciepła utrzymywana jest temperatura, której wartość została określona w § 134 ust. 2 rozporządzenia.  
 $t_i$  – temperatura pomieszczenia ogrzewanego zgodnie z § 134 ust. 2 rozporządzenia.  
<sup>\*)</sup> od 1 stycznia 2019 r. – w przypadku budynku zajmowanego przez organ wymiaru sprawiedliwości, prokuraturę lub organ administracji publicznej i będącego jego własnością.

Źródło: Rozporządzeniu ministra infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie



Wartości współczynnika przenikania ciepła  $U$  okien, drzwi balkonowych, drzwi zewnętrznych i powierzchni przezroczystych nieotwieralnych, dla wszystkich rodzajów budynków, nie mogą być większe niż wartości  $U_{(max)}$  określone w poniższej tabeli:

**Tab. 5 Wartości współczynnika przenikania ciepła stolarki okiennej i drzwiowej**

Lp.	Okna, drzwi balkonowe i drzwi zewnętrzne	Współczynnik przenikania ciepła $U_{(max)}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	
		Od 1 stycznia 2017 r.	Od 31 grudnia 2020 r.*)
1	2	3	
1	Okna (z wyjątkiem okien połaciowych), drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne: a) Przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ b) Przy $t_i < 16^\circ\text{C}$	1,1 1,6	0,9 1,4
2	Okna połaciowe: a) Przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ b) Przy $t_i < 16^\circ\text{C}$	1,3 1,6	1,1 1,4
3	Okna w ścianach wewnętrznych: a) Przy $t_i \geq 8^\circ\text{C}$ b) Przy $t_i < 8^\circ\text{C}$ c) Oddzielające pomieszczenie ogrzewane	1,3 Bez wymagań 1,3	1,1 Bez wymagań 1,1
4	Drzwi w przegrodach zewnętrznych lub w przegrodach między pomieszczeniami ogrzewanymi i nieogrzewanymi	1,5	1,3
5	Okna i drzwi zewnętrzne w przegrodach zewnętrznych pomieszczeń nieogrzewanych	Bez wymagań	Bez wymagań
<p>Pomieszczenie ogrzewane – pomieszczenie, w którym na skutek działania systemu ogrzewania lub w wyniku bilansu strat i zysków ciepła utrzymywana jest temperatura, której wartość została określona w § 134 ust. 2 rozporządzenia.  <math>t_i</math> – temperatura pomieszczenia ogrzewanego zgodnie z § 134 ust. 2 rozporządzenia.            *) od 1 stycznia 2019 r. – w przypadku budynku zajmowanego przez organ wymiaru sprawiedliwości, prokuraturę lub organ administracji publicznej i będącego jego własnością.</p>			

Źródło: Rozporządzeniu ministra infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie

Dopuszcza się dla budynku produkcyjnego, magazynowego i gospodarczego większe wartości współczynnika  $U$  niż  $U_{C(max)}$  oraz  $U_{(max)}$  jeżeli uzasadnia to rachunek efektywności ekonomicznej inwestycji, obejmujący koszty budowy i eksploatacji budynku.

## 5 Charakterystyka aktualnych przepisów określających minimalne wymagania w wybranych krajach UE

### 5.1 Niemcy

#### Wprowadzenie

Kompleksowe podejście do efektywności energetycznej budynków zostało po raz pierwszy wprowadzone w Niemczech w 2002 roku wraz z rozporządzeniem o oszczędzaniu energii (EnEV1). EnEV zastąpił przepisy dotyczące izolacji cieplnej budynków (WschV2) i wymagań systemowych dla centralnego ogrzewania (HeizAnIV3), które obowiązywały od 25 lat. Na potrzeby nowego rozporządzenia opracowano metodę obliczania zapotrzebowania na ciepło budynku jako krajowy standard wstępny, bazującą głównie na dawnej normie europejskiej EN 832. W celu wdrożenia dyrektywy EPBD, dyrektywy 2002/91/WE, niemiecki instytut normalizacyjny DIN opracował i opublikował w 2005 r. normę obliczeniową DIN V 185994 dotyczącą całkowitej charakterystyki energetycznej budynków, która obejmuje szeroki zakres sposobów użytkowania - oprócz ogrzewania, wentylacji i ciepłej wody użytkowej – także chłodzenie, oświetlenie i współdziałanie komponentów oraz usługi budowlane.

Drugie wydanie tej normy, opublikowane w 2007 r., było stosowane jako obowiązkowa metoda obliczeniowa dla budynków niemieszkalnych. Dwa lata później wymagania dotyczące efektywności energetycznej zostały zastrzeżone rozporządzeniem o oszczędzaniu energii z 2009 roku. W tym samym czasie procent wykorzystania OZE dla nowych budynków został prawnie wprowadzony ustawą o ogrzewaniu z wykorzystaniem odnawialnych energii odnawialnych (EEWärmeG6), która została zmieniona w 2011 r. w celu rozszerzenia wymagań w przypadku większych remontów budynków publicznych.

Rozporządzenie o oszczędzaniu energii (EnEV) 2013 wdrożyło nowe wymagania dyrektywy EPBD 2010/31/EU. Wymagania dla wszystkich nowych budynków (wniosek o pozwolenie na budowę) weszły w życie od 1 stycznia 2016 roku. Wymagania te są powiązane z obowiązkowymi metodami obliczeniowymi (DIN V 18599: 2011-12 oraz alternatywnie dla budynków mieszkalnych bez AC (active cooling/aktywne chłodzenie) stara metoda wg DIN V 4701-10: 2003-08). W celu ułatwienia stosowania tych dwóch różnych metod dla budynków mieszkalnych i szerokiego zakresu schematów użytkowania w strefach budynków niemieszkalnych, wprowadzono wymagania dla budynku referencyjnego. Uproszczona metoda wykorzystująca podejście do budynków modelowych, mająca zastosowanie do szerokiego zakresu budynków mieszkalnych, weszła w życie w 2016 r.

Najnowsza Ustawa „Gesetz zur Vereinheitlichung des Energieeinsparrechts für Gebäude und zur Änderung weiterer Gesetze. Vom 8. August 2020“ ujednolicająca prawo dotyczące oszczędzania energii dla budynków i zmieniająca inne przepisy z dnia 8 sierpnia 2020 r. służy implementacji dyrektyw:

- Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (wersja przekształcona) (Dz.U. L 153 z 18.6.2010, s. 13; L 155 z 22.06.2010, s. 61)
- Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/844 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków oraz dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej (Dz.U. L 156 z 19.6.2018, s. 75)

- Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2002 z dnia 11 grudnia 2018 r. zmieniającej dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej (Dz.U. L 328 z 21.12.2018, s. 210)
- Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (wersja przekształcona) (Dz.U. L 328 z 21.12.2018, s. 82).

Ustawa składa się z 9 działów oraz 11 załączników.

### **Wymagania minimalne**

W dziale 2 „Wymagania dla budynków” w § 10 jest zapis o wymaganiach minimalnych, jakie muszą zostać spełnione:

- 1) Każdy, kto buduje budynek, musi go zbudować jako budynek o niemal zerowym zużyciu energii zgodnie z ust. 2.
- 2) Budynek powinien być wykonany w taki sposób, aby:
  - a. łączne zapotrzebowanie na energię do ogrzewania, przygotowania ciepłej wody użytkowej, wentylacji i chłodzenia, w przypadku budynków niemieszkalnych również do oświetlenia wbudowanego, nie przekracza odpowiedniej wartości maksymalnej określonej zgodnie z § 15 lub § 18,
  - b. uniknąć strat energii podczas ogrzewania i chłodzenia poprzez zastosowanie izolacji cieplnej zgodnie z § 16 lub § 19 oraz
  - c. zapotrzebowanie na energię do ogrzewania i chłodzenia jest przynajmniej częściowo pokryte przez wykorzystanie odnawialnych źródeł energii zgodnie z § 34 do 45.

Wymagania dotyczące budowy budynku zgodnie z niniejszą ustawą nie obowiązują, o ile ich spełnienie stoi w sprzeczności z innymi przepisami prawa publicznego dotyczącymi stabilności, ochrony przeciwpożarowej, ochrony przed hałasem, bezpieczeństwa i higieny pracy lub ochrony zdrowia. W przypadku wznoszonego budynku niemieszkalnego wymóg wynikający z ust. 2 pkt 3 nie dotyczy stref budynku o wysokości pomieszczeń większej niż 4 m, które są ogrzewane za pomocą wentylatorów zdecentralizowanych lub systemów ogrzewania promiennikowego. Wymóg wynikający z ust. 2 pkt 3 nie ma zastosowania do budynku służącego celom obrony narodowej, o ile jego spełnienie jest sprzeczne z istotą i głównym celem obrony narodowej.

### **Szczegółowy opis paragrafów związanych z wymaganiami nZEB w Niemczech**

W § 15 „Całkowite zapotrzebowanie na energię” określono, że budynek mieszkalny przeznaczony do realizacji powinien być wykonany w taki sposób, aby roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną do ogrzewania, przygotowania ciepłej wody użytkowej, wentylacji i chłodzenia nie przekraczało 0,75 wartości rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną budynku referencyjnego o takiej samej geometrii, powierzchni użytkowej budynku i orientacji jak budynek przeznaczony do realizacji, który jest zgodny z technicznym projektem referencyjnym z załącznika nr 1. Oraz maksymalna wartość rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną budynku mieszkalnego, który ma być wybudowany zgodnie z ust. 1, należy obliczyć zgodnie z odpowiednimi paragrafami dotyczącymi sposobu obliczeń.

W § 18 określono, że budynek niemieszkalny, który ma być wybudowany, powinien być wykonany w taki sposób, aby roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną do ogrzewania, przygotowania ciepłej wody użytkowej, wentylacji, chłodzenia i oświetlenia wbudowanego nie przekraczało 0,75 wartości rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną, w oparciu o powierzchnię użytkową netto, budynku referencyjnego, który ma taką samą geometrię, powierzchnię użytkową netto, orientację i sposób użytkowania, w tym rozmieszczenie jednostek użytkowych, jak budynek, który ma być wybudowany, i odpowiada technicznemu projektowi referencyjnemu z załącznika nr 2.

Techniczny projekt referencyjny z załącznika nr 2 nr 1.13 do 9 należy uwzględnić tylko w takim zakresie, w jakim jeden z wymienionych w nim systemów jest realizowany w budowanym budynku.

Maksymalna wartość rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną zgodnie z podsekcją 1) budynku niemieszkalnego, który ma zostać wybudowany, oblicza się zgodnie z odpowiednimi paragrafami. Jeżeli budynek niemieszkalny, który ma zostać wybudowany, jest podzielony na różne sposoby użytkowania w celu obliczenia rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną i jeżeli procedura obliczeniowa zgodnie z art. 21 ust. 1 i 2 wraz z odpowiednimi warunkami brzegowymi jest stosowana w odniesieniu do różnych sposobów użytkowania, podział ze względu na sposób użytkowania oraz zastosowana procedura obliczeniowa i warunki brzegowe są takie same w przypadku budynku referencyjnego, jak i budynku, który ma zostać wybudowany. W przedmiarze dopuszcza się różnice wynikające z projektu technicznego budowanego budynku w zakresie wyposażenia technicznego i doprowadzenia światła dziennego.

W § 16 „Termoizolacja” określono, że nowy budynek mieszkalny powinien być wykonany w taki sposób, aby maksymalna wartość jednostkowych strat ciepła na przenikanie, związanych z powierzchnią obudowy przenoszącą ciepło, nie przekraczała 1,0-krotności odpowiedniej wartości budynku referencyjnego.

W § 19 określono, że wznoszony budynek niemieszkalny powinien być skonstruowany w taki sposób, aby nie zostały przekroczone maksymalne wartości średnich współczynników przenikania ciepła powierzchni obudowy przenoszącej ciepło, określone w załączniku 3.

Ponadto Ustawa w § 11 określa wymagania minimalnej izolacji termicznej zgodnie z DIN 4108- 2: 2013-02 i DIN 4108-3: 2018-10.

W § 12 „mostki termiczne” określono, że budynek musi być wzniesiony w taki sposób, aby wpływ konstrukcyjnych mostków termicznych na roczne zapotrzebowanie na ciepło był jak najmniejszy, zgodnie z uznanymi zasadami techniki i środkami, które są ekonomicznie uzasadnione w każdym indywidualnym przypadku. W § 13 „szczelność” określono, że budynek musi być wzniesiony w taki sposób, aby powierzchnia przenosząca ciepło wraz z fugami była trwale uszczelniona, zgodnie z uznanymi zasadami techniki. Przepisy prawa publicznego dotyczące minimalnej wymiany powietrza wymaganej do celów zdrowotnych i grzewczych pozostają nienaruszone. W § 14 „Letnia ochrona przed upałem” są podane zasady ochrony pomieszczeń przed przegrzewaniem.

W § 22 czynniki energii pierwotnej określono, w jaki sposób należy przyjmować wartości dla wskaźników nieodnawialnej energii pierwotnej z załącznika 4.

W § 48 przedstawiono wymagania dotyczące budynku istniejącego lub budynku w przypadku przebudowy.

Jeżeli zewnętrzne elementy budynku, określone w załączniku 7, są odnawiane, wymieniane lub instalowane po raz pierwszy w ogrzewanych lub chłodzonych pomieszczeniach budynku, środki te przeprowadza się w taki sposób, aby dotknięte obszary zewnętrznych elementów budynku nie przekraczały współczynników przenikania ciepła określonych w załączniku 7. Nie dotyczy to zmian elementów zewnętrznych, które nie wpływają na więcej niż 10 procent całkowitej powierzchni danej grupy elementów budynku. Jeżeli właściciel budynku mieszkalnego, w którym znajdują się nie więcej niż dwa lokale mieszkalne, dokonuje zmian w budynku w rozumieniu zdania 1 i 2, a obliczenia przeprowadzane są dla całego budynku zgodnie z art. 50 ust. 1 i 2, właściciel musi przeprowadzić konsultację informacyjną z osobą upoważnioną do wydawania świadectw charakterystyki energetycznej zgodnie z art. 88 przed zleceniem usług planistycznych, jeżeli taka konsultacja jest oferowana bezpłatnie jako usługa indywidualna. Kto chce wykonać prace w budynku lub w budynku w rozumieniu zdania 3 dla właściciela na zasadzie działalności gospodarczej, powinien przy składaniu oferty zwrócić uwagę na piśmie na obowiązek przeprowadzenia konsultacji.

W Sekcji 4 „Wykorzystanie energii odnawialnych do ogrzewania i chłodzenia w budynku, który ma zostać wybudowany”, w której odniesiono się do konieczności spełnienia pkt 3) dla nZEB, czyli zapotrzebowanie na energię do ogrzewania i chłodzenia jest przynajmniej częściowo pokryte przez wykorzystanie odnawialnych źródeł energii” określono zasady wykorzystania Odnawialnych Źródeł Energii w rozdziale na różne źródła.

W § 35 „Wykorzystanie słonecznych systemów grzewczych” określono, że wymóg wynikający z art. 10 ust. 2 pkt 3 jest spełniony, jeżeli co najmniej 15 procent zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia jest pokrywane przez wykorzystanie energii promieniowania słonecznego za pomocą systemów słonecznych.

W § 36 Zastosowanie energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii wymóg wynikający z art. 10 ust. 2 pkt 3 jest spełniony, jeżeli co najmniej 15 procent zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia jest pokrywane przez wykorzystanie energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii.

W § 37 „Wykorzystanie energii geotermalnej lub ciepła środowiskowego” wymóg wynikający z art. 10 ust. 2 pkt 3 jest spełniony, jeżeli co najmniej 50 procent zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia jest pokrywane przez wykorzystanie energii geotermalnej, ciepła ze środowiska lub ciepła odpadowego ze ścieków, które jest technicznie wykorzystywane za pomocą pomp ciepła napędzanych energią elektryczną lub paliwami kopalnymi.

W § 38 „Wykorzystanie biomasy stałej” określono, że wymóg z sekcji 10 podsekcja (2) numer 3 jest spełniony, jeśli co najmniej 50 procent zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia jest pokrywane przez wykorzystanie biomasy stałej zgodnie z podsekcją (2). Biomasa musi być wykorzystywana w kotle na biomasę lub piec na biomasę z automatycznym zasilaniem, w którym czynnikiem przekazującym ciepło jest woda,

W § 39 Wykorzystanie płynnej biomasy określono, że wymóg z sekcji 10(2)(3) jest spełniony, jeśli co najmniej 50 procent zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia jest pokrywane przez wykorzystanie biomasy płynnej zgodnie z podsekcjami (2) i (3). Utylizacja musi odbywać się w elektrociepłowni lub w kotle kondensacyjnym.

W § 40 Wykorzystanie biomasy gazowej wymóg z sekcji 10 podsekcja (2) numer 3 jest spełniony, jeśli wykorzystanie biomasy gazowej zgodnie z podsekcjami (2) do (4) pokrywa co najmniej część zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia zgodnie z podsekcją (2) zdanie 2. Wykorzystanie musi nastąpić w wysokosprawnej elektrociepłowni w rozumieniu § 2 nr 8a ustawy o elektrociepłowniach lub w kotle kondensacyjnym. Co najmniej 30 procent zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia musi być pokryte, jeśli jest ona wykorzystywana w elektrociepłowni zgodnie ze zdaniem 1, lub co najmniej 50 procent w przypadku zastosowania w kotle kondensacyjnym.

W § 41 Zastosowanie chłód z odnawialnych źródeł energii wymóg z § 10 ust. 2 nr 3 jest spełniony, jeżeli zapotrzebowanie na energię do ogrzewania i chłodzenia jest pokrywane przez zastosowanie chłodzenia z odnawialnych źródeł energii zgodnie z ust. 2 do 4 przynajmniej w zakresie udziału zgodnie ze zdaniem 2. Odpowiedni udział to udział mający zastosowanie zgodnie z sekcjami 35-40 do energii odnawialnej, z której wytwarzane jest chłodzenie. Jeżeli chłodzenie jest wytwarzane w systemie chłodzenia termicznego poprzez bezpośrednie dostarczanie ciepła, odpowiedni udział to ten, który ma zastosowanie również w przypadku wytwarzania czystego ciepła z tego samego źródła energii. Jeżeli chłodzenie odbywa się bezpośrednio poprzez wykorzystanie ciepła geotermalnego lub środowiskowego, decydujący jest udział, który obowiązuje również w przypadku wytwarzania ciepła z tego źródła energii. Stosuje się 50 procent zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia.

W § 42 Wykorzystanie ciepła odpadowego określono, że zamiast pokrywać część zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia za pomocą energii odnawialnych, wymóg wynikający z sekcji 10 ust. 2 pkt 3 może być również spełniony poprzez pokrycie co najmniej 50 procent zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia bezpośrednio lub za pomocą pomp ciepła poprzez wykorzystanie ciepła odpadowego zgodnie z podsekcjami (2) i (3).

W § 43 „Wykorzystanie skojarzonej produkcji ciepła i energii elektrycznej” określono, że zamiast proporcjonalnego pokrycia zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia poprzez zastosowanie energii odnawialnych, wymóg z § 10 ust. 2 nr 3 może być również spełniony poprzez co najmniej 50% zapotrzebowania na energię cieplną i chłodniczą jest pokrywane przez wykorzystanie ciepła z wysokosprawnej kogeneracji, lub co najmniej 40% zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia jest pokrywane przez wykorzystanie ciepła z systemu grzewczego wykorzystującego ogniwa paliwowe.

W § 44 „Ogrzewanie lub chłodzenie lokalne” określono, że ciepło lub chłodzenie rozprowadzane w sieci grzewczej lub chłodniczej jako całość musi dochodzić do

- 1) znacznego udziału z odnawialnych źródeł energii,
- 2) co najmniej 50 procent z instalacji do wykorzystania ciepła odpadowego,
- 3) co najmniej 50 procent z elektrociepłowni lub
- 4) co najmniej 50 procent poprzez połączenie środków określonych w pkt 1-3.

W Tab. 6 podano parametry techniczne projektu technicznego budynku referencyjnego dla budynków mieszkalnych.

**Tab. 6 Parametry techniczne projektu technicznego budynku referencyjnego dla budynków mieszkalnych**

Lp.	Komponenty/systemy	Wzór odniesienia/wartość	
		Charakterystyka (od numerów 1.1 do 4)	
1.1	Ściana zewnętrzna (w tym elementy wyposażenia, takie jak skrzynki roletowe), strop kondygnacji z dostępem powietrza zewnętrznego	Współczynnik przenikania ciepła	$U = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
1.2	Ściana zewnętrzna przy gruncie, płyta podłogowa, ściany i sufity do pomieszczeń nieogrzewanych	Współczynnik przenikania ciepła	$U = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
1.3	Dach, strop ostatniej kondygnacji, ściany boczne	Współczynnik przenikania ciepła	$U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
1.4	Okna, okna francuskie	Współczynnik przenikania ciepła	$U_w = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
		Całkowita przepuszczalność energii przeszklenia	Obliczając wg <ul style="list-style-type: none"> <li>DIN V 4108-6: 2003-06: <math>g_{\perp} = 0,60</math></li> <li>DIN V 18599-2: 2018-09: <math>g = 0,60</math></li> </ul>
1.5	Świetliki, dachy szklane	Współczynnik przenikania ciepła	$U_w = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
		Całkowita przepuszczalność energii przeszklenia	Obliczając wg <ul style="list-style-type: none"> <li>DIN V 4108-6: 2003-06: <math>g_{\perp} = 0,60</math></li> <li>DIN V 18599-2: 2018-09: <math>g = 0,60</math></li> </ul>
1.6	Świetliki	Współczynnik przenikania ciepła	$U_w = 2,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
		Całkowita przepuszczalność energii przeszklenia	Obliczając wg <ul style="list-style-type: none"> <li>DIN V 4108-6: 2003-06: <math>g_{\perp} = 0,64</math></li> <li>DIN V 18599-2: 2018-09: <math>g = 0,64</math></li> </ul>
1.7	Drzwi zewnętrzne; drzwi przed nieogrzewanymi pomieszczeniami	Współczynnik przenikania ciepła	$U = 1,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
2	Elementy według numerów 1.1 do 1.7	Naddatek na mostek termiczny	$\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
3	Zyski ciepła słonecznego przez nieprzezroczyste komponenty	Jak budynek, który ma zostać zbudowany	

4	Szczelność przegród budowlanych	Wartość znamionowa $n_{50}$	Przy obliczaniu wg <ul style="list-style-type: none"> <li>• DIN V 4108-6: 2003-06: mit Dichtheitsprüfung</li> <li>• DIN V 18599-2: 2018-09: nach Kategorie I</li> </ul>
5	Urządzenie przeciwstłoneczne	Brak ochrony przeciwstłonecznej	
6	System grzewczy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wytwarzanie ciepła przez kotły kondensacyjne (ulepszone, w obliczeniach zgodnie z § 20 ust. 1 po 1994 r.), gaz ziemny, <ul style="list-style-type: none"> <li>– dla budynków o powierzchni użytkowej do 500 m<sup>2</sup> w obrębie przegród termicznych</li> <li>– dla budynków o powierzchni użytkowej powyżej 500 m<sup>2</sup> poza przegrodą termiczną</li> </ul> </li> <li>• Temperatura projektowa 55/45°C, centralny system dystrybucji w obrębie powierzchni przenoszącej ciepło, przewody wewnętrzne i przewody łączące, standardowe długości przewodów zgodnie z DIN V 4701-10: 2003-08 Tabela 5.3-2, pompa projektowana na żądanie (sterowana, <math>\Delta p</math> const.), sieć rurociągów wyłącznie statycznie równoważona hydraulicznie</li> <li>• Przenoszenie ciepła ze swobodnymi statycznymi powierzchniami grzewczymi, rozmieszczenie na normalnej ścianie zewnętrznej, zawory termostatyczne o zakresie proporcjonalności 1 K zgodnie z DIN V 4701-10: 2003-08 lub regulator P (nie certyfikowany) zgodnie z DIN V 18599-5 : 2018-09</li> </ul>	
7	System ogrzewania wody	<ul style="list-style-type: none"> <li>• centralne ogrzewanie wodne</li> <li>• wspólne wytwarzanie ciepła z systemem grzewczym wg nr 6</li> <li>• przy obliczaniu zgodnie z § 20 ust. 1:</li> </ul> <p>Ogólne warunki brzegowe zgodnie z DIN V 18599-8: 2018-09 Tabela 6, instalacja solarna z kolektorem płaskim po 1998 roku i zasobnik zaprojektowany zgodnie z DIN V 18599-8: 2018-09 rozdział 6.4.3 przy obliczaniu zgodnie z § 20 ust. 2:</p> <p>Instalacja solarna z kolektorem płaskim tylko do podgrzewania wody pitnej zgodnie ze specyfikacją DIN V 4701-10: 2003-08 Tabela 5.1-10 z zasobnikiem pośrednio ogrzewanym (stojącym), taka sama instalacja jak wytwornica ciepła,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Mały system solarny o AN ≤ 500 m<sup>2</sup> (biwalentny zasobnik solarny)</li> <li>– duży system solarny o AN &gt; 500 m<sup>2</sup></li> </ul>	



		<ul style="list-style-type: none"> <li>System dystrybucji z cyrkulacją w obrębie powierzchni wymiennika ciepła, linie wewnętrzne, wspólna ściana instalacyjna, standardowe długości linii zgodnie z DIN V 4701-10: 2003-08 Tabela 5.1-2</li> </ul>
8	Chłodzenie	Brak chłodzenia
9	Wentylacja	<ul style="list-style-type: none"> <li>Centralny system wywiewny, nie sterowany na żądanie ze sterowanym wentylatorem DC,</li> <li>DIN V 4701: 2003-08: System wymiany powietrza nA = 0,4 h<sup>-1</sup></li> <li>DIN-V 18599-10: 2018-09: minimalna wymiana powietrza zewnętrznego związana z użytkowaniem: 0,55 h<sup>-1</sup></li> </ul>
10	Automatyka budynkowa	Klasa C zgodnie z DIN V 18599-11: 2018-09

Źródło: Gesetz zur Vereinheitlichung des Energieeinsparrechts für Gebäude und zur Änderung weiterer Gesetze. Vom 8. August 2020

W Tab. 7 podano parametry techniczne projektu technicznego budynku referencyjnego dla budynków niemieszkalnych.

**Tab. 7 Parametry techniczne projektu technicznego budynku referencyjnego dla budynków niemieszkalnych**

Lp.	Komponenty/systemy	Charakterystyka (od numerów 1.1 do 1.13)	Wykonanie/Wartość odniesienia (jednostka miary)	
			Docelowe temperatury w pomieszczeniu podczas ogrzewania $\geq 19^{\circ}\text{C}$	Docelowe temperatury w pomieszczeniu podczas ogrzewania od 12 do $< 19^{\circ}\text{C}$
1.1	Ściana zewnętrzna (w tym elementy wyposażenia, takie jak skrzynki roletowe), strop	Współczynnik przenikania ciepła	$U = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

	kondygnacji przed powietrzem z zewnątrz			
1.2	Ściana ostonowa (patrz też nr 1.14)	Współczynnik przenikania ciepła	$U = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U = 1,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
		Całkowita przepuszczalność energii przeszklenia	$g = 0,48$	$g = 0,60$
		Przepuszczalność światła oszklenia	$\tau_{v,D65,SNA} = 0,72$	$\tau_{v,D65,SNA} = 0,78$
1.3	Ściana przy gruncie, płyta podłogowa, ściany i stropy do nieogrzewanych pomieszczeń (z wyjątkiem ścian bocznych wg nr 1.4)	Współczynnik przenikania ciepła	$U = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
1.4	Dach (jeśli nie pod numerem 1.5), sufit górnej kondygnacji, ściany po bokach	Współczynnik przenikania ciepła	$U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
1.5	Szklane dachy	Współczynnik przenikania ciepła	$U_w = 2,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U_w = 2,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
		Całkowita przepuszczalność energii przeszklenia	$g = 0,63$	$g = 0,63$
		Przepuszczalność światła oszklenia	$\tau_{v,D65,SNA} = 0,76$	$\tau_{v,D65,SNA} = 0,76$
1.6	Naświetlenia	Współczynnik przenikania ciepła	$U_w = 2,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U_w = 2,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
		Całkowita przepuszczalność energii przeszklenia	$g = 0,55$	$g = 0,55$
		Przepuszczalność światła oszklenia	$\tau_{v,D65,SNA} = 0,48$	$\tau_{v,D65,SNA} = 0,48$
1.7	Świetliki	Współczynnik przenikania ciepła	$U_w = 2,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U_w = 2,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
		Całkowita przepuszczalność energii przeszklenia	$g = 0,64$	$g = 0,64$
		Przepuszczalność światła oszklenia	$\tau_{v,D65,SNA} = 0,59$	$\tau_{v,D65,SNA} = 0,59$

1.8	Okna, drzwi balkonowe (patrz również nr 1.14)	Współczynnik przenikania ciepła	$U_w = 1,3$ $W/(m^2 \cdot K)$	$U_w = 1,9$ $W/(m^2 \cdot K)$
		Całkowita przepuszczalność energii przeszklenia	$g = 0,60$	$g = 0,60$
		Przepuszczalność światła oszklenia	$\tau_{v,D65,SNA} = 0,78$	$\tau_{v,D65,SNA} = 0,78$
1.9	Świetlik (patrz też nr 1.14)	Współczynnik przenikania ciepła	$U_w = 1,4$ $W/(m^2 \cdot K)$	$U_w = 1,9$ $W/(m^2 \cdot K)$
		Całkowita przepuszczalność energii przeszklenia	$g = 0,60$	$g = 0,60$
		Przepuszczalność światła oszklenia	$\tau_{v,D65,SNA} = 0,78$	$\tau_{v,D65,SNA} = 0,78$
1.10	Drzwi zewnętrzne; drzwi przed nieogrzewanymi pomieszczeniami; Bramy	Współczynnik przenikania ciepła	$U = 1,8$ $W/(m^2 \cdot K)$	$U = 2,9$ $W/(m^2 \cdot K)$
1.11	Elementy w numerach 1.1 i 1.3 do 1.10	Naddatek na mostek termiczny	$\Delta U_{WB} = 0,05$ $W/(m^2 \cdot K)$	$\Delta U_{WB} = 0,1$ $W/(m^2 \cdot K)$
1.12	Szczelność budynku	Kategorie wg DIN V 18599-2: 2018-09 tabela 7	Kategorie I	
1.13	Dopływ światła dziennego z ochroną przed słońcem lub oślepieniem lub z ochroną przed słońcem i oślepieniem	Współczynnik podaży światła dziennego $C_{TL,Vers,SA}$ wg DIN V 18599-4: 2018-09	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brak dostępnej ochrony przed słońcem lub odbłaskami: 0,70</li> <li>• Ochrona przed oślepieniem: 0,15</li> </ul>	

1.14	Urządzenie przeciwśoneczne	<p>W przypadku budynku referencyjnego należy przyjąć rzeczywiste urządzenie przeciwśoneczne budynku, który ma zostać wzniesiony; w razie potrzeby wynika to z wymagań ochrony przed upałem w okresie letnim zgodnie z § 14 lub z wymagań ochrony przed olśnieniem. W przypadku zastosowania w tym celu przeszklenia przeciwśonecznego należy dla tego przeszklenia przyjąć następujące wartości charakterystyczne:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zamiast wartości 1.2 Całkowita przepuszczalność g <math>g = 0,35</math> Przepuszczalność światła <math>t_{v,D65,SNA}</math> <math>t_{v,D65,SNA} = 0,58</math></li> <li>• zamiast wartości 1.8 i 1.9: Całkowita przepuszczalność g <math>g = 0,35</math> Przepuszczalność światła <math>t_{v,D65,SNA}</math> <math>t_{v,D65,SNA} = 0,62</math></li> </ul>
2	Zyski ciepła słonecznego przez nieprzezroczyste komponenty	Podobnie jak w przypadku wznoszonego budynku
3.1	Typ oświetlenia	Bezpośrednie/pośrednie ze statecznikiem elektronicznym i świetlówką liniową
3.2	Sterowanie oświetleniem	<p>Kontrola obecności:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- w strefach użytkowania 4, 15 do 19, 21 i 31*: z czujnikiem obecności</li> <li>- Ponadto: manualna</li> </ul> <p>Stała regulacja światła/sterowanie zależne od światła dziennego:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- w strefach użytkowania 5, 9, 10, 14, 22.1 oraz 22.3, 29, 37 oraz 40*:</li> </ul> <p>Stała kontrola światła zgodnie z DIN V 18599-4: 2018-09 Abschnitt 5.4.6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- w strefach użytkowania 1 bis 4, 8, 12, 28, 31 und 36*: Sterowanie zależne od światła dziennego, rodzaj sterowania „przyciemniony, nie wyłączający się” wg DIN V 18599-4: 2018-09 Sekcja 5.5.4 (w tym stała kontrola światła)</li> <li>- inaczej: ręcznie</li> </ul>
4.1	Ogrzewanie (wysokość pomieszczenia $\leq 4$ m) – generator ciepła	Kocioł kondensacyjny (zmodernizowany, po 1994 r.) wg DIN V 18599-5:2018-09, gaz ziemny, instalacja poza przegrodą termiczną, zawartość wody $> 0,15$ l/kW

4.2	Ogrzewanie (wysokość pomieszczenia $\leq 4$ m) – dystrybucja ciepła	<p>– z ogrzewaniem statycznym i ogrzewaniem powietrza obiegowego (zdecentralizowane dogrzewanie w systemie HVAC): Sieć dwururowa, zewnętrzne linie dystrybucyjne w obszarze nieogrzewanym, wewnętrzne piony, wewnętrzne linie przyłączeniowe, temperatura instalacji 55/45°C, wyłącznie statycznie równoważona hydraulicznie, <math>\Delta p</math> const, pompa projektowana na zamówienie, pompa z pracą przerywaną, brak zaworów przelewowych, w przypadku odniesienia długości rur i temperatury otoczenia należy określić zgodnie z wartościami standardowymi zgodnie z DIN V 18599-5: 2018-09;</p> <p>– z centralą wentylacyjną: Sieć dwururowa, temperatura instalacji 70/55°C, wyłącznie statycznie równoważona hydraulicznie, <math>\Delta p</math> const, pompa projektowana na zamówienie, w przypadku odniesienia należy przyjąć długości i położenie rur jak w budynku wzniesiony.</p>
4.3	Ogrzewanie (wysokość pomieszczenia $\leq 4$ m) – wymiana ciepła	<p>– z ogrzewaniem statycznym: Swobodne powierzchnie grzewcze na ścianie zewnętrznej (przy ustawieniu przed powierzchniami szklanymi z ochroną przed promieniowaniem), wyłącznie statycznie równoważone hydraulicznie, regulator P (nie atestowany), brak energii pomocniczej</p> <p>– z ogrzewaniem powietrzem obiegowym (zdecentralizowane dogrzewanie w systemie HVAC): regulowana zmienna temperatura pomieszczenia, wysoka jakość regulacji.</p>
4.4	Ogrzewanie (wysokość pomieszczenia $> 4$ m)	<p>– zdecentralizowany system grzewczy: wytwornica ciepła zgodnie z DIN V 18599-5: 2018-09 Tabela 52:</p> <p>– zdecentralizowana nagrzewnica powietrza - nie kondensująca – Moc od 25 do 50 kW na urządzenie</p> <p>– źródło energii gaz ziemny</p> <p>– regulacja wydajności 1 (jednostopniowa lub wielostopniowa/modulowana bez regulacji ilości powietrza do spalania) Przenikanie ciepła zgodnie z DIN V 18599-5: 2018-09 tabela 16 i tabela 22:</p> <p>– wentylator promieniowy, wylot poziomy, bez recyrkulacji gorącego powietrza, regulator temperatury pokojowej Regulator P (nie atestowany)</p>
5.1	Gorąca woda – system centralny	<p>Generator ciepła:</p> <p>Ogólne warunki brzegowe zgodnie z DIN V 18599-8:2018-09 tabela 6, układ słoneczny z kolektorem płaskim (po 1998 r.)</p>

		<p>do wyłącznego podgrzewania wody pitnej zgodnie z DIN V 18599-8:2018-09 z wartościami standardowymi według zgodnie z tabelą 19 lub rozdziałem 6.4.3, jednak odbiegając również dla powierzchni netto powyżej 3000 m<sup>2</sup> z centralnym zaopatrzeniem w ciepłą wodę</p> <p>Zapotrzebowanie resztkowe przez generator ciepła systemu grzewczego</p> <p>Akumulacja ciepła:</p> <p>Zbiornik biwalentny ustawiony poza osłoną termiczną zgodnie z DIN V 18599-8: 2018-09 rozdział 6.4.3</p> <p>Dystrybucja ciepła:</p> <p>Z cyrkulacją, dla przypadku odniesienia, długość i położenie rur należy przyjąć jak dla wznoszonego budynku.</p>
5.2	Gorąca woda – system zdecentralizowany	<p>Hydraulicznie sterowany elektryczny przepływowy podgrzewacz wody, jeden kran i długość przewodu 6 metrów na urządzenie w strefach budynku o maksymalnym zapotrzebowaniu na ciepłą wodę 200 Wh/(m<sup>2</sup>·d).</p>
6.1	Technologia wentylacji – system wywiewu	<p>Jednostkowy pobór mocy wentylatora PSFP = 1,0 kW/(m<sup>3</sup>/s)</p>
6.2	Technologia wentylacji – System nawiewny i wywiewny	<p>– Kontrola przepływu powietrza: Jeśli przewidziany jest system nawiewny i wywiewny do stref użytkowania 4, 8, 9, 12, 13, 23, 24, 35, 37 i 40*, to jest to z zależną od zapotrzebowania kategorią przepływu powietrza IDA-C4 według DIN V 18599-7 : 2018-09 sekcja 5.8.1 do interpretacji. – Specyficzny pobór mocy: – wentylator nawiewny PSFP = 1,5 kW/(m<sup>3</sup>/s) – Wentylator wyciągowy PSFP = 1,0 kW/(m<sup>3</sup>/s) Rozszerzone dopłaty PSFP zgodnie z DIN EN 16798-3: 2017-11 sekcja 9.5.2.2 można uwzględnić dla filtrów HEPA, filtrów gazu i elementów odzysku ciepła klasy H2 lub H1 zgodnie z DIN EN 13053:2007-11.</p> <p>– Odzysk ciepła poprzez płytowy wymiennik ciepła:</p> <p>– Stopień zmiany temperatury <math>\eta_{t,comp} = 0,6</math> temperatura powietrza nawiewanego 18 °C</p> <p>Stosunek ciśnień <math>f_p = 0,4</math></p> <p>– Prowadzenie kanału powietrznego: W środku budynku</p> <p>– z funkcją chłodzenia: Interpretacja dla 6/12 °C, brak pośredniego chłodzenia wyparnego</p>

6.3	Technologia wentylacji – nawilżanie powietrza	W przypadku odniesienia należy przyjąć urządzenie do nawilżania powietrza jak w wznoszonym budynku
6.4	Technologia wentylacji – Klimatyzatory tylko powietrzne	Zaprojektowany jako system o zmiennej objętości przepływu sterowany obciążeniem chłodniczym: Stosunek ciśnień: $f_P = 0,4$ Stałe ciśnienie wstępne Kanały powietrzne: wewnątrz budynku
7	Chłodzenie przestrzeni	System chłodniczy: Klimakonwektor na zimną wodę, klima parapetowa Temperatura zimnej wody: 14/18 °C Chłodzenie pomieszczenia obiegu zimnej wody: Przelewowy 10 % Właściwa moc elektryczna dystrybucji, $P_{d,spec} = 30 \text{ W}_{el}/\text{kW}_{Kälte}$ wyważony hydraulicznie, Pompa sterowana, pompa hydraulicznie odsprężana, Postoje sezonowe, nocne i weekendowe zgodnie z DIN V 18599-7: 2018-09, załącznik D
8	Chłodzenie	Producent: Sprężarka tłokowo-przewijająca, przetłaczana wielostopniowa, R134a, chłodzona powietrzem zewnętrznym, bez akumulatora, współczynnik wieku $f_{c,B} = 1,0$ , współczynnik free cooling $f_{FC} = 1,0$ Temperatura zimnej wody: – dla ponad 5000 m <sup>2</sup> powierzchni netto klimatyzowanej powierzchni, w tym celu porcja kondycjonująca 14/18 °C Ponadto: 6/12 °C Generator obiegu zimnej wody z chłodzeniem klimatyzacji: Przelewowy 30 % Właściwa moc elektryczna rozdziału $P_{d,spec} = 20 \text{ W}_{el}/\text{kW}_{Kält}$ zrównoważona hydraulicznie, pompa niesterowana, pompa odsprężana hydraulicznie, Postoje sezonowe oraz nocne i weekendowe wg DIN V 18599-7:2018-09, załącznik D, Dystrybucja poza strefę klimatyzowaną. Zapotrzebowanie na energię pierwotną dla systemu chłodzenia oraz funkcję chłodzenia systemu wentylacji i klimatyzacji można obliczyć tylko na poziomie 50% dla stref użytkowania 1 do 3, 8, 10, 16, 18 do 20 i 31*.
9	Automatyka budynkowa	Klasa C zgodnie z DIN V 18599-11: 2018-09
* Zastosowania zgodnie z tabelą 5 normy DIN V 18599-10: 2018-09.		

Źródło: Gesetz zur Vereinheitlichung des Energieeinsparrechts für Gebäude und zur Änderung weiterer Gesetze. Vom 8. August 2020

W Tab. 8 podano maksymalne wartości średnich współczynników przenikania ciepła powierzchni obudowy przekazującej ciepło (budynki niemieszkalne).

**Tab. 8 Maksymalne wartości średnich współczynników przenikania ciepła powierzchni obudowy przekazującej ciepło (budynki niemieszkalne)**

Numer	Elementy	Maksymalne wartości średnich współczynników przenikania ciepła	
		Strefy z Temperatury zadane w pomieszczeniu w trybie ogrzewania $\geq 19\text{ }^{\circ}\text{C}$	Strefy z Temperatury zadane w pomieszczeniu w trybie ogrzewania od 12 do $< 19\text{ }^{\circ}\text{C}$
1	Nieprzezroczyste elementy zewnętrzne, o ile nie są ujęte w elementach o numerach 3 i 4	$\bar{U} = 0,28\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	$\bar{U} = 0,50\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
2	Przezroczyste elementy zewnętrzne, chyba że są zawarte w elementach nr 3 i 4	$\bar{U} = 1,5\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	$\bar{U} = 2,8\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
3	Ściana osłonowa	$\bar{U} = 1,5\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	$\bar{U} = 3,0\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
4	Dachy szklane, świetliki łukowe, kopuły świetlików	$\bar{U} = 2,5\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	$\bar{U} = 3,1\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

Przy obliczaniu średniej wartości danego elementu budynku należy uwzględnić elementy budynku według ich udziału powierzchniowego. Współczynniki przenikania ciepła elementów budynku względem nieogrzewanych pomieszczeń (z wyjątkiem przestrzeni dachowych) lub gruntu powinny być dodatkowo ważone współczynnikiem 0,5. Przy obliczaniu średniej wartości płyt stropowych przylegających do gruntu nie uwzględnia się powierzchni, które znajdują się w odległości większej niż 5 metrów od zewnętrznej krawędzi budynku. Obliczenia przeprowadza się oddzielnie dla stref o różnych temperaturach zadanych w pomieszczeniu w przypadku ogrzewania.

Do obliczenia współczynnika przenikania ciepła elementów budowlanych przylegających do gruntu stosuje się normę DIN V 18599-2: 2018-09 pkt 6.1.4.3, a dla nieprzezroczystych elementów budowlanych normę DIN 4108-4: 2017-03 w połączeniu z DIN EN ISO 6946: 2008-04. Do obliczenia współczynnika przenikania ciepła przezroczystych elementów budowlanych i ścian osłonowych stosuje się normę DIN 4108-4: 2017-03.

Źródło: Gesetz zur Vereinheitlichung des Energieeinsparrechts für Gebäude und zur Änderung weiterer Gesetze. Vom 8. August 2020



W

Tab. 9 podano wartości wskaźników nieodnawialnej energii pierwotnej.

**Tab. 9 Wskaźniki nieodnawialnej energii pierwotnej**

Numer	Kategoria	Źródło energii	Wskaźniki udziału nieodnawialne energii pierwotnej
1	Paliwa kopalne	Olej opałowy	1,1
2		Gaz ziemny	1,1
3		Gaz płynny	1,1
4		Węgiel kamienny	1,1
5		Węgiel brunatny	1,2
6	Paliwa biogeniczne	Biogaz	1,1
7		Bioolej	1,1
8		Drewno	0,2
9	Ciepło sieciowe	Sieciowe	1,8
10		Wytwarzane w pobliżu budynku (z fotowoltaiki lub energii wiatrowej)	0,0
11		Zastępczy mix energetyczny dla kogeneracji	2,8
12	Ciepło, chłód	Geotermia, geotermia, energia słoneczna, ciepło otoczenia	0,0
13		Chłód gruntowy, chłód otoczenia	0,0
14		Ciepło odpadowe	0,0
15		Ciepło z kogeneracji, zintegrowane z budynkiem lub w pobliżu budynku	zgodnie z procedurą B według DIN V 18599-9: 2018-09 Sekcja 5.2.5 lub DIN V 18599-9: 2018-09 Sekcja 5.3.5.1
16	Odpady komunalne		0,0

Źródło: Gesetz zur Vereinheitlichung des Energieeinsparrechts für Gebäude und zur Änderung weiterer Gesetze. Vom 8. August 2020

W Tab. 10 podano maksymalne wartości współczynników przenikania ciepła zewnętrznych elementów budynku w przypadku przebudowy istniejących budynków.

**Tab. 10 Maksymalne wartości współczynników przenikania ciepła zewnętrznych elementów budynku w przypadku przebudowy istniejących budynków.**

Numer	Odnowienie, wymiana lub pierwszy raz instalacja zewnętrznych elementów budynku	Budynki mieszkalne i strefy	Strefy budynków niemieszkalnych
		Budynki niemieszkalne z temperaturą zadaną w pomieszczeniu $\geq 19\text{ }^{\circ}\text{C}$	o docelowej temperaturze pomieszczenia 12 do $< 19\text{ }^{\circ}\text{C}$
		wartości współczynników przenikania ciepła $U_{\max}$	
Grupa elementów: ściany zewnętrzne			
1a1	Ściany zewnętrzne: – Wymiana lub – pierwszy montaż	$U = 0,24\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U = 0,35\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
1b1, 2	Ściany zewnętrzne: – Montaż okładzin (paneli lub elementów podobnych do paneli), desek, okładzin ściennych lub warstw izolacyjnych na zewnętrznej stronie istniejącej ściany; lub – Odnowienie tynku zewnętrznego istniejącej ściany.	$U = 0,24\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U = 0,35\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Grupa komponentów: Okna, okna francuskie, świetliki, dachy szklane, drzwi zewnętrzne i ściany osłonowe			
2a	Okna i okna francuskie, które uszczelniają się przed powietrzem zewnętrznym: – Wymiana lub wstępna instalacja całego elementu; lub – Montaż dodatkowych okien przednich lub wewnętrznych	$U_w = 1,3\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U_w = 1,9\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

2b	Okna dachowe uszczelniające przed powietrzem zewnętrznym: – Wymiana lub wstępna instalacja całego elementu; lub – Montaż dodatkowych okien przednich lub wewnętrznych.	$U_w = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U_w = 1,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
2c3	Okna, drzwi okienne i świetliki, które są szczelnie zamknięte przed powietrzem zewnętrznym: – Wymiana oszklenia lub oszklonej ramy skrzydła.	$U_g = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	Brak wymagań
2d	Ściana osłonowa w konstrukcji słupowo-ryglowej, której konstrukcja spełnia wymagania normy DIN EN ISO 12631: 2018-01: – Wymiana lub pierwszy montaż całego elementu.	$U_c = 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U_c = 1,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
2e3	Szklane dachy oddzielające od powietrza zewnętrznego: – Wymiana lub wstępna instalacja całego elementu; lub – Wymiana oszklenia lub oszklonej ramy skrzydła.	$U_w/U_g = 2,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U_w/U_g = 2,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
2f	Drzwi francuskie z mechanizmem zawiasowym, składanym, przesuwным lub podnoszonym, które uszczelniają się przed powietrzem zewnętrznym: – Wymiana lub pierwszy montaż całego elementu	$U_w = 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U_w = 1,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
3a4	Okna, drzwi okienne i świetliki ze specjalnymi szybami, które są szczelnie zamknięte przed powietrzem zewnętrznym: – Wymiana lub pierwsza instalacja całego elementu; lub – montaż dodatkowych okien przednich lub wewnętrznych.	$U_w/U_g = 2,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U_w/U_g = 2,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

3b4	Okna, drzwi okienne i świetliki ze specjalnymi szybami, które są szczelnie zamknięte przed powietrzem zewnętrznym:  – Wymiana specjalnego oszklenia lub oszklonej ramy skrzydła	$U_g = 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	Brak wymagań
3c3, 4	Ściana ostonowa w konstrukcji słupowo-ryglowej, której projekt jest zgodny z normą DIN EN ISO 12631: 2018-01, że specjalnym oszkleniem:  – Wymiana lub pierwszy montaż całego elementu	$U_c = 2,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U_c = 3,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
4	Montaż nowych drzwi zewnętrznych (z wyłączeniem drzwi ze szkła bezramowego, drzwi obrotowych i drzwi uruchamianych mechanicznie).	$U = 1,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  (powierzchnia drzwi)	$U = 1,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  (powierzchnia drzwi)
<p>Grupa komponentów:</p> <p>Powierzchnie dachowe, jak również sufity i ściany przy nieogrzewanych pomieszczeniach dachowych</p>			
5a1	Powierzchnie dachowe, w tym lukarny, które są szczelnie odizolowane od powietrza zewnętrznego, a także stropy (stropy ostatniej kondygnacji) i ściany (w tym ściany boczne), które są szczelnie odizolowane od nieogrzewanych przestrzeni poddasza:  – Wymiana lub; – pierwszy montaż.  Do stosowania wyłącznie na nieprzezroczystych elementach budowlanych.	$U = 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

<p>5b1, 5</p>	<p>Powierzchnie dachowe, w tym lukarny, które są szczelnie odizolowane od powietrza zewnętrznego, a także stropy (stropy ostatniej kondygnacji) i ściany (w tym ściany boczne), które są szczelnie odizolowane od nieogrzewanych przestrzeni poddasza:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wymiana lub przebudowa pokrycia dachowego wraz z leżącymi u jego podstaw łatami i deskowaniem; lub</li> <li>- Zastosowanie lub odnowienie okładziny lub deskowania lub zainstalowanie warstw izolacyjnych na zimnej stronie ścian; lub</li> <li>- Nakładanie lub odnawianie okładzin, lub desek albo układanie warstw izolacyjnych na zimnej stronie stropów wyższych kondygnacji.</li> </ul> <p>Do stosowania wyłącznie na nieprzezroczystych elementach budowlanych.</p>	<p><math>U = 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>	<p><math>U = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>
<p>5c1, 5</p>	<p>Powierzchnie dachowe z hydroizolacją, które są uszczelnione od powietrza zewnętrznego:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wymiana warstwy hydroizolacji zapewniającej wodoszczelność na całej powierzchni budynku na nową warstwę o tej samej funkcji (w przypadku zimnych konstrukcji dachowych wraz z łatami pod nimi).</li> </ul> <p>Do stosowania wyłącznie na nieprzezroczystych elementach budowlanych.</p>	<p><math>U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>	<p><math>U = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>

<b>Grupa komponentów:</b>			
<b>Ściany względem gruntu lub pomieszczeń nieogrzewanych (z wyjątkiem poddaszy) oraz stropy w dół względem gruntu, powietrza zewnętrznego lub pomieszczeń nieogrzewanych.</b>			
6a1	Ściany graniczące z ziemią lub z pomieszczeniami nieogrzewanymi (z wyjątkiem poddaszy) oraz stropy oddzielające pomieszczenia ogrzewane w dół od ziemi lub od pomieszczeń nieogrzewanych: – Wymiana; lub – pierwszy montaż.	$U = 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	Brak wymagań
6b1, 5	Ściany graniczące z ziemią lub z pomieszczeniami nieogrzewanymi (z wyjątkiem poddaszy) oraz stropy oddzielające pomieszczenia ogrzewane w dół od ziemi lub od pomieszczeń nieogrzewanych: – Montaż lub wymiana okładzin zewnętrznych lub desek, barier przeciwwilgociowych lub drenaży; lub – Montaż okładzin sufitowych po stronie zimnej.	$U = 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	Brak wymagań
6c1, 5	Stropy oddzielające pomieszczenia ogrzewane od ziemi, od powietrza zewnętrznego lub od pomieszczeń nieogrzewanych: – Budowa lub odnowienie konstrukcji podłogi po stronie ogrzewanej.	$U = 0,50 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	Brak wymagań
6d1	Stropy oddzielające ogrzewane pomieszczenia w dół od powietrza zewnętrznego: – Wymiana; lub – pierwszy montaż.	$U = 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

6e1, 5	<p>Stropy oddzielające ogrzewane pomieszczenia w dół od powietrza zewnętrznego:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalowania lub wymiany zewnętrznych okładzin lub desek, barier przeciwwilgociowych lub drenaży; lub</li> <li>- Montaż okładzin sufitowych po stronie zimnej.</li> </ul>	U = 0,24 W/(m <sup>2</sup> ·K)	U = 0,35 W/(m <sup>2</sup> ·K)
<p>1. Jeżeli wykonywane są działania według numerów 1a, 1b, 5a, 5b, 5c, 6a, 6b, 6c, 6d lub 6e i jeżeli grubość izolacji jest ograniczona w ramach tych działań ze względów technicznych, to wymagania uważa się za spełnione, jeżeli zainstalowana jest największa możliwa grubość izolacji według uznanych zasad techniki, przy czym musi być spełniona wartość obliczeniowa przewodności cieplnej <math>\lambda = 0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}</math>. W odstępstwie od zdania 1, w przypadku wdmuchiwania materiałów izolacyjnych do pustych przestrzeni lub stosowania materiałów izolacyjnych z surowców odnawialnych, należy przestrzegać wartości znamionowej przewodności cieplnej <math>\lambda = 0,045 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}</math>. Jeżeli w przypadku działań zgodnie z nr 5b wymieniane lub przebudowywane jest pokrycie dachowe wraz z leżącymi u jego podstaw łątami i deskowaniem, zdania 1 i 2 stosuje się odpowiednio, jeżeli izolacja cieplna jest wykonywana jako izolacja międzykrokwkowa, a grubość warstwy izolacyjnej jest ograniczona ze względu na okładzinę wewnętrzną lub wysokość krokwi. Zdania 1-3 stosuje się do nieprzezroczystych elementów budynków tylko w przypadku środków zgodnych z numerami 5a, 5b i 5c.</p>			
<p>2. W przypadku zastosowania środków zgodnie z numerem 1b nie trzeba spełniać określonych w nim wymagań, jeżeli ściana zewnętrzna została zbudowana lub odnowiona po dniu 31 grudnia 1983 r. zgodnie z przepisami dotyczącymi oszczędzania energii.</p>			
<p>3. W przypadku wymiany oszklenia lub przeszklonych ram skrzydeł wymagania według numerów 2c, 2e i 3c nie mają zastosowania, jeżeli istniejąca rama nie nadaje się do umieszczenia w niej przepisowego oszklenia. W przypadku wymiany szyb lub oszklonych ram skrzydeł w ramach środków zgodnych z numerem 2c lub w ramach środków zgodnych z numerem 2e oraz w przypadku ograniczenia grubości szkła z przyczyn technicznych w kontekście tych środków, wymogi uznaje się za spełnione, jeżeli zainstalowane zostaną szyby o współczynniku przenikania ciepła nie większym niż 1,3 W/(m<sup>2</sup>·K). Jeżeli środki zgodnie z numerem 2c są stosowane w oknach typu skrzynkowego lub zespolonych, wymagania uważa się za spełnione, jeżeli zainstalowano panel szklany z powłoką odbijającą promieniowanie podczerwone o współczynniku emisyjności <math>\epsilon_n \leq 0,2</math>.</p>			
<p>4. Szyby specjalne w rozumieniu nr 3a, 3b i 3c to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Szyba dźwiękoszczelna o ważonej wartości izolacyjności akustycznej szyby <math>R_{w,R} \geq 40 \text{ dB}</math> zgodnie z DIN EN ISO 717-1: 2013-06 lub porównywalnym wymogiem,</li> <li>- specjalne szyby zespolone zapewniające odporność na pociski, przebicie lub wybuch, zgodnie z uznanymi zasadami techniki, lub</li> <li>- specjalne izolacyjne konstrukcje szklane jako szkło ognioodporne o grubości pojedynczego elementu co najmniej 18 mm zgodnie z DIN 4102-13: 1990-05 lub porównywalnym wymogiem.</li> </ul>			
<p>5. W przypadku przeprowadzenia działań zgodnie z numerami 5b, 5c, 6b, 6c lub 6e nie trzeba spełniać określonych w nich wymagań, jeżeli powierzchnia składowa została zbudowana lub odnowiona po 31 grudnia 1983 r. zgodnie z przepisami dotyczącymi oszczędzania energii.</p>			

Źródło: Gesetz zur Vereinheitlichung des Energieeinsparrechts für Gebäude und zur Änderung weiterer Gesetze. Vom 8. August 2020

## 5.2 Słowacja

### Wprowadzenie

Implementacją dyrektywy 2002/91/WE do przepisów krajowych na Słowacji było wprowadzenie 1.01.2006 Ustawy nr 555/2005 o charakterystyce energetycznej budynków. Na mocy Ustawy od 1.01.2007 roku na Słowacji obowiązuje Rozporządzenie 625/2006 Ministerstwa Budownictwa i Rozwoju Regionalnego Republiki Słowackiej.

Aby uzyskać pozwolenia na budowę, projektanci muszą przedstawić obliczenia potwierdzające klasę energetyczną projektowanego budynku. W przepisach krajowych zdefiniowano minimalne

wymagania dotyczące efektywności energetycznej. Wymagania zaczęły obowiązywać od 1 stycznia 2007 r.

Dokumenty potwierdzające charakterystykę energetyczną budynków „EPC” są wydawane od stycznia 2008 r. W październiku 2009 roku weszła w życie nowelizacja Rozporządzenia, wprowadzając zmiany w obliczeniach charakterystyki energetycznej, zgodnie z normami europejskimi, zmieniono również szablon EPC. Od 1 listopada 2010 r. Ministerstwem odpowiedzialnym za proces wydawania charakterystyk energetycznych budynków spoczywa jest Ministerstwo Transportu, Budownictwa i Rozwoju regionalnego (MDVRR SR). Ministerstwo Gospodarki odpowiada za kontrolę kotłów i systemów klimatyzacji w budynkach. Dyrektywa 2010/31/UE została wdrożona ustawą 300/2012 o charakterystyce energetycznej budynków, zmieniającą i uzupełniającą ustawę 555/2005. Nowy Dekret (Rozporządzenie) 364/2012 wszedł w życie w styczniu 2013. Wprowadzono definicję nZEB, a globalny wskaźnik całkowitego zużycia energii w budynkach zmieniono na wskaźnik zużycia Energii Pierwotnej, co również wpłynęło na zmiany w szablonie EPC. Dekret wprowadził (podobnie jak w Polsce) stopniowe zaostrzenie minimalnych wymagań efektywności energetycznej w latach 2013, 2016 i 2021. Od 1 stycznia 2017 r. wprowadzono nowelizację dekretu 324/2012.

Wybrane definicje przytoczone w Ustawie:

**Budynek o niemal zerowym zapotrzebowaniu na energię** to budynek o bardzo wysokiej efektywności energetycznej. Niemal zerowa lub bardzo mała ilość energii potrzebnej do użytkowania takiego budynku musi być zapewniona przez skuteczną ochronę termiczną oraz w dużej mierze energię dostarczaną ze źródeł odnawialnych znajdujących się w budynku lub w jego pobliżu.

**Istotna renowacja budynku** to modyfikacje konstrukcyjne istniejącego budynku, które ingerują w jego strukturę obudowy w zakresie ponad 25% jego powierzchni, zwłaszcza poprzez docieplenie ścian zewnętrznych, dachu, wymianę okien i drzwi.

**Głęboka renowacja budynku** to znacząca renowacja budynku oraz remont kapitalny wyposażenia technicznego budynku, który pozwala podnieść klasyfikację budynku do wymaganej dla kategorii budynku klasy energetycznej z uwzględnieniem ekonomicznego cyklu życia poszczególnych elementów budynku.

**Istotny remont wyposażenia technicznego budynku** jest remont instalacji technicznej budynku, którego koszty inwestycyjne przekraczają 50% kosztów inwestycji w zakup nowego porównywalnego wyposażenia technicznego budynku.

**Energia pierwotna** to energia ze źródeł odnawialnych i nieodnawialnych, która nie przeszła procesu konwersji ani transformacji.

**Optymalny pod względem kosztów poziom wymagań minimalnych dotyczących charakterystyki energetycznej budynku** – („poziom optymalny pod względem kosztów”) oznacza poziom efektywności energetycznej, który prowadzi do najniższych kosztów w szacowanym ekonomicznym cyklu życia budynku. Najniższe koszty ustala się z uwzględnieniem kosztów inwestycji związanych z energią oraz kosztów utrzymania i eksploatacji według kategorii budynku, w tym kosztów energii i oszczędności przychodów z energii wytworzonej w budynku oraz kosztów likwidacji budynku. Poziom optymalny pod względem kosztów mieści się w zakresie poziomów charakterystyki



energetycznej budynku, w których analiza kosztów i korzyści obliczona dla szacowanego ekonomicznego cyklu życia budynku jest dodatnia.

**Ocena energetyczna projektu** to określenie zapotrzebowania na energię w budynku poprzez obliczenia zgodnie z dokumentacją projektową i prognozowanymi wskaźnikami. Ocena energetyczna projektu jest przeprowadzana na etapie projektowania nowego budynku lub generalnego remontu budynku.

**Znormalizowana ocena energetyczna** polega na określeniu zapotrzebowania na energię w budynku poprzez obliczenie przy użyciu znormalizowanych danych wejściowych dotyczących zewnętrznych warunków klimatycznych, środowiska wewnętrznego budynku, sposobu korzystania z niego oraz danych o rzeczywistej konstrukcji i układzie technicznym budynku.

**Operacyjna ocena energii** to określenie zapotrzebowania na energię na podstawie zmierzonego rzeczywistego zużycia energii w budynku.

**Ustawa 555/2005** o charakterystyce energetycznej budynków ustanowiła procedury i środki poprawy efektywności energetycznej budynków oraz kompetencje organów administracji publicznej, w szczególności:

1. jednolitą metodologię obliczania zintegrowanej charakterystyki energetycznej budynku;
2. ustalanie i stosowanie minimalnych wymagań dotyczących efektywności energetycznej dla:
  - nowych budynków,
  - istniejących budynków w trakcie ich generalnego remontu,
  - konstrukcji budowlanych i wchodzących w ich skład elementów oddzielających środowisko wewnętrzne budynków od środowiska zewnętrznego
  - wyposażenia technicznego budynków do ogrzewania, chłodzenia i wentylacji, uzdatniania ciepłej wody, oświetlenia lub ich kombinacji, automatyki i sterowania budynkiem oraz wytwarzania energii elektrycznej na miejscu, w tym systemów wykorzystujących odnawialne źródła energii (systemy techniczne budynku),
3. obowiązkową certyfikację energetyczną budynków oraz system kontroli świadectw energetycznych,
4. obowiązek sporządzania krajowych planów zwiększenia liczby budynków o niemal zerowym zużyciu energii,
5. opracowanie długoterminowej strategii odnowy zasobów budowlanych,
6. zalecenie stosowania produktów, oprogramowania i usług inżynierskich, które mogą wspierać energooszczędną, oszczędną i bezpieczną eksploatację systemów technicznych budynku poprzez zarządzanie i ułatwienie ręcznego sterowania tymi systemami technicznymi budynku.

#### Wyjątki

Procedury i środki poprawy charakterystyki energetycznej budynków nie są wymagane między innymi w przypadku budynków i zabytków chronionych ze względu na wartość architektoniczną lub historyczną, kościołów i innych budynków wykorzystywanych jako miejsca kultu lub uroczystości religijnych, budynków będących obiektami tymczasowymi o planowanym okresie użytkowania krótszym niż dwa lata, niskoenergetycznych budynków przemysłowych, warsztatów

i niemieszkalnych budynków rolniczych, budynków mieszkalnych przeznaczonych do użytkowania krócej niż cztery miesiące w roku lub do ograniczonego użytkowania w ciągu roku o przewidywanym zużyciu energii mniejszym niż 25% zużycia czterolecznego, budynków wolnostojących o powierzchni użytkowej poniżej 50 m<sup>2</sup>.

### **Efektywność energetyczna budynków według Ustawy**

Efektywność energetyczna to ilość energii potrzebna do zaspokojenia wszystkich potrzeb energetycznych związanych ze znormalizowanym użytkowaniem budynku, zwłaszcza ilość energii potrzebna do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody, chłodzenia i wentylacji oraz oświetlenia. Efektywność energetyczna budynku jest określana na podstawie obliczeń lub obliczeń z wykorzystaniem zmierzonego zużycia energii i jest wyrażona za pomocą liczbowych wskaźników zapotrzebowania na energię w budynku oraz energii pierwotnej. Energia pierwotna to energia ze źródeł odnawialnych i nieodnawialnych, która nie przeszła procesu konwersji lub transformacji.

Obliczenia efektywności energetycznej budynków według procedury słowackiej uwzględniają następujące elementy:

- a) charakterystykę konstrukcji budynku, w szczególności właściwości cieplno-wilgotnościowe przegród, okien i drzwi, straty ciepła spowodowane konstrukcją budynku (mostki cieplne) i sposobem jego użytkowania,
- b) położenie i orientację budynku oraz wpływ zewnętrznych warunków klimatycznych na środowisko wewnętrzne, w szczególności wpływ temperatury powietrza, wiatru i promieniowania słonecznego,
- c) środowisko wewnętrzne, w tym przewidywane wymagania dotyczące środowiska wewnętrznego,
- d) urządzenia energetyczne, w szczególności rodzaj, rodzaj i moc instalacji grzewczej i ciepłej wody użytkowej oraz ich właściwości termoizolacyjne i sprawność, wentylację naturalną, zwłaszcza wpływ strat ciepła na środowisko wewnętrzne,
- e) wbudowany sprzęt oświetleniowy, w szczególności jego rodzaj, wiek i zużycie, strumienia pobór energii,
- f) uwarunkowania lokalne, w szczególności oddziaływanie sąsiednich budynków,
- g) pasywne systemy solarne i ochronę przeciwsłoneczną, w szczególności zyski ciepła do środowiska wewnętrznego,
- h) system klimatyzacji, w szczególności jego rodzaj, typ, wydajność, wiek i kondycję fizyczną,
- i) stan fizyczny budynku,
- j) inne czynniki wpływające na energochłonność budynku, w szczególności wpływ zysków ciepła.

Obliczenia muszą uwzględniać wpływ światła dziennego oraz wpływ wysokosprawnych systemów alternatywnych, w tym aktywne systemy solarne i inne systemy grzewcze oraz instalacje elektryczne oparte na odnawialnych źródłach energii, energię elektryczną i ciepłą wytworzoną w źródle kogeneracyjnym, ogrzewanie i chłodzenie lokalne lub blokowe.

## Kategorie budynków

Ustawa wprowadziła kategorie budynków, dla których wyznaczana jest charakterystyka energetyczna:

- domy jednorodzinne,
- budynki mieszkalne,
- budynki biurowe,
- budynki szkolne i szkolne,
- budynki szpitalne,
- budynki hotelowe i restauracyjne,
- hale sportowe i inne obiekty przeznaczone do uprawiania sportu,
- budynki usług hurtowych i detalicznych,
- inne budynki nieenergetyczne zużywające energię.

Zgodnie z efektywnością energetyczną poszczególne kategorie budynków są klasyfikowane do klas energetycznych od A do G. Każda klasa energetyczna wyrażona jest zakresem liczbowym i jest sumą wskaźników liczbowych z poszczególnych lokalizacji i sposobów zużycia energii w budynku wyrażoną cząstkowymi klasami energetycznymi.

## Minimalne wymagania dotyczące charakterystyki energetycznej budynków

W paragrafie § 4 Ustawy określono wytyczne dotyczące minimalnych wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej budynków. Według Ustawy nowy budynek musi spełniać minimalne wymagania dotyczące efektywności energetycznej. Parametry techniczne wymagań minimalnych określone zostały w przepisach technicznych i normach technicznych. Tam, gdzie jest to technicznie, funkcjonalnie i ekonomicznie wykonalne, minimalne wymagania dotyczące charakterystyki energetycznej tak jak zostały określone dla nowych budynków muszą być również spełnione przez istniejący budynek po jego ważniejszym remoncie. W przypadku nowych budynków, w ramach projektu należy ocenić techniczną, środowiskową i ekonomiczną użyteczność alternatywnych systemów energetycznych o wysokiej wydajności. Jeżeli jest to technicznie, funkcjonalnie i ekonomicznie wykonalne, przy przygotowaniu znaczącej renowacji istniejącego budynku należy wziąć pod uwagę techniczną, środowiskową i energetyczną wykonalność wysokosprawnych systemów alternatywnych, a także warunki zdrowego klimatu w środowisku wewnętrznym budynku, poziom bezpieczeństwa przeciwpożarowego oraz zagrożenia wynikające z intensywnej aktywności sejsmicznej. Projektant jest zobowiązany do zamieszczenia w dokumentacji projektowej pozwolenia na budowę lub pozwolenia na zmianę budynku - deklarację spełnienia minimalnych wymagań dotyczących efektywności energetycznej budynku oraz wynik oceny energetycznej. Przy czym przez ocenę energetyczną rozumie się:

- a) ocenę energetyczną projektu (określenie zapotrzebowania na energię w budynku poprzez obliczenia zgodnie z dokumentacją projektową i prognozowanymi wskaźnikami. Ocena energetyczna projektu jest przeprowadzana w fazie projektowania nowego budynku lub znaczącej renowacji budynku);

- b) znormalizowaną ocenę energetyczną (określenie zapotrzebowania na energię w budynku poprzez obliczenia z wykorzystaniem znormalizowanych danych wejściowych dotyczących zewnętrznych warunków klimatycznych, środowiska wewnętrznego budynku, sposobu jego użytkowania oraz danych o rzeczywistym projekcie jego konstrukcji budowlanej i danych dotyczących instalacji technicznej budynku);
- c) c) operacyjną ocenę energetyczną (określenie potrzeb energetycznych na podstawie zmierzonego rzeczywistego zużycia energii w budynku).

Wynikiem oceny energetycznej jest zintegrowana efektywność energetyczna budynku, która jest podstawą do zaklasyfikowania budynku do klasy energetycznej (od A do G).

Jeżeli istotna renowacja budynku wiąże się ze zmianą konstrukcji obudowy budynku, która w istotny sposób wpłynie na charakterystykę energetyczną budynku, projektant jest zobowiązany do zaproponowania w dokumentacji projektowej rozwiązania pozwalającego na spełnienie przez zmianę budynku minimalnych wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej, jak nowy budynek o tej samej funkcjonalności, lokalizacji i kategorii. W tym celu projektant musi zaproponować zastosowanie odpowiednich wyrobów budowlanych i rozwiązań konstrukcyjnych, w tym układu technicznego budynku, w zakresie, w jakim jest to technicznie, funkcjonalnie i ekonomicznie wykonalne.

Optymalny pod względem kosztów poziom minimalnych wymagań dotyczących efektywności energetycznej budynku (zwany dalej „poziomem optymalnym pod względem kosztów”) oznacza poziom efektywności energetycznej, który prowadzi do najniższych kosztów podczas szacowanego ekonomicznego cyklu życia budynku. Najniższy koszt ustalany jest z uwzględnieniem kosztów inwestycji energetycznych oraz kosztów utrzymania i eksploatacji według kategorii budynku, w tym kosztów energii i oszczędności przychodów z energii wyprodukowanej w budynku oraz kosztów utylizacji budynku. Poziom optymalny pod względem kosztów znajduje się w przedziale poziomów efektywności energetycznej budynku, w którym analiza kosztów i korzyści obliczona dla szacowanego ekonomicznego cyklu życia budynku jest dodatnia.

### **Certyfikacja energetyczna i klasy energetyczne**

Zgodnie z Ustawą, paragraf 5 Certyfikacja energetyczna klasyfikuje budynek do klasy energetycznej. Podstawą certyfikacji energetycznej są obliczenia i kategoryzacja budynków. Certyfikacja energetyczna jest obowiązkowa dla budynków lub oddzielnych części, które są sprzedawane lub wynajmowane nowemu najemcy, dla budynków, w których ponad 250 m<sup>2</sup> całkowitej powierzchni użytkowej jest użytkowane przez władze publiczne i jest często odwiedzane przez publiczność, po ukończeniu nowego budynku lub generalnym remoncie istniejącego budynku; w przeciwnym razie jest dobrowolne.

Ciekawym rozwiązaniem jest fakt, że jeżeli ekspert wykaże zgodność oceny energetycznej i porównywalność domów jednorodzinnych, certyfikacja energetyczna domu jednorodzinnego może być przeprowadzona również na podstawie oceny innego domu jednorodzinnego o podobnej architekturze, wielkości i poziomie efektywności energetycznej.

Poszczególne kategorie budynków są klasyfikowane w klasach energetycznych od A do G. Każda klasa energetyczna wyrażona jest zakresem liczbowym i jest sumą wskaźników liczbowych z poszczególnych miast oraz sposobów zużycia energii w budynku.

W § 9 Rozporządzenia określono, że Ministerstwo Transportu, Budownictwa i Rozwoju Regionalnego Republiki Słowackiej jako centralny organ administracji państwowej:

- opracowuje i przedkłada rządowi Republiki Słowackiej propozycje koncepcji i programów mających na celu systematyczne osiąganie wyższej efektywności energetycznej budynków oraz krajowy plan i strategię odnowy,
- ustala, w porozumieniu z Urzędem Normalizacji, Metrologii i Badań Republiki Słowackiej, słowackie normy techniczne odpowiednie do obliczeń i certyfikacji energetycznej oraz publikuje ich listę w Biuletynie Urzędu Normalizacyjnego, Metrologii i Badań Republiki Słowackiej,
- opracowuje wykaz istniejących i proponowanych środków i instrumentów wspierających realizację środków z planu krajowego, w tym środków i instrumentów o charakterze finansowym; aktualizuje wykaz co trzy lata i powiadamia Komisję Europejską bezpośrednio lub w ramach planów działań na rzecz efektywności energetycznej,
- powiadamia Komisję Europejską o wynikach przeprowadzonych konsultacji społecznych w sposób włączający oraz o szczegółach aktualnie realizowanych i planowanych polityk i działań wynikających ze strategii naprawy,
- regularnie, co najmniej raz na pięć lat, dokonuje przeglądu minimalnych wymagań dotyczących efektywności energetycznej budynków,

#### **Rozporządzenie/Dekret 324/2012 Wersja czasowa rozporządzenia obowiązująca od 10.03.2020**

Nowelizacja (wersja czasowa) rozporządzenia/dekretu 324/2012 obowiązuje od 10.03.2020. Jest to akt wykonawczy wprowadzony przez Ministerstwo Transportu, Budownictwa i Rozwoju Regionalnego Republiki zgodnie z § 9 ust. 2 ustawy nr. 555/2005 o charakterystyce energetycznej budynków oraz ustawą nr. 300/2012.

Zgodnie z § 1 Dekretu ilość energii potrzebna do zaspokojenia wszystkich potrzeb energetycznych związanych ze standardowym użytkowaniem budynku jest określana na podstawie obliczeń charakterystyki energetycznej budynku (art. 4a dekretu). Podstawą obliczeń jest ocena energetyczna, uwzględniająca charakterystykę budynku oraz wpływ na jego efektywność energetyczną (obliczona zgodnie z art. 3 ust. 3 i 4). Dla każdego punktu poboru energii w budynku i dla każdego nośnika energii w budynku zapotrzebowanie na energię określa się w drodze oceny. Suma wartości zapotrzebowania na energię dla każdego punktu poboru energii niezbędna do spełnienia wszystkich wymagań energetycznych w przestrzeni wewnętrznej budynku określonej granicą budynku, które są związane ze standardowym użytkowaniem budynku, stanowi całkowite zapotrzebowanie na energię budynku. Granicę budynku wyznacza konstrukcja przegrody termicznej budynku zgodnie z normą techniczną [STN EN ISO 13790/NA Charakterystyka energetyczna budynków. Obliczanie zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia. Załącznik krajowy].

**Zapotrzebowanie na energię określone dla poszczególnych miejsc poboru energii (ogrzewanie),** łączne zapotrzebowanie na energię budynku oraz energię pierwotną (art. 3 ust. 2 ustawy) są danymi liczbowymi, wyrażonymi w kWh/m<sup>2</sup>, które służą zakwalifikowaniu budynku do danej klasy energetycznej. Zgodnie z efektywnością energetyczną poszczególne kategorie budynków są klasyfikowane w klasach energetycznych od A do G. Klasy energetyczne budynku służą do

obliczania oceny energetycznej, oceny energetycznej projektu, znormalizowanej oceny energetycznej oraz operacyjnej oceny energetycznej.

W przypadku oceny projektowej budynku poddanego istotnej renowacji, dokumentacja projektowa zgodnie z (art. 4 ust. 3 ustawy) powinna zawierać spełnienie wymogu dotyczącego charakterystyki termotechnicznej:

- konstrukcji budowlanych oraz dla zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania zgodnie ze słowacką normą techniczną [STN 73 0540-2 Ochrona cieplna budynków. Właściwości cieplne konstrukcji budowlanych i budynków. Część 2: Wymagania funkcjonalne],
- obiektów budowlanych zgodnie z normą techniczną [STN 73 0540-2 Ochrona cieplna budynków. Właściwości cieplne konstrukcji budowlanych i budynków. Część 2: Wymagania funkcjonalne], jeśli tylko obiekty budowlane stanowiące część przegród zewnętrznych istniejącego budynku mają być poddane istotnej renowacji.

W § 2 określono, że Globalny wskaźnik minimalnej charakterystyki energetycznej budynku (zwany dalej wskaźnikiem globalnym) stanowi energia pierwotna [STN EN 15603 Charakterystyka energetyczna budynków. Definicje całkowitego zapotrzebowania na energię i oceny energetycznej], którą określa się na podstawie ilości energii dostarczonej [Art. 2 pkt 22 rozporządzenia delegowanego Komisji (UE) nr 244/2012 z dnia 16 stycznia 2012 r. uzupełniającego dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków poprzez ustanowienie ram metodologii porównawczej do celów obliczania optymalnego pod względem kosztów poziomu wymagań minimalnych dotyczących charakterystyki energetycznej budynków i elementów budynków (Dz.U. L 81 z 21.3.2012)] do systemu technicznego budynku przez granicę systemu przez poszczególne punkty poboru energii w budynku i nośniki energii, skorygowanej o współczynnik konwersji energii pierwotnej określony w załączniku 2.

Energię dostarczoną określają poszczególne nośniki energii zasilające urządzenia techniczne przez granicę systemu w celu zaspokojenia potrzeb energetycznych budynku w zakresie ogrzewania, ciepłej wody, wentylacji, chłodzenia i oświetlenia, z uwzględnieniem sprawności źródeł, dystrybucji, przesyłu, automatyki i sterowania budynkiem, z uwzględnieniem energii odnawialnej na miejscu [Art. 2 pkt 26 rozporządzenia delegowanego (UE) nr 244/2012; Rozporządzenie Ministerstwa Gospodarki Republiki Słowackiej nr 308/2016 Dz. U., które ustanawia procedurę obliczania współczynnika energii pierwotnej scentralizowanego systemu zaopatrzenia w ciepło].

Za energię odnawialną wytwarzaną na miejscu uważa się wyłącznie energię pochodzącą z instalacji znajdujących się w wewnętrznych obszarach krajobrazowych ograniczonych granicami budynków, na granicy budynku, jeżeli są trwale związane z budynkiem, poza granicą budynku w nieogrzewanych pomieszczeniach budynku, poza granicą budynku na gruncie użytkowanym wraz z budynkiem, jeżeli energia z tych urządzeń jest wykorzystywana w budynku.

Zapotrzebowanie na energię cieplną budynku uwzględnia energię cieplną niezbędną do ogrzewania, chłodzenia i ciepłej wody użytkowej pochodzącą ze źródeł odnawialnych zlokalizowanych na miejscu. Wymagania dotyczące energii elektrycznej uwzględniają energię elektryczną z miejscowych odnawialnych źródeł energii.

Wyniki obliczeń wskaźnika globalnego przedstawiono zgodnie z załącznikiem 4, tabela 8.

W § 3 określono, że świadectwo energetyczne zawiera ocenę energetyczną dla każdej kategorii budynku (zgodnie z art. 3 ust. 5 ustawy) oraz maksymalne wartości na energię określone przez zakres liczbowy wyznaczony dla każdej z klas energetycznych (zgodnie z art. 3 ust. 7 ustawy). Skale ocen całkowitego zapotrzebowania budynku na energię w budynku oraz dla wskaźnika globalnego podano w załączniku nr 3.

W § 4 określono, że dla celów klasyfikacji budynków na klasy energetyczne dla każdej kategorii budynków oraz dla każdego miejsca poboru energii w budynku wartości  $R$  odpowiadają wartościom referencyjnym  $R_r$  i  $R_s$ .

Wartość referencyjna  $R_s$  jest średnią wartością zapotrzebowania na energię dla każdej kategorii budynków należących do istniejących zasobów budowlanych w Republice Słowackiej i punktu zużycia energii w budynku. Wartość odniesienia  $R_r$  jest wartością progową określoną jako połowa wartości  $R_s$ . Dla oceny wskaźnika zapotrzebowania na energię budynku, wskaźniki  $R_r$  i  $R_s$  są sumą wskaźników wyznaczonych dla poszczególnych celów zużycia energii, gdzie wskaźnik  $R_r$  jest górną granicą klasy energetycznej B, a wskaźnik  $R_s$  górną granicą klasy energetycznej D. Wartości referencyjne  $R_r$  i  $R_s$  przeznaczone są do oceny energii pierwotnej oddzielnie dla każdej kategorii budynków, dla wszystkich klas energetycznych.

Minimalne wymagania dotyczące charakterystyki energetycznej budynków określa górna granica klasy energetycznej A1 dla wskaźnika globalnego.

Minimalne wymagania dotyczące charakterystyki energetycznej dla budynków o niemal zerowym zużyciu energii (zgodnie z art. 4b ust. 1 lit. a i b Ustawy) określa górna granica klasy energetycznej A0 dla wskaźnika globalnego.

W każdej kategorii budynku, budynek należy do klasy energetycznej według wartości wskaźnika globalnego w następujący sposób:

- jeżeli wskaźnik globalny jest mniejszy lub równy  $0,5 R_r$ , budynek należy do klasy energetycznej A1,
- jeżeli wskaźnik globalny jest większy niż  $0,5 R_r$ , ale równy lub mniejszy niż  $R_r$ , budynek należy do klasy energetycznej B,
- jeżeli wskaźnik globalny jest większy od  $R_r$ , ale równy lub mniejszy od  $0,5$  sumy  $R_r$  i  $R_s$ , budynek znajduje się w klasie energetycznej C,
- jeżeli wskaźnik globalny jest większy od  $0,5$  sumy  $R_r$  i  $R_s$ , ale równy lub mniejszy od  $R_s$ , budynek należy do klasy energetycznej D,
- jeżeli wskaźnik globalny jest większy niż  $R_s$ , ale równy lub mniejszy niż  $1,25 R_s$ , budynek należy do klasy energetycznej E,
- jeżeli wskaźnik globalny jest większy niż  $1,25 R_s$ , ale równy lub mniejszy niż  $1,5 R_s$ , budynek należy do klasy energetycznej F oraz
- jeżeli wskaźnik globalny jest większy niż  $1,5 R_s$ , budynek należy do klasy energetycznej G.

Górna granica klasy energetycznej A0 dla wskaźnika globalnego dla budynków o prawie zerowym zapotrzebowaniu na energię wynosi  $0,25 R_r$  przy wymaganym zapewnieniu energii odnawialnej na miejscu.

Jeżeli budynek o niemal zerowym zapotrzebowaniu na energię magazynuje energię, klasyfikuje się go w podklasie A0<sup>+</sup>.

Obiekty budowlane oraz elementy wchodzące w ich skład, tworzące przegrody zewnętrzne budynku, powinny spełniać wymagania normy technicznej [STN 73 0540-2 Ochrona cieplna budynków. Właściwości cieplne konstrukcji budowlanych i budynków. Część 2: Wymagania funkcjonalne].

Nowe budynki i budynki poddane istotnej renowacji muszą osiągnąć minimalny wymóg dla globalnego wskaźnika określonego jako górna granica klasy energetycznej zgodnie z poziomem konstrukcji. Jeżeli nie jest to technicznie, funkcjonalnie i ekonomicznie wykonalne w przypadku budynku poddawane istotnej renowacji, obudowa i elementy wchodzące w jej skład, które tworzą przegrody zewnętrzne budynku, spełniają co najmniej wymagania określone w normie technicznej dla różnych poziomów energetycznych konstrukcji.

Górna granica klasy energetycznej B dla wskaźnika globalnego określa niskoenergetyczny poziom zabudowy. Górna granica klasy energetycznej A1 dla wskaźnika globalnego określa poziom ultraniskoenergetyczny budownictwa. Górna granica klasy energetycznej A0 dla wskaźnika globalnego określa poziom budowy budynków o niemal zerowym zapotrzebowaniu na energię.

Minimalnym wymogiem dotyczącym charakterystyki energetycznej dla nowych budynków wybudowanych po 31 grudnia 2015 r. była górna granica klasy energetycznej A1 dla wskaźnika globalnego; budynek poddany istotnej renowacji musiał spełniać ten wymóg, jeżeli jest to technicznie, funkcjonalnie i ekonomicznie wykonalne.

Dla nowych budynków należących do władz publicznych wybudowanych po 31 grudnia 2018 r. oraz dla wszystkich innych nowych budynków wybudowanych po 31 grudnia 2020 r. minimalnym wymogiem dla wskaźnika globalnego jest górna granica klasy energetycznej A0. W przypadku ważniejszej renowacji budynku wymóg niemal zerowego zapotrzebowania na energię zostaje spełniony, jeżeli jest to technicznie, funkcjonalnie i ekonomicznie wykonalne.

Zgodnie z załącznikiem 1 Dekretu określony został zakres procedury obliczania oceny energetycznej budynków nowych i remontowanych

#### **Ocena projektu lub ocena standaryzowana zawiera następujące elementy:**

Projektowanie i ocena cieplna konstrukcji budowlanych i budynków:

- Podstawowe dane o konstrukcjach budowlanych i budynkach
- Schemat geometryczny budynku, orientacja według stron świata, podział na strefy termiczne
- Wymagania i kryteria dotyczące konstrukcji wymienników ciepła budynków i konstrukcji przegród wewnętrznych
- Proponowane rozwiązanie konstrukcji budowlanych

oraz

Ocena właściwości cieplnych konstrukcji budowlanych:

- ocena kryterium minimalnych właściwości termoizolacyjnych konstrukcji budowlanych [obliczanie współczynnika przenikania ciepła];
- ocena kryterium minimalnej temperatury powierzchni wewnętrznej, ryzyka rozwoju pleśni i punktu rosy;



- ocena kryterium minimalnej średniej wymiany powietrza w pomieszczeniu, w tym określenie objętości powietrza poprzez odzysk ciepła (rekuperację);
- ocena kryterium energetycznego (metoda miesięczna lub godzinowa);
- ocena zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania i wykazanie założenia spełniania efektywności energetycznej budynku (wg kategorii budynku);
- ocena kondensacji pary wodnej w konstrukcjach budowlanych.

### **Ocena energetyczna układu technicznego budynku**

Ocena powinna być wykonana w zależności od rozwiązania technicznego i zakresu instalacji technicznych z określeniem zapotrzebowania na ciepło/energię dla poszczególnych punktów poboru i nośnika energii (np. gaz, energia elektryczna):

- miejsce zużycia do ogrzewania,
- miejsce poboru do przygotowania ciepłej wody,
- miejsce zużycia do chłodzenia i wentylacji,
- miejsce zużycia energii na oświetlenie.

### **Ocena wskaźnika globalnego**

- obliczanie zapotrzebowania na energię według nośników energii,
- kalkulacja energii pierwotnej,
- obliczenia emisji dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>).

Podczas oceny projektowej budynku poddanego istotnej renowacji dokumentacja projektowa powinna zawierać informację o spełnieniu wymogu dotyczącego właściwości cieplno-technicznych budynku - wymagania cieplne i zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania powinny być zgodne z normą krajową STN 73 0540-2:2019 jeżeli przewiduje się znacząca renowację przegród zewnętrznych istniejącego budynku i wyposażenia technicznego budynku.

Rozporządzenie reguluje zasady obliczania charakterystyki energetycznej budynków, między innymi sposób obliczania powierzchni, przyjmowanie danych o położeniu, orientacji i wpływie zewnętrznych warunków klimatycznych na środowisko wewnętrzne budynku, projektowe wartości temperatury powietrza itp.

Zgodnie z Rozporządzeniem Globalny Wskaźnik Minimalnej Efektywności Energetycznej Budynku („wskaźnik globalny”) to energia pierwotna, wyznaczona zgodnie z normą STN EN 15603 „Charakterystyka energetyczna budynków. Całkowite zapotrzebowanie na energię i definicja oceny energetycznej”, ilości energii dostarczonej do instalacji technicznej budynku na granicy systemu według zużycia indywidualnych punktów w budynku oraz nośników energii skorygowanych o przelicznik energii pierwotnej.

W Tab. 11 Wartości współczynników przemiany i konwersji efektywności wytwarzania i dystrybucji ciepła. Przedstawiono wartości współczynników przemiany i konwersji efektywności wytwarzania i dystrybucji ciepła.

**Tab. 11 Wartości współczynników przemiany i konwersji efektywności wytwarzania i dystrybucji ciepła.**

Nośnik energetyczny		Wskaźnik energii pierwotnej $f_{Pnren}$
Gaz ziemny	kocioł standardowy stary	1,1
	kocioł standardowy nowy	1,1
	kocioł niskotemperaturowy	1,1
	kocioł kondensacyjny	1,1
	produkcja łączona	1,1
LPG	kocioł standardowy nowy	1,35
	kocioł niskotemperaturowy	1,35
	kocioł kondensacyjny	1,35
Koks	kocioł na paliwo stałe	1,1
Węgiel	kocioł na paliwo stałe	1,1
Gatunki węgla brunatnego	kocioł na paliwo stałe	1,1
Lekkie ogrzewanie olejowe	kocioł standardowy stary	1,1
	kocioł standardowy nowy	1,1
	kocioł niskotemperaturowy stary	1,1
	kocioł niskotemperaturowy nowy	1,1
Drewniane palety	kocioł na biomasę	0,20
Trociny	kocioł na biomasę	0,15
Drewno	kocioł na biomasę	0,10
Drewno	kocioł na biomasę gazyfikacja	0,10
Gaz ziemny	ciepłownictwo (ciepło sieciowe)	1,3 <sup>i)</sup>
Węgiel	ciepłownictwo	1,3 <sup>i)</sup>
Węgiel drzewny	ciepłownictwo	1,3 <sup>i)</sup>
Trociny	ciepłownictwo	1,3 <sup>i)</sup>
Ciężkie ogrzewanie. olej	ciepłownictwo	1,3 <sup>i)</sup>
Gaz ziemny	ciepłownictwo - połączone generowanie elektryczności i ciepło	0,7 <sup>i)</sup>
Węgiel	ciepłownictwo - połączone generowanie elektryczności i ciepło	0,7 <sup>i)</sup>
Węgiel drzewny	ciepłownictwo - połączone generowanie elektryczności i ciepło	0,7 <sup>i)</sup>
Energia jądrowa	ciepłownictwo - połączone generowanie elektryczności i ciepło	0,7 <sup>i)</sup>
Gaz ziemny	gaz termiczny pompa powietrzno-wodna niska temperatura ogrzewanie	1,1 <sup>i)</sup>
	gaz termiczny pompa powietrzno-wodna kaloryfer ogrzewanie	1,1 <sup>i)</sup>
Energia elektryczna	elektryczny ogrzewanie, chłodzenie	2,2 <sup>e)</sup>
	ogrzewanie elektryczne woda pitna	2,2 <sup>e)</sup>
	pompa ciepła ogrzewanie powietrzno-wodne/grzejnikowe	2,2 <sup>e)</sup>
	pompa ciepła ogrzewanie powietrzno-wodne / niskotemperaturowe	2,2 <sup>e)</sup>
	pompa ciepła powietrze-powietrze (powietrze nagrzewa się do 35°C)	2,2 <sup>e)</sup>

	gruntowa pompa ciepła woda/grzejnik ogrzewanie	2,2 <sup>e)</sup>
	gruntowa pompa ciepła woda / niska temperatura ogrzewanie	2,2 <sup>e)</sup>
	pompa ciepła ogrzewanie woda-woda/grzejnik	2,2 <sup>e)</sup>
	pompa ciepła ogrzewanie wodno-wodne / niskotemperaturowe	2,2 <sup>e)</sup>
	wodna pompa ciepła od 18 ° C-woda / ogrzewanie grzejnikowe	2,2 <sup>e)</sup>
	wodna pompa ciepła od 18°C-woda/ogrzewanie niskotemperaturowe	2,2 <sup>e)</sup>
	fotowoltaika	0,0 <sup>e)</sup>

Źródło: Dekret 324/2012

<sup>i)</sup> Współczynnik energii pierwotnej określony na podstawie obliczeń zgodnie z przepisami, Vyhláška Ministerstva hospodárstva Slovenskej republiky č. 308/2016 Z. z., ktorou sa ustanovuje postup pri výpočte faktora primárnej energie systému centralizovaného zásobovania teplom, wartości podane stosuje się, jeżeli nie można wyznaczyć wartości obliczeniowej.

<sup>e)</sup> Współczynnik energii pierwotnej określa się z wartości zgodnie z normą krajową STN EN 15 603 Energetická hospodárnosť budov. Celková potreba energie a definície energetického hodnotenia (730712).

Skale ocen dla poszczególnych punktów zużycia energii w budynku, dla całkowitego zapotrzebowania na energię budynku w budynku oraz wskaźnika globalnego podano w załączniku nr 3 do Rozporządzenia.

**Tab. 12 Skale oceny energetycznej dla różnych kategorii budynków**

A. Skala klasy energetycznej dla zapotrzebowania na energię cieplną w kWh/(m <sup>2</sup> a)								
	Kategorie budynków	Klasy charakterystyki energetycznej budynku						
		A	B	C	D	E	F	G
<b>Ogrzewanie</b>	domy rodzinne	≤ 43	44-86	87- 129	130-172	173-215	216- 258	> 258
	apartamentowce	≤ 27	28-53	54- 80	81-106	107-133	134- 159	> 159
	administracyjne budynki	≤ 28	29-56	57- 84	85-112	113-140	141- 168	> 168
	szkoła i budynki szkolne	≤ 28	29-56	57- 84	85-112	113-140	141- 168	> 168
	budynki szpitalne	≤ 35	36-70	71- 105	106-140	141-175	176- 210	> 210
	budynki hotelowe i restauracje	≤ 36	37-71	72- 107	108-142	143-178	179- 213	> 213
	hale sportowe i inne budynki przeznaczone	≤ 33	34-66	67- 99	100-132	133-165	166- 198	> 198

do uprawiania sportu								
budynki dla usług hurtowych oraz sprzedaż detaliczna usług	≤ 33	34-65	66-98	99-130	131-163	164-195	> 195	

**B. Skala klas energetycznych dla zapotrzebowania na energię dla ciepłej wody użytkowej w kWh/(m<sup>2</sup> a)**

	Kategorie budynków	Klasy charakterystyki energetycznej budynku						
		A	B	C	D	E	F	G
<b>Przygotowanie ciepłej wody</b>	domy rodzinne	≤ 12	13-24	25-36	37-48	49-60	61-72	> 72
	apartamentowce	≤ 13	14-26	27-39	40-52	53-65	66-78	> 78
	administracyjne budynki	≤ 4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24	> 24
	szkoła i budynki szkolne	≤ 6	7-12	13-18	19-24	25-30	31-36	> 36
	budynki szpitalne	≤ 26	27-52	53-78	79-104	105-130	131-156	> 156
	budynki hotelowe i restauracje	≤ 32	33-64	65-96	97-128	129-160	161-192	> 192
	hale sportowe i inne budynki przeznaczone do uprawiania sportu	≤ 6	7-12	13-18	19-24	25-30	31-36	> 36
	budynki dla usług hurtowych oraz sprzedaż detaliczna usługi	≤ 5	6-9	10-14	15-18	19-23	24-27	> 27

<b>C. Skala klasy energetycznej dla zapotrzebowania na energię do wentylacji i chłodzenia w kWh/(m<sup>2</sup> a)</b>								
	<b>Kategorie budynków</b>	<b>Klasy charakterystyki energetycznej budynku</b>						
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>
<b>Wymuszona wentylacja i chłodzenie</b>	domy rodzinne	nieokreślony						
	apartamentowce	nieokreślony						
	administracyjne budynki	≤ 15	16-30	31-45	46-59	60-74	75-89	> 89
	szkoła i budynki szkolne	nieokreślony						
	budynki szpitalne	≤ 26	27-51	52-76	77-101	102-126	127-152	> 152
	budynki hotelowe i restauracje	≤ 14	15-28	29-42	43-56	57-70	71-84	> 84
	hale sportowe i inne budynki przeznaczone do uprawiania sportu	nieokreślony						
	budynki dla usług hurtowych oraz sprzedaż detaliczna Usługi	≤ 33	34-66	67-99	100-132	133-165	166-198	> 198

<b>D. Skala klas energetycznych dla zapotrzebowania na energię oświetlenia w kWh/(m<sup>2</sup> a)</b>								
	<b>Kategorie budynków</b>	<b>Klasy charakterystyki energetycznej budynku</b>						
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>
<b>Oświetlenie</b>	domy rodzinne	nieokreślony						
	apartamentowce	nieokreślony						
	administracyjne budynki	≤ 15	16-30	31-45	46-60	61-75	76-90	> 90
	szkoła i budynki szkolne	≤ 9	10-18	19-27	28-36	37-45	46-54	> 54
	budynki szpitalne	≤ 16	17-32	33-48	49-64	65-80	81-96	> 96
	budynki hotelowe i restauracje	≤ 12	13-24	25-36	37-48	49-60	61-72	> 72
	hale sportowe i inne budynki przeznaczone do sportu	≤ 21	22-42	43-63	64-84	85-105	106-126	> 126
	budynki dla usług hurtowych oraz sprzedaż detaliczna usługi	≤ 37	38-74	75-111	112-148	149-185	186-222	> 222

<b>E. Skala klas energetycznych całkowitego zapotrzebowania na energię budynku w kWh/(m<sup>2</sup> a)</b>								
	Kategorie budynków	Klasy charakterystyki energetycznej budynku						
		A	B	C	D	E	F	G
Całkowite zapotrzebowanie na energię w budynku	domy rodzinne	≤ 55	56 - 110	111 - 165	166 - 220	221 - 275	276 - 330	> 330
	apartamentowce	≤ 40	41 - 79	80 - 119	120 - 158	159 - 198	199 - 237	> 237
	administracyjne budynki	≤ 62	63 - 124	125 - 186	187 - 247	248 - 309	310 - 371	> 371
	szkoła i budynki szkolne	≤ 43	44 - 86	87 - 129	130 - 172	173 - 215	216 - 258	> 258
	budynki szpitalne	≤ 103	104 - 205	206 - 307	308 - 409	410 - 511	512 - 614	> 614
	budynki hotelowe i restauracje	≤ 94	95 - 187	188 - 281	282 - 374	375 - 468	469 - 561	> 561
	hale sportowe i inne budynki przeznaczone do sportu	≤ 60	61 - 120	121 - 180	181 - 240	241 - 300	301 - 360	> 360
	budynki dla usług hurtowych i handlu detalicznego usługi	≤ 108	109 - 214	215 - 322	323 - 428	429 - 536	537 - 642	> 642

<b>F. Skala klas energetycznych wskaźnika globalnego - energia pierwotna w kWh/(m<sup>2</sup> a)</b>									
	Kategorie budynków	Klasy charakterystyki energetycznej budynku							
		A0*)	A1	B	C	D	E	F	G
Wskaźnik globalny - energia pierwotna	domy rodzinne	≤ 54	55-108	109-216	217-324	325-432	433-540	541-648	> 648
	apartamentowce	≤ 32	33-63	64-126	127-189	190-252	253-315	316-378	> 378
	administracyjne budynki	≤ 61	62-122	123-244	245-366	367-488	489-610	611-732	> 732
	budynki szkolne i szkoła	≤ 34	35-68	69-136	137-204	205-272	273-340	341-408	> 408
	budynki szpitalne	≤ 98	99-196	197-392	393-588	589-784	785-980	981-1176	> 1176
	budynki hotelowe	≤ 82	83-165	166-329	330-493	494-657	658-821	822-984	> 984

	i restauracje		164	328	492	656	820	984	
	hale sportowe i inne budynki przeznaczone do uprawiania sportu	≤ 46	47-92	93-184	185-276	277-368	369-460	461-552	> 552
	budynki dla usługi hurtowe oraz sprzedaż detaliczna usługi	≤ 107	108-214	215-428	429-642	643-856	857-1070	1071-1284	> 1284

Źródło: Dekret 324/2012

\*) Budynek spełniający wymóg globalnego wskaźnika klasy energetycznej A0 według kategorii budynku zalicza się do podklasy A0<sup>+</sup>, jeżeli energia jest rozpraszana lub magazynowana.

#### Uwagi:

- W przypadku budynków o przeznaczeniu mieszanym skalę oceny energetycznej wyznacza się z progów skali oceny energetycznej wskaźnika globalnego oddzielnie dla każdej części budynku poprzez średnią ważoną całkowitą powierzchnią użytkową każdej części budynku; całkowitą powierzchnią użytkową budynku dzieli się przez sumę zapotrzebowania na energię pomnożoną przez całkowitą powierzchnią użytkową odpowiedniej części budynku według miejsca jej zużycia. W przypadku, gdy w budynku chłodzone i wentylowane wymuszenie są tylko niektóre pomieszczenia, których łączna powierzchnia użytkowa, określona zgodnie z § 1 ust. 7, jest mniejsza niż 80 % całkowitej powierzchni użytkowej budynku, budynku nie ocenia się według lokalizacji zużycia energii na chłodzenie i wentylację; ocenie nie podlegają urządzenia technologiczne, takie jak kuchnie, serwerownie, garaże, maszynownie i kotłownie oraz inne pomieszczenia techniczne.
- Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania i chłodzenia oblicza się zgodnie z normą techniczną<sup>1)</sup> lub inną równoważną specyfikacją techniczną o porównywalnych lub bardziej rygorystycznych wymaganiach. W przypadku budynków o przeznaczeniu mieszanym skalę oceny energetycznej wyznacza się z progów skali oceny energetycznej wskaźnika globalnego oddzielnie dla każdej części budynku poprzez średnią ważoną całkowitą powierzchnią użytkową każdej części budynku; całkowitą powierzchnią użytkową budynku dzieli się przez sumę zapotrzebowania na energię pomnożoną przez całkowitą powierzchnią użytkową odpowiedniej części budynku według miejsca jej zużycia. W przypadku, gdy w budynku chłodzone i wentylowane wymuszenie są tylko niektóre pomieszczenia, których łączna powierzchnia użytkowa, określona zgodnie z § 1 ust. 7, jest mniejsza niż 80 % całkowitej powierzchni użytkowej budynku, budynku nie ocenia się według lokalizacji zużycia energii na chłodzenie i wentylację; ocenie nie podlegają urządzenia technologiczne, takie jak kuchnie, serwerownie, garaże, maszynownie i kotłownie oraz inne pomieszczenia techniczne.
- Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania i chłodzenia oblicza się zgodnie z normą techniczną<sup>30)</sup> lub inną równoważną specyfikacją techniczną o porównywalnych lub bardziej rygorystycznych wymaganiach.
- Na zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania i chłodzenia wpływają właściwości termotechniczne obiektów budowlanych. Wymagania dotyczące właściwości

<sup>30)</sup> STN EN ISO 52016-1 Charakterystyka energetyczna budynków. Obliczanie zapotrzebowania na ogrzewanie i chłodzenie, temperatur wewnętrznych oraz obciążeń cieplnych jawnych i utajonych. Część 1: Procedury obliczeniowe (73 0704).

termicznych konstrukcji budowlanych określa norma techniczna<sup>31</sup> lub inna podobna specyfikacja techniczna o porównywalnych lub bardziej rygorystycznych wymaganiach.

- e) Wpływ systemu ogrzewania na roczne zapotrzebowanie na energię cieplną oblicza się zgodnie z normami technicznymi<sup>32</sup> lub innymi równoważnymi specyfikacjami technicznymi o porównywalnych lub bardziej rygorystycznych wymaganiach, z uwzględnieniem strat ciepła w systemie ogrzewania i efektów regulacji oraz z uwzględnieniem rzeczywistej energii potrzebnej do pracy pomp, wentylatorów i systemów sterowania.
- f) Roczne zapotrzebowanie na energię do ogrzewania, na które mają wpływ odnawialne i nieodnawialne źródła energii, jest wytwarzane zgodnie z normami technicznymi<sup>33</sup> lub innymi równoważnymi specyfikacjami technicznymi o porównywalnych lub bardziej rygorystycznych wymaganiach.
- g) Roczne zapotrzebowanie na energię do podgrzewania znormalizowanej ilości wody pitnej należy obliczać zgodnie z normami technicznymi<sup>34</sup> lub innymi podobnymi specyfikacjami technicznymi o porównywalnych lub bardziej rygorystycznych wymaganiach, zapotrzebowanie na energię do dystrybucji ciepłej wody

---

<sup>31</sup> STN 73 0540-2+Z1+Z2 Ochrona cieplna budynków. Właściwości cieplne konstrukcji budowlanych i budynków. Część 2: Wymagania funkcjonalne. Wersja skonsolidowana (73 0540).

<sup>32</sup> STN EN 15316-1 Charakterystyka energetyczna budynków. Metoda obliczania zapotrzebowania na energię systemu i sprawności systemu. Część 1: Wyrażenie ogólne i charakterystyka energetyczna (06 0227). STN EN 15316-2 Charakterystyka energetyczna budynków. Metoda obliczania zapotrzebowania na energię systemu i sprawności systemu. Część 2: Systemy przesyłu ciepła i chłodu w przestrzeni (06 0237).

<sup>33</sup> STN EN 15316-4-1 Charakterystyka energetyczna budynków. Metoda obliczania zapotrzebowania na energię systemu i sprawności systemu. Część 4-1: Systemy ogrzewania i wytwarzania ciepłej wody użytkowej, systemy spalania (kotły, biomasa) (06 0237). STN EN 15316-4-2 Systemy grzewcze w budynkach. Metoda obliczania zapotrzebowania na energię systemu i sprawności systemu. Część 4-2: Systemy wytwarzania ciepła w pomieszczeniach, systemy pomp ciepła (06 0237). STN EN 15316-4-3 Charakterystyka energetyczna budynków. Metoda obliczania zapotrzebowania na energię systemu i sprawności systemu. Część 4-3: Systemy wytwarzania ciepła, słoneczne systemy grzewcze i fotowoltaiczne (06 0237). STN EN 15316-4-4 Charakterystyka energetyczna budynków. Metoda obliczania zapotrzebowania na energię systemu i sprawności systemu. Część 4-4: Systemy wytwarzania ciepła, systemy skojarzonego wytwarzania ciepła i energii elektrycznej zintegrowane z budynkami (06 0237). STN EN 15316-4-5 Charakterystyka energetyczna budynków. Metoda obliczania zapotrzebowania na energię systemu i sprawności systemu. Część 4-5: Ciepłownictwo i chłodnictwo (06 0237). STN EN 15316-4-6 Systemy grzewcze w budynkach. Metoda obliczania zapotrzebowania na energię systemu i sprawności systemu. Część 4-6: Systemy wytwarzania ciepła, systemy fotowoltaiczne (06 0237). STN EN 15316-4-7 Systemy grzewcze w budynkach. Metoda obliczania zapotrzebowania na energię systemu i sprawności systemu. Część 4-7: Systemy wytwarzania ciepła, systemy spalania biomasy (06 0237).

<sup>34</sup> STN EN 15316-3-1 Systemy grzewcze w budynkach. Metody obliczania zapotrzebowania na energię systemu i sprawności systemu. Część 3-1: Instalacje ciepłej wody użytkowej, charakterystyka zapotrzebowania na wodę w gniazdach (06 0237).



Tab. 13 Współczynniki przenikania ciepła konstrukcji

Współczynnik przenikania ciepła konstrukcji [W / (m <sup>2</sup> ·K)]									
Rodzaj konstrukcji budynku	Maksymalna wartość U <sub>max</sub> [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Standaryzowane (wymagany) Wartość U <sub>N</sub> [W/(m <sup>2</sup> ·K)] od 1. 1. 2013			Zalecana Wartość U <sub>ri</sub> [W/(m <sup>2</sup> ·K)] standaryzowana (wymagany) od 1. 1. 2016				
Ściana zewnętrzna i spadzisty dach powyżej przestrzeni mieszkalnej o nachyleniu > 45° c)	0,46	0,32			0,22				
Dach płaski i spadzisty ≤ 45 ° b)	0,30	0,20			0,15				
Sufit nad środowiskiem wewnętrznym a)	0,30	0,20			0,15				
Sufit pod nieogrzewaną przestrzenią b)	0,35	0,25			0,20				
Ściana z poziomym przepływem ciepła c) sufit z przepływem ciepła od dołu do góry b) sufit z przepływem ciepła od góry do dołu a) między wnętrzami o różnych temperaturach Temperatura powietrza w pomieszczeniu (oddzielne lokale): do 10 K do 15 K do 20 K do 25 K powyżej 25 K	Kierunek przepływu ciepła: A – poziomy; B – z dołu do góry; C – z góry do dołu								
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	2,75	3,35	2,30	1,50	1,70	1,35	1,10	1,10	0,85
	1,80	2,00	1,60	1,05	1,10	0,95	0,75	0,75	0,60
	1,30	1,45	1,20	0,80	0,85	0,75	0,60	0,60	0,50
	1,05	1,10	0,95	0,65	0,70	0,60	0,55	0,50	0,40
0,80	0,85	0,75	0,45	0,50	0,40	0,40	0,40	0,30	
Opór przenikania ciepła na zewnętrznej powierzchni wynosi R <sub>se</sub> = 0,04 [(m <sup>2</sup> ·K)/W]									
a) Opór przenikania ciepła na wewnętrznej powierzchni konstrukcji wynosi R <sub>si</sub> = 0,17 [(m <sup>2</sup> ·K)/W] (przepływ ciepła od góry do dołu).									
b) Odporność na przenikanie ciepła na wewnętrznej powierzchni konstrukcji wynosi R <sub>si</sub> = 0,10 [(m <sup>2</sup> ·K)/W] (strumień ciepła od dołu do góry).									
c) Odporność na przenikanie ciepła na wewnętrznej powierzchni konstrukcji wynosi R <sub>si</sub> = 0,13 [(m <sup>2</sup> ·K)/W] (strumień ciepła w poziomie).									

Źródło: Dekret 324/2012

**Wymagania minimalne, zawarte w normie krajowej STN 73 0540-2:2019**

Rozporządzenie/Dekret 324/2012 został zawarte odniesienie do normy krajowej STN 73 0540-2:2019 „Obiekty budowlane oraz elementy wchodzące w ich skład, tworzące przegrody

zewnątrzne budynku, powinny spełniać wymagania normy technicznej [STN 73 0540-2 Ochrona cieplna budynków. Właściwości cieplne konstrukcji budowlanych i budynków. Część 2: Wymagania funkcjonalne]”.

Wymagania izolacyjności cieplnej, dotyczące współczynnika przenikania ciepła  $U$  elementów przegród zewnętrznych i energii potrzebnej do ogrzewania budynku są określone w normie krajowej STN 73 0540-2:2019 w zakresie ochrony cieplnej.

W Tab. 14 przedstawiono minimalne wartości współczynnika przenikania ciepła dla przegród pełnych w okresie stopniowego zaostrażania przepisów od 2013 roku do 2021, kiedy zaczął obowiązywać standard budynków nZEB.

**Tab. 14 Wartości minimalne współczynnika przenikania ciepła  $U$  dla przegród pełnych obowiązujące dla standardu nZEB na Słowacji w 2013, 2016 oraz 2021 roku**

Współczynnik przenikania ciepła konstrukcji [W / (m <sup>2</sup> ·K)]									
Rodzaj konstrukcji budynku	Maksymalna wartość $U_{max}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)] od 1. 1. 2013	Wartość docelowa							
		$U_2$ standaryzowany (wymagany) od 1. 1. 2016	$U_3$ Zalecana (od 1. 1. 2021)						
Ściana zewnętrzna i spadzisty dach powyżej przestrzeni mieszkalnej o nachyleniu > 45° c)	0,46	0,22	0,15						
Dach płaski i spadzisty ≤ 45 ° b)	0,30	0,15	0,10						
Sufit nad środowiskiem wewnętrznym a)	0,30	0,15	0,10						
Sufit pod nieogrzewaną przestrzenią b)	0,35	0,20	0,15						
Ściana z poziomym przepływem ciepła c) sufit z przepływem ciepła od dołu do góry b) sufit z przepływem ciepła od góry do dołu a) między wnętrzami o różnych temperaturach powietrza w pomieszczeniu (oddzielne lokale): do 10 K do 15 K do 20 K do 25 K powyżej 25 K	Kierunek przepływu ciepła A – poziomy; B – z dołu do góry; C – z góry do dołu								
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	2,75	3,35	2,30	1,10	1,10	0,85	1,00	0,95	0,60
	1,80	2,00	1,60	0,75	0,75	0,60	0,70	0,50	0,35
	1,30	1,45	1,20	0,60	0,60	0,50	0,55	0,35	0,25
	1,05	1,10	0,95	0,55	0,50	0,40	0,45	0,30	0,20
0,80	0,85	0,75	0,40	0,40	0,30	0,35	0,25	0,15	
Opór przenikania ciepła na zewnętrznej powierzchni wynosi $R_{se} = 0,04$ [(m <sup>2</sup> ·K)/W]									
a) Opór przenikania ciepła na wewnętrznej powierzchni konstrukcji wynosi $R_{si} = 0,17$ [(m <sup>2</sup> ·K)/W] (przepływ ciepła od góry do dołu).									
b) Odporność na przenikanie ciepła na wewnętrznej powierzchni konstrukcji wynosi $R_{si} = 0,10$ [(m <sup>2</sup> ·K)/W] (strumień ciepła od dołu do góry).									
c) Odporność na przenikanie ciepła na wewnętrznej powierzchni konstrukcji wynosi $R_{si} = 0,13$ [(m <sup>2</sup> ·K)/W] (strumień ciepła w poziomie).									

Źródło: Dekret 324/2012

W Tab. 15 przedstawiono minimalne wartości współczynnika przenikania ciepła dla okien i drzwi w okresie stopniowego zaostrzania przepisów od 2013 roku do 2021, kiedy zaczął obowiązywać standard budynków nZEB.

**Tab. 15 Wartości minimalne współczynnika przenikania ciepła U dla okien i drzwi obowiązujące od 2013 roku oraz dla standardu nZEB na Słowacji od 2021 roku**

<b>Współczynnik przenikania ciepła <math>W/(m^2 \cdot K)</math> <sup>5)</sup></b>					
Konstrukcja/komponent	Maksymalna wartość $U_{W,max}$	Standaryzowane (wymagany) Wartość $U_{W,N}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)] <b>od 1. 1. 2013</b>	Zalecana Wartość $U_{W,r1}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)] standaryzowana (wymagany) od <b>1. 1. 2016</b>	Wartość docelowa <b>od 1. 1. 2021</b> $U_{W,r2}$ standaryzowane (wymagany)	Wartość docelowa <b>od 1. 1. 2021</b> $U_{W,r3}$ Zalecana
Okna, drzwi <sup>2)</sup> w ścianie zewnętrznej <sup>3)</sup>	1,70	1,40	1,00	0,85	0,65
Okna pod kątem konstrukcja dachu	1,70 <sup>4)</sup>	1,50 <sup>4)</sup>	1,40 <sup>4)</sup>	1,20 <sup>4)</sup>	1,00 <sup>4)</sup>
Drzwi do innych lokali - bez przedsionka - z przedsionkiem	4,30 5,50	3,00 4,00	2,59 3,00	≤ 2,00 ≤ 2,00	
<p><sup>1)</sup> Dotyczy budynków, w których w przeszłości dokonano częściowych zmian budowlanych.  <sup>2)</sup> Dotyczy drzwi balkonowych, tarasowych lub tzw. okien francuskich wykonane z tych samych elementów konstrukcyjnych co okna  <sup>3)</sup> Wymagania nie dotyczą podwieszanych ścian i lekkich okładzin obwodowych.  <sup>4)</sup> Okno dachowe ocenia się zgodnie z STN EN ISO 673, biorąc pod uwagę nachylenie okna dachowego podczas montażu:  - nachylenie od 20o do ≤ 40o pogarsza szyby zespolone o +0,4 W/(m<sup>2</sup>·K) i potrójne o +0,2 W/(m<sup>2</sup>·K),  - nachylenie od 40o do ≤ 60o pogarsza podwójne szyby o + 0,3 W/(m<sup>2</sup>·K) i potrójne o + 0,2 W/(m<sup>2</sup>·K),  - nachylenie od 60o do ≤ 70o pogarsza szyby zespolone o +0,2 W/(m<sup>2</sup>·K) i potrójne o +0,1 W/(m<sup>2</sup>·K),  - przy spadku powyżej 70o wartość oszkleń Ug nie pogarsza się.  <sup>5)</sup> Wymagania dotyczą okien zewnętrznych o powierzchni co najmniej 1,8 m<sup>2</sup>.</p>					

Źródło: Dekret 324/2012

### **Wymagania efektywności energetycznej budynków**

Budynki spełniają kryterium energetyczne, jeżeli w zależności od współczynnika kształtu budynku mają określoną zapotrzebowanie na ciepło:

$$QH, nd \leq QH, nd, N$$

gdzie:

$QH, nd, N$  jest znormalizowaną wartością jednostkowego zapotrzebowania na ciepło zgodnie z tabelicą 4 oraz tabelicą 5, określoną w [kWh/(m<sup>2</sup>a)] dla budynków mieszkalnych i niemieszkalnych.

QH, nd to jednostkowe zapotrzebowanie na ciepło określone zgodnie z normą w [kWh/(m<sup>2</sup>·a)] lub w [kWh/(m<sup>3</sup>·a)].

Minimalne wymagania dla QEP w normie 73 0540-2 + Z1 + Z2: 2019 określono z uwzględnieniem kategorii budynku.

Warunek spełnienia wymagań efektywności energetycznej budynków wyrażony jest wzorem:

$$QEP \leq QN, EP$$

gdzie:

QN,EP jest znormalizowaną wartością zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania w celu osiągnięcia efektywności energetycznej budynku, [kWh / (m<sup>2</sup>·a)], zgodnie z tabelą 6 oraz 7;

QEP to zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania w celu wykazania spełnienia wymagań minimalnych [kWh / (m<sup>2</sup>·a)].

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania należy wykonać zgodnie z STN EN ISO 52016-1 metodą miesięczną odpowiednią dla warunków podanych w normie lub metodą godzinową. Dla budynków mieszkalnych przy nieprzerwanym ogrzewaniu metoda sezonowa może być wykorzystana jako ocena informacyjna.

**Tab. 16 Wartości QH, nd, N obowiązujące na Słowacji od 2013 oraz 2016 roku**

Współczynnik kształtu [1/m]	Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania w kWh / (m <sup>2</sup> · a)					
	Maksymalne wymaganie QH,nd,max		Standaryzowane (wymagany) QH,nd,N od 1. 1. 2013		Zalecana wartość standaryzowany (wymagany) od 1. 1. 2016	
	QH,nd,max1 kWh/(m <sup>2</sup> a)	QH,nd,max2 kWh/(m <sup>3</sup> a)	QH,nd,N1 kWh/(m <sup>2</sup> a)	QH,nd,N1 kWh/(m <sup>3</sup> a)	QH,nd,r1,1 kWh/(m <sup>2</sup> a)	QH,nd,r1,2 kWh/(m <sup>3</sup> a)
≤ 0,3	70,00	25,00	50,00	17,90	25,00	8,93
0,4	78,60	28,10	57,10	20,40	28,55	10,20
0,5	87,10	31,10	64,30	23,00	32,15	11,49
0,6	95,70	34,20	71,40	25,50	35,70	12,75
0,7	104,30	37,50	78,60	28,10	39,30	14,04
0,8	112,90	40,30	85,70	30,60	42,85	15,31
0,9	121,40	43,40	92,90	33,20	46,45	16,60
≥ 1,0	130,00	46,50	100,00	36,70	50,00	17,86

Źródło: Dekret 324/2012

**Tab. 17 Wartości  $Q_{H,nd,N}$  obowiązujące na Słowacji dla standardu nZEB od 2021 roku**

Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania w kWh / (m <sup>2</sup> · a)				
Wartość docelowa $Q_{H,nd}$ od 1. 1. 2021				
Współczynnik kształtu [1/m]	$Q_{H,nd,r2}$ standaryzowany (wymagany)		$Q_{H,nd,r3}$ Zalecana	
	$Q_{H,nd,r2,1}$ kWh/(m <sup>2</sup> a)	$Q_{H,nd,r2,2}$ kWh/(m <sup>3</sup> a)	$Q_{H,nd,r3,1}$ kWh/(m <sup>2</sup> a)	$Q_{H,nd,r3,2}$ kWh/(m <sup>3</sup> a)
≤ 0,3	25,00	8,93	12,50	4,47
0,4	28,55	10,20	14,28	5,10
0,5	32,15	11,49	16,08	5,75
0,6	35,70	12,75	17,85	6,38
0,7	39,30	14,04	19,65	7,02
0,8	42,85	15,31	21,43	7,66
0,9	46,45	16,60	23,23	8,30
≥ 1,0	50,00	17,86	25,00	8,93

Źródło: Dekret 324/2012

**Tab. 18 Wartości wskaźnika  $Q_{EP}$  w zależności od kategorii budynków.**

Kategorie budynków	Wartości zapotrzebowania na ciepło $Q_{EP}$			
	Standaryzowana Wartość $Q_{N, EP}$ <b>od 1. 1. 2013</b>	Zalecana Wartość $Q_{r1, EP}$ <b>od 1. 1. 2016</b>	Wartość docelowa <b>od 1. 1. 2021</b>	
			Maksymalna $Q_{r3, EP}$	Zalecana $Q_{r3, EP}$
	kWh/(m <sup>2</sup> a)			
Budynki jednorodzinne	81,4	40,7	40,7	20,4
Wielorodzinne budynki mieszkalne	50,0	25,0	25,0	12,5
Budynki biurowe	53,5	26,8	26,8	13,4
Szkoły i budynki szkolne	53,2	27,6	27,6	13,8
Budynki szpitalne	66,3	33,2	33,2	16,6
Budynki hotelowe i restauracyjne	67,4	33,7	33,7	16,9
Hale sportowe i inne budynki przeznaczone do uprawiania sportu	63,0	31,5	31,5	15,8
Budynki do sprzedaży hurtowej i usług detalicznych	61,7	30,9	30,9	15,5

Źródło: Dekret 324/2012

### 5.3 Czechy

Spełnienie wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej budynków od 1 września 2020 r., tj. po wejściu w życie rozporządzenia nr 264/2020 Dz.U. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków w Czechach.

Ustawa nr 406/2000 Dz.U. o gospodarce energetycznej z późniejszymi zmianami [<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-406>] (Aktualna wersja 01.02.2022 - 30.06.2023) stanowi w § 7 ust. 1, że w przypadku budowy nowego budynku inwestor jest zobowiązany do spełnienia wymagań dotyczących efektywności energetycznej budynku zgodnie z aktami wykonawczymi oraz przy składaniu wniosku o pozwolenie na budowę, wniosków o wspólne

pozwolenie na postawienie i zatwierdzenie budynku, wnioski o dokonanie zmian w budynku przed jego ukończeniem mających wpływ na jego energooszczędność lub ogłoszenie o budowie, aby udowodnić to świadectwem efektywności energetycznej budynku [...].

W przypadku istotnej zmiany ukończonego budynku ta sama ustawa w § 7 ust. 2 stanowi, że budowniczy, właściciel budynku, stowarzyszenie właścicieli lokali lub w przypadku, gdy stowarzyszenie właścicieli lokali nie zostało utworzone, zarządca jest zobowiązany do spełnienia wymagań dotyczących efektywności energetycznej budynku zgodnie z przepisami wykonawczymi. Budowniczy nie później niż do dnia złożenia wniosku o pozwolenie na budowę lub wniosku o wspólne pozwolenie na lokalizację i dopuszczenie budynku, ogłoszenia budowy lub złożenia wniosku o pozwolenie na zmianę budynku przed jego ukończenia mającego wpływ na jego efektywność energetyczną, lub w dniu ogłoszenia takiej zmiany i innych osób zgodnie z wyrokiem pierwszym w przypadku istotnej zmiany ukończonego budynku, niewymagającej pozwolenia na budowę lub zgłoszenia, najpóźniej przed początek tej zmiany są zobowiązani do dostarczenia świadectwa efektywności energetycznej budynku, które zawiera ocenę [...].

Do 31.08.2020 r. ww. rozporządzeniem wykonawczym do ustawy o gospodarce energetycznej ustalającym wymagania w zakresie charakterystyki energetycznej było rozporządzenie nr 78/2013 Dz.U. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków z późniejszymi zmianami. 1 września 2020 r. weszło w życie rozporządzenie nr 264/2020 Dz.U. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków, które uchyla rozporządzenie nr 78/2013 Dz.U. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków, które m.in. modyfikuje niektóre parametry budynku referencyjnego oraz doprecyzowuje procedurę obliczania efektywności energetycznej budynku (więcej szczegółów na temat nowego rozporządzenia wykonawczego na stronie internetowej MPO i SEI ).

Z powyższego wynika, że jeżeli budowniczy, właściciel lub SVJ wystąpi o pozwolenie na budowę po 1 września 2020 r., do wniosku musi już być dołączone świadectwo efektywności energetycznej opracowane zgodnie z nowym rozporządzeniem, tj. rozporządzeniem nr 264/2020 Coll., w sprawie wymagań energetycznych budynków, który wykazuje zgodność z wymaganiami dla wymagań energetycznych budynków zgodnie z tym nowym rozporządzeniem.

Dekret w sprawie charakterystyki energetycznej budynków podzielony jest na 12 paragrafów oraz załączniki.

Rozporządzenie/Dekret określa zasady dotyczące:

- a. optymalnego pod względem kosztów poziomu wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej dla nowych budynków, gruntownego remontu w budynkach ukończonych, innych niż gruntowe zmiany w budynkach ukończonych oraz dla budynków o niemal zerowym zużyciu energii,
- b. sposobu obliczania efektywności energetycznej budynku,
- c. modelu oceny wykonalności technicznej, ekonomicznej i ekologicznej alternatywnych systemów zaopatrzenia w energię,
- d. modelu ustalania zalecanych środków zmniejszających efektywność energetyczną budynku,
- e. formy i treści karty oraz sposób jej przetwarzania
- f. lokalizacji karty w budynku.

## Podstawowe definicje

- a. budynek referencyjny to określony obliczeniowo budynek tego samego typu, o tym samym kształcie geometrycznym i rozmiarze, w tym przeszklonych powierzchniach i częściach, o tej samej orientacji względem punktów kardynalnych, osłonięciu otaczającymi budynkami i przeszkodami naturalnymi, takim samym układzie wewnętrznym i z to samo typowe zastosowanie i te same brane pod uwagę dane klimatyczne jak oceniany budynek, ale z wartościami referencyjnymi właściwośći budynku, jego konstrukcji i instalacji technicznych budynku,
- b. typowe użytkowanie budynku oznacza zwyczajowy sposób użytkowania budynku zgodnie z warunkami środowiska wewnętrznego i zewnętrznego oraz eksploatacją ustalonymi na potrzeby obliczania efektywności energetycznej budynku,
- c. środowisko zewnętrzne oznacza powietrze zewnętrzne, powietrze w przyległych nieogrzewanych pomieszczeniach, przyległy grunt, sąsiedni budynek, a w przypadku oceny całej części budynku również inną sąsiednią strefę,
- d. strefa mieszkaniowa to strefa, w której znajdują się mieszkania i pomieszczenia pełniące funkcje komunikacji domowej i wyposażenia domu dla tych mieszkań, z wyjątkiem garażu w budynku mieszkalnym lub w części mieszkalnej budynku o innym przeznaczeniu,
- e. wentylacja naturalna oparta na zasadzie różnicy temperatur i ciśnień pomiędzy powietrzem wewnętrznym i zewnętrznym,
- f. wentylacja wymuszona za pomocą urządzenia mechanicznego,
- g. nośnik energii to materia lub zjawisko, które może być wykorzystane do wytworzenia pracy mechanicznej lub cieplnej lub do sterowania procesami chemicznymi lub fizycznymi,
- h. obliczeniowe zużycie energii, które określa się na podstawie zapotrzebowania na energię do zapewnienia typowego użytkowania budynku, w tym sprawności instalacji technicznych, w przypadku zużycia paliwa zużycie energii jest związane z wartością opałową paliwa,
- i. energię pomocniczą potrzebną do pracy systemów technicznych,
- j. energia pierwotna z nieodnawialnych źródeł energii energia, która nie została przetworzona; jego wielkość obliczana jest z wykorzystaniem wskaźników energii pierwotnej z nieodnawialnych źródeł energii,
- k. technologia urządzeń znajdujących się wewnątrz budynku lub na zewnątrz budynku w obszarze z układem lokalnym, który nie wchodzi w skład układów technicznych ocenianego budynku, a którego zużycie energii nie jest wliczane do całkowitej dostarczonej energii ocenianego budynku,
- l. ciepło odpadowe z technologii, energia cieplna, która powstaje jako produkt uboczny w technologii i która może być wykorzystana jako nośnik energii dla energii dostarczonej częściowo, jeżeli produkcja tej energii cieplnej nie została uwzględniona w całości dostarczonej energii ocenianego budynku,
- m. przegroda zintegrowanej części budynku oznacza zespół wszystkich struktur wymiany ciepła na granicy zintegrowanej części budynku, które są wystawione na sąsiednie środowisko, na które składa się powietrze zewnętrzne, sąsiednia gleba, powietrze wewnętrzne w sąsiednia przestrzeń nieogrzewana lub sąsiedni budynek lub przyległa strefa budynku nie wchodząca w integralną część budynku.

W § 3 opisano wskaźniki efektywności energetycznej budynku i sposób ich wyznaczania.



Wskaźniki efektywności energetycznej budynku to:

- a. energia pierwotna z nieodnawialnych źródeł energii odniesiona do metra kwadratowego powierzchni odniesienia energii,
- b. całkowita energia dostarczona rocznie w przeliczeniu na metr kwadratowy powierzchni związanej z energią,
- c. częściowe dostarczanie energii dla systemów technicznych ogrzewania, chłodzenia, wentylacji wymuszonej, regulacji wilgotności powietrza, przygotowania ciepłej wody i oświetlenia wnętrza budynku w skali roku, w przeliczeniu na metr kwadratowy powierzchni związanej z energią,
- d. średni współczynnik przenikania ciepła,
- e. współczynniki przenikania ciepła poszczególnych konstrukcji na granicy systemu,
- f. sprawność systemów technicznych.

Wartości wskaźników efektywności energetycznej ocenianego budynku i budynku referencyjnego określa się na podstawie obliczeń na podstawie dokumentacji projektowej i zgodnie z metodyką oceny efektywności energetycznej budynku zgodnie z załącznikiem nr 5. W przypadku gotowych budynków dane wejściowe do obliczeń muszą być zgodne z aktualnym stanem budynku.

Do obliczenia wartości wskaźników charakterystyki energetycznej budynku referencyjnego wartości parametrów budynku, elementów budynku oraz konstrukcji i systemów technicznych budynku wymienionych w załączniku nr 1 oraz parametry typowego użytkownika budynku, które opiera się na optymalnym poziomie zdrowego środowiska wewnętrznego, jakości powietrza wewnętrznego i komforcie termicznym.

Obliczenie całkowitej dostarczonej energii i częściowej dostarczonej energii dla systemów technicznych ogrzewania, chłodzenia, wentylacji wymuszonej, regulacji wilgotności powietrza, przygotowania ciepłej wody i oświetlenia wnętrza budynku przeprowadza się zgodnie z § 4.

Obliczenie energii pierwotnej z nieodnawialnych źródeł energii przeprowadza się zgodnie z § 5. Obliczenie średniego współczynnika przenikania ciepła i współczynników przenikania ciepła poszczególnych konstrukcji na granicy systemu odbywa się zgodnie z czeską normą techniczną dotyczącą metod obliczeniowych ochrony cieplnej budynków [ČSN 73 0540-4 Ochrona cieplna budynków – Część 4: Metody obliczeniowe]. Obliczenia sprawności systemów technicznych ogrzewania, chłodzenia, wentylacji wymuszonej, regulacji wilgotności powietrza, przygotowania ciepłej wody i oświetlenia wnętrza budynku przeprowadza się zgodnie z odpowiednimi czeskimi normami technicznymi.

W § 4 przedstawiono założenia do obliczeń dostarczonej do budynku energii. Dostarczona energia jest sumą obliczonego zużycia energii i energii pomocniczej. Obliczenie całkowitej dostarczonej energii i częściowej dostarczonej energii odbywa się przy użyciu metody obliczeniowej z interwałem obliczeniowym nie dłuższym niż jeden miesiąc i według poszczególnych stref. W budynkach lub strefach z chłodzeniem, kontrolą wilgotności lub wytwarzaniem energii elektrycznej obliczenia wykonywane są w odstępie nie dłuższym niż jedna godzina. Całkowita energia dostarczona do budynku jest określona przez sumę energii częściowo dostarczonych i jest również wyrażona przez poszczególne nośniki energii. Częściowo dostarczona energia do ogrzewania jest określana jako suma obliczonego zużycia energii na ogrzewanie i energii pomocniczej na eksploatację instalacji technicznej do ogrzewania zgodnie z czeską normą techniczną do obliczania zapotrzebowania na energię

do ogrzewania i chłodzenia [ČSN EN ISO 52016-1 Efektywność energetyczna budynków – Energia potrzebna do ogrzewania i chłodzenia pomieszczeń wewnętrznych oraz jawne i utajone obciążenie cieplne – Część 1: Procedury obliczeniowe] oraz czeskiego standardu technicznego dla systemów grzewczych w budynkach [ČSN EN 15316-1 Charakterystyka energetyczna budynków – Metoda obliczania zapotrzebowania energetycznego i sprawności systemu – Część 1: Wymagania ogólne i wyrażenie charakterystyki energetycznej, Moduł M3-1, M3-4, M3-9, M8-1, M8 -4. ČSN EN 15316-2 Efektywność energetyczna budynków – Metoda obliczania zapotrzebowania energetycznego i efektywności systemu – Część 2: Części wspólnych systemów (ogrzewanie i chłodzenie), Moduł M3-5, M4-5. ČSN EN 15316-4 Charakterystyka energetyczna budynków – Metoda obliczania potrzeb energetycznych i sprawności systemu – Część 4-1: Produkcja ciepła do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody, urządzenia do spalania (kotły, biomasa), Moduł M3-8-1, M8-8-1, Część 4-2: Produkcja ciepła do ogrzewania, Pompy ciepła, Moduł M3-8-2, M8-8-2, Część 4-3: Produkcja ciepła, systemy fotowoltaiczne i solarne, Moduł M3-8- 3 , M8-8-3, M11-8-3, Część 4-4: Części systemów wytwarzania ciepła, zintegrowane wytwarzanie ciepła i energii elektrycznej w budynku, Moduł M8-3-4, M8-8-4, M8-11 - 4, Część 4-5: Systemy zaopatrzenia w ciepło i chłód, Moduł M3-8-5, M4-8-5, M8-8-5, M11-8-5] z wykorzystaniem wartości typowego użytkownika budynków, które opiera się na optymalnym poziomie zdrowego środowiska wewnętrznego, jakości powietrza w pomieszczeniach i komforcie termicznym.

Częściowo dostarczona energia do chłodzenia jest określana jako suma obliczonego zużycia energii na chłodzenie i energii pomocniczej na eksploatację systemu technicznego chłodzenia zgodnie z czeską normą techniczną do obliczania zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia. W taki sam sposób określa się częściową dostarczoną energię na wentylację wymuszoną oraz częściową energię dostarczoną do regulacji wilgotności powietrza i częściową energię dostarczoną do przygotowania ciepłej wody. Częściowo dostarczoną energię na oświetlenie wnętrza budynku określa się jako sumę obliczonego zużycia energii na oświetlenie wnętrza budynku i energii pomocniczej na działanie systemu technicznego oświetlenia wnętrza budynku zgodnie z czeska norma techniczna dotycząca oceny energetycznej budynków regulująca wymagania energetyczne dla oświetlenia wnętrz budynków [ČSN EN 15193-1 Efektywność energetyczna budynków – Wymagania energetyczne dla oświetlenia – Część 1: Specyfikacje, moduł M9].

W § 5 podano zasady dotyczące obliczania energii pierwotnej z nieodnawialnych źródeł energii. Energia pierwotna z nieodnawialnych źródeł energii dla ocenianego budynku obliczana jest jako suma iloczynów dostarczonej energii podzielona przez poszczególne nośniki energii, wyznaczona zgodnie z § 4 i odpowiednimi współczynnikami energii pierwotnej z energii nieodnawialnej źródła wymienione w załączniku nr 3. W przypadku dostarczania wytworzonej energii na zewnątrz budynku, z tą samą procedurą, energia pierwotna z nieodnawialnych źródeł energii obejmuje zarówno energię dostarczoną na zewnątrz budynku, jak i energię zużytą do jej wytworzenia. Do celów określenia energii pierwotnej z nieodnawialnych źródeł energii dla ocenianego budynku zgodnie z ust. 1 wiarygodność produkcji energii jest ograniczona w następujący sposób: instalacje techniczne wytwarzające energię do jej wykorzystania w budynku lub do jej dostarczania na zewnątrz budynku muszą być zlokalizowane w granicach systemu w ocenianym budynku, na ocenianym budynku, ale najdalej na obiektach pomocniczych obsługujących oceniany budynek, którymi są głównie wiaty parkingowe, ogrodzenia, mury oporowe, nawierzchnie utwardzone lub na terenie

bezpośrednio przylegającym do budynku; energię wytworzoną z instalacji technicznych zalicza się do energii pierwotnej z nieodnawialnych źródeł energii dla ocenianego budynku tylko wtedy, gdy nie jest uwzględniona w ocenie energochłonności innych budynków, jeżeli instalacje techniczne są wykorzystywane wyłącznie dla budynku znamionowego, do energii pierwotnej z nieodnawialnych źródeł energii wliczana jest tylko ich produkcja energii zużytej na każdym etapie przedziału obliczeniowego, ale nie więcej niż ilość odpowiedniej energii częściowej dostarczonej budynku znamionowego określona na podstawie obliczeń zgodnie z § 4, jeżeli systemy wytwarzania energii technicznej są przyłączone do systemu elektroenergetycznego lub systemu zaopatrzenia w energię ciepłą, to cała ich produkcja energii zużyta w każdym kroku przedziału obliczeniowego jest wliczana do energii pierwotnej z nieodnawialnego źródła energii, ale co najwyżej na poziomie dwukrotności całkowitej dostarczonej energii budynku ocenionego na podstawie obliczeń zgodnie z § 4.

Dla budynku referencyjnego oblicza się energię pierwotną z nieodnawialnych źródeł energii

- przez pomnożenie wyliczonego zużycia energii i energii pomocniczej dla poszczególnych układów technicznych przez współczynniki energii pierwotnej z nieodnawialnych źródeł energii według rodzajów zużycia wymienionych w tabeli nr 4 załącznika nr 1 do rozporządzenia;
- poprzez zmniejszenie wartości energii pierwotnej z nieodnawialnych źródeł energii o wartość wskazaną w tabeli nr 5 załącznika nr 1.

W § 6 określono wymagania dotyczące efektywności energetycznej budynku ustalone na poziomie optymalnym pod względem kosztów.

Wymagania dotyczące efektywności energetycznej budynku o niemal zerowym zużyciu energii oraz budynku o niemal zerowym zużyciu energii od 1 stycznia 2022 r., określone na podstawie obliczeń na poziomie optymalnym pod względem kosztów, są spełnione, jeżeli wartości wskaźniki efektywności energetycznej ocenianego budynku wymienione w § 3 ust. 1 lit. a), b) i d) nie są wyższe niż wartości referencyjne wskaźników efektywności energetycznej dla budynku referencyjnego.

Wymogi dotyczące efektywności energetycznej dla gruntownej modernizacji ukończonego budynku oraz dla innej istotnej zmiany ukończonego budynku, określone na podstawie obliczeń na poziomie optymalnym pod względem kosztów, są spełnione, jeżeli:

- a. wartości wskaźników efektywności energetycznej ocenianego budynku wymienione w § 3 ust. 1 lit a) i d) nie są wyższe niż wartości referencyjne tych wskaźników efektywności energetycznej dla budynku referencyjnego,
- b. wartości wskaźników efektywności energetycznej ocenianego budynku wymienione w § 3 ust. 1 lit b) i d) nie są wyższe niż wartości referencyjne tych wskaźników efektywności energetycznej dla budynku referencyjnego, lub
- c. wartość wskaźnika efektywności energetycznej ocenianego budynku dla wszystkich nowych i zmienionych elementów konstrukcyjnych przegród budowlanych, o których mowa w § 3 ust. 1 lit. e) nie jest wyższa niż wartość referencyjna tego wskaźnika energochłonności wymienionego w tabeli nr 2 załącznika nr 1 oraz
- d. wartość wskaźnika efektywności energetycznej ocenianego budynku dla wszystkich zmienionych układów technicznych budynku, o których mowa w § 3 ust. 1 lit. f) nie jest niższa niż wartość referencyjna tego wskaźnika energochłonności wymienionego w tabeli nr 3 załącznika nr 1.

W przypadku zmian w ukończonym budynku, w którym całkowita powierzchnia referencyjna energii zostaje rozszerzona do co najmniej dwuipółkrotności pierwotnej całkowitej powierzchni referencyjnej energii, muszą zostać spełnione wymagania dotyczące całego budynku. Wskaźnik zmiany całkowitej powierzchni przegród zewnętrznych budynku dla celów § 2 ust. 1 lit. s) określa powierzchnię przegród budynku po dokonaniu zmian w zrealizowanym budynku.

W § 9 określono wzór i treść certyfikatu energetycznego budynku. Między innymi certyfikat musi zawierać klasyfikację budynku w klasach efektywności energetycznej (zwaną „klasą energetyczną”). Klasy energetyczne od A do G, których brzmienie i wartości dla ich górnej granicy podane są w załączniku nr 2, ustala się dla energii dostarczonej ogółem, energii pierwotnej z nieodnawialnych źródeł energii, energii dostarczonej częściowo oraz średni współczynnik przenikania ciepła i są stosowane w graficznym przedstawieniu certyfikatu zgodnie z załącznikiem nr 4. Granice klas energetycznych określa się na podstawie wartości odniesienia sklasyfikowanego wskaźnika efektywności energetycznej budynku ER, który jest określany jednolicie dla warunków odniesienia określonych dla budynku o prawie zerowym zużyciu energii z dnia 1 stycznia 2022 r. w załączniku nr 1. Przy zmianie gotowego budynku, budowie budynku o niemal zerowym zużyciu energii oraz przy sprzedaży lub wynajmie istniejącego budynku od 1 stycznia 2022 r. obowiązuje ta sama skala klas klasyfikacyjnych jak dla budynku o niemal zerowym zużyciu energii.

Załącznik nr 1 do Rozporządzenia nr 264/2020 podaje parametry i wartości budynku referencyjnego, wartości referencyjne dla nowych i wymienionych elementów konstrukcyjnych przegród budowlanych oraz wartości referencyjne dla nowych i wymienionych systemów technicznych budynku.

Parametry i wartości budynku referencyjnego są ustalane w taki sposób, aby zapewnić optymalny kosztowo poziom efektywności energetycznej budynków i elementów budynku, obliczonej dla ich oczekiwanego ekonomicznego cyklu życia zgodnie z porównawczymi ramami metodologicznymi [Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/844 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków oraz dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej], w odniesieniu do osiągnięcia optymalnego poziomu zdrowego środowiska wewnętrznego, jakości powietrza w pomieszczeniach i komfortu cieplnego.

Parametry i ich wartości wymienione w tabelach 1, 4 i 5 Załącznika 1 charakteryzują budynek referencyjny. Dla parametrów wpływających na obliczenie efektywności energetycznej budynku, dla których nie ustalono wartości referencyjnych, stosuje się wartości identyczne z projektowanym budynkiem. W tabelach 2 i 3 Załącznika 1 wymieniono parametry i ich wartości odniesienia dla nowych i zmienionych elementów konstrukcyjnych przegród zewnętrznych oraz dla nowych i zmienionych systemów technicznych budynku w ramach zmian ukończonego budynku wyłącznie w celu wykazania wymagań według właściwości tych elementów.

Wartość referencyjną średniego współczynnika przenikania ciepła budynku  $U_{em,R}$  wyznacza się zgodnie z zależnością:

$$U_{em,R} = \sum H_{T,R,j} / \sum A_j + f_R \cdot \Delta U_{em,R}$$

gdzie:

$H_{T,R,j}$  oznacza referencyjny przepływ ciepła przez  $j$ -tą strukturę wymiany ciepła przegród zewnętrznych budynku, w W/K, określony zgodnie z ust. 5;

$A_j$  powierzchnię  $j$ -tej konstrukcji wymiennika ciepła przegród zewnętrznych budynku z referencyjnym przepływem ciepła przez przenikanie  $H_{T,R,j} > 0$ ,  $\text{m}^2$ , wyznaczonym z wymiarów zewnętrznych;

$f_R$  współczynnik redukcji wymaganej wartości podstawowej średniego współczynnika przenikania ciepła zgodnie z tabelą 1 załącznika;

$\Delta U_{em,R}$  wartość referencyjna nadatku na efekt mostków termicznych, w  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , zgodnie z tabelą 1 niniejszego załącznika.

Referencyjny przepływ ciepła przez  $j$ -tą strukturę wymiany ciepła przegród zewnętrznych budynku  $H_{T,R,j}$  określa się zgodnie z zależnością:

$$H_{T,R,j} = A_j \cdot U_{R,j} \cdot b_j$$

Dla konstrukcji podłogi na gruncie w strefach o  $\theta_{im} > 5$  °C referencyjny przepływ ciepła w stanie ustalonym przez penetrację  $H_{T,R,j}$  jest równy co najmniej:

$$H_{T,R,min,j} = A_j \cdot U_{R,j} \cdot (\theta_{im} - 5) / (\theta_{im} - \theta_e)$$

gdzie:

$U_{R,j}$  jest wartością odniesienia współczynnika przenikania przegród zewnętrznych budynku, wyrażoną w  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , określoną zgodnie z ust. 6;

$b_j$  - współczynnik redukcji temperatury  $j$ -tej struktury wymiany ciepła przegród zewnętrznych, bezwymiarowy, określony zgodnie z ČSN 73 0540-2, przy czym najniższa dopuszczalna wartość wynosi 0;

$\theta_{im}$  - panująca obliczeniowa temperatura wewnętrzna w strefie przylegającej do  $j$ -tej struktury wymiany ciepła przegród zewnętrznych budynku, w °C, zgodnie z ČSN 730540-2;

Projektowana temperatura powietrza zewnętrznego zimą, w °C, zgodnie z ČSN 730540-3.

Podobnie, za pomocą wzorów w Załączniku 1 opisano wartość referencyjną współczynnika przenikania ciepła  $j$ -tej struktury wymiany ciepła przegród zewnętrznych budynku  $U_{R,j}$  dla przegród w różnych strefach klimatycznych.

**Tab. 19 Parametry i wartości budynku referencyjnego.**

Parametr	Symbol	Jednostki	Wartość referencyjna	
			Ukończony budynek i jego przebudowa	Budynek o niemal zerowym zużyciu energii
Współczynnik redukcji wymaganej wartości bazowej średniego współczynnika przenikania ciepła	$f_R$	-	1,0	0,7
Średni współczynnik przenikania ciepła budynku lub całej części budynku	$U_{w,R}$	W/(m <sup>2</sup> .K)	wartość zgodnie z paragrafem 4	
Współczynnik przenikania ciepła konstrukcji wewnętrznych	$UR_{,int}$	W/(m <sup>2</sup> .K)	zalecana wartość według ČSN 730540-2	
Dodatek za mostki termiczne	$\Delta U_{em,R}$	W/(m <sup>2</sup> .K)	0,02	
Wewnętrzna pojemność cieplna	$C_R$	kJ/( m <sup>2</sup> .K )	165	
Całkowita przepuszczalność promieniowania słonecznego (współczynnik słoneczny)	$g_R$	-	0,5	
Dodatkowa wartość dla rolet zamkniętych	$\Delta R_R$		0	
Współczynnik dla aktywnych elementów zacieniających dla trybu chłodzenia dla konstrukcji przezroczystych o orientacji E, SE, S, SW, W i horyzontalnych	$FC_{,c,R}$	-	0,2	
Wyprodukowana energia elektryczna	$Q_{el,R}$	(kWh)	0	
Wykorzystywana energia słoneczna, wiatrowa, wodna i geotermalna	$Q_{env,R}$	(kWh)	0	
<b>Ogrzewanie</b>				
Efektywność wytwarzania energii	$\eta_{H,gen,R}$	%	92	
Efektywność dystrybucji energii do ogrzewania w granicach systemu budynku	$\eta_{H,to,R}$	%	90	
Efektywność dystrybucji energii do ogrzewania poza granicami systemu budynku	$\eta_{H,to,R}$	%	100	
Efektywność współdzielenia energii do ogrzewania	$\eta_{H,em,R}$	%	88	

<b>Chłodzenie</b>			
Współczynnik chłodzenia źródła zimna	$EER_{C,gen,R}^{2)}$	W/W	2,7
Efektywność dystrybucji energii do chłodzenia w granicach systemu budynku	$\eta_{C,dis,R}$	%	85
Efektywność dystrybucji energii do chłodzenia poza granicami systemu budynku	$\eta_{C,dis,R}$	%	100
Efektywność współdzielenia energii do chłodzenia	$\eta_{C,em,R}$	%	85
Dostarczona energia chłodnicza dla obszarów mieszkalnych	paliwo $Q_{,C}$	kWh	0
Ilość ciepła odzyskanego z chłodzenia	$Q_{HR,R}$	(kWh)	0
<b>Wymuszona wentylacja</b>			
Specyficzny pobór mocy jednego wentylatora systemu wentylacji wymuszonej	$P_{SFPahu,R}$	Ws/ m <sup>3</sup>	1500
Współczynnik wagowy do regulacji wentylatorów systemu wentylacji wymuszonej	$f_{F,chl,R}$	-	0,7
Catoroczna sprawność odzysku ciepła do obliczania jednostkowego strumienia ciepła przez wentylację dla stref mieszkalnych	$\eta_{H, godz,R}$	%	0
Catoroczna sprawność odzysku ciepła do obliczania jednostkowego strumienia ciepła przez wentylację dla stref niemieszkalnych	$\eta_{H, godz,R}$	%	30
<b>Regulacja wilgotności powietrza</b>			
Wydajność kondycjonowania źródła wilgotności systemu nawilżania	$\eta_{RH+,gen,R}$	%	70
Skuteczność źródła kondycjonowania wilgoci systemu osuszania	$\eta_{RH-,gen,R}$	%	65
Skuteczność odzyskiwania wilgoci w systemie wentylacji wymuszonej	$\eta_{RH,R,R}$	%	0

<b>Przygotowanie ciepłej wody</b>			
Całoroczna sprawność odzysku ciepła ze ścieków	$\eta_{W, \text{godz}, R}$	%	0
Sprawność źródła ciepła do przygotowania ciepłej wody	$\eta_{W, \text{gen}, R}$	%	88
Straty ciepła zasobnika ciepłej wody w odniesieniu do pojemności zasobnika w litrach do łącznej pojemności zasobnika 400 litrów	$Q_{W, \text{st}, R}$	Wh/(l.den)	7
Straty ciepła zasobnika c.w.u. odniesione do pojemności zasobnika w litrach powyżej całkowitej pojemności zasobnika 400 litrów	$Q_{W, \text{st}, R}$	Wh/(l.den)	5
Straty ciepła rozprowadzania ciepłej wody związane z długością rozprowadzania ciepłej wody w granicach systemu budynku	$Q_{W, \text{dis}, R}$	Wh/(m.den)	150
Straty ciepła rozprowadzania ciepłej wody związane z długością rozprowadzania ciepłej wody poza granicami systemu budynku	$Q_{W, \text{dis}, R}$	Wh/(m.den)	0
<b>Oświetlenie wnętrza budynku</b>			
Średnie nakłady na oświetlenie wnętrza budynku związane z natężeniem oświetlenia strefy	$P_{L, \text{lx}, R}$	W/(m <sup>2</sup> .lx)	0,032
Współczynnik korekcyjny w zależności od rodzaju źródeł światła stosowanych w strefach mieszkalnych	$P_{L, R}$	(-)	1,7
Współczynnik korygujący w zależności od rodzaju źródeł światła stosowanych w strefach niemieszkalnych	$P_{L, R}$	(-)	1,1
Skuteczność świetlna źródła do obliczania wewnętrznych zysków z oświetlenia przestrzeni wewnętrznej budynku	$\eta_{L, P}$	%	20
Współczynnik zależności strefy mieszkalnej od światła dziennego	$FD, R$	(-)	0,8
Współczynnik zależności od światła dziennego dla stref niemieszkalnych	$FD, R$	(-)	1



Współczynnik systemu sterowania oświetleniem	$FOC_{,R}$	(-)	1
Stały współczynnik natężenia oświetlenia	$F_{C,R}$	(-)	1
<b>Energia pomocnicza</b>			
Współczynnik korekcji typu pompy obiegowej	$p, c_{tl, R}$	(-)	0,54

Źródło: Rozporządzenie nr 264/2020 Dz.U. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków

**Tab. 20 Definicje symboli**

Parametr	Symbol	Jednostka	Wartość referencyjna
Współczynnik przenikania ciepła	$U_R$	W/(m <sup>2</sup> .K)	Zalecana wartość według ČSN 730540-2
Współczynnik przenikania ciepła	$U_R$	W/(m <sup>2</sup> .K)	a) dla budowli w strefach eksploatowanych jako mroźnia lub chłodnia: wartość według ČSN 148102:1993 pomniejszona o 30% b) dla budowli w innych strefach: zalecana wartość według ČSN 730540-2

Źródło: Rozporządzenie nr 264/2020 Dz.U. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków

**Tab. 21 Parametry i wartości referencyjne dla zmienionych systemów technicznych budynku**

Parametr	Symbol	Jednostka	Wartość referencyjna
Sprawność wytwarzania energii przez źródło ciepła do ogrzewania i/lub przygotowania ciepłej wody <sup>1)</sup>	$\eta_{H,gen,R}^{2)}$	%	80
Współczynnik chłodzenia źródła chłodzenia sprężarki	$EER_{C,gen,R}^{3)}$	W/W	2,7
Współczynnik chłodzenia innych źródeł chłodzenia	$EER_{C,gen,R}^{3)}$	W/W	0,5
Współczynnik grzania pompy ciepła	$COP_{H,generacja,R}^{4)}$	W/W	3,0
Sprawność odzysku ciepła - system wentylacji wymuszonej równo ciśnieniowej	$\eta_{H, godz, sys}^{5)}$	(%)	60

Źródło: Rozporządzenie nr 264/2020 Dz.U. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków

## Uwagi:

- <sup>1</sup>) W przypadku produkcji z paliw, odniesiona do wartości opałowej paliwa
- <sup>2</sup>) Jest to średnia efektywność sezonowa. Dla dodatkowo zainstalowanego źródła ciepła stosuje się wartość według rodzaju źródła określonego w ČSN 73 0331-1
- <sup>3</sup>) Określono zgodnie z ČSN EN 14511-2 - Klimatyzatory, agregaty chłodzące cieczą, pompy ciepła do ogrzewania i chłodzenia pomieszczeń oraz agregaty procesowe, ze sprężarkami napędzanymi elektrycznie - Część 2: Warunki badania
- <sup>4</sup>) Określono zgodnie z ČSN EN 14511-2 - Klimatyzatory, agregaty do chłodzenia cieczą, pompy ciepła do ogrzewania i chłodzenia pomieszczeń oraz chillerów procesowych, ze sprężarkami z napędem elektrycznym - Część 2: Warunki badań
- <sup>5</sup>) Określona wg EN 308 jest to tzw. sucha sprawność samego rekuperatora bez wpływu agregatu i wentylatorów dla punktu pracy o wartości 50% mocy nominalnej urządzenia, w którym znajduje się rekuperator używany tab. 4 - Wartości współczynnika energii pierwotnej dla budynku referencyjnego

**Tab. 22 Wskaźniki energii pierwotnej z nieodnawialnych źródeł energii**

Rodzaj konsumpcji	Wskaźnik energii pierwotnej z nieodnawialnych źródeł energii (-)
Ogrzewanie	1,0
Chłodzenie	2,6
Przygotowanie ciepłej wody	1,0
Regulacja wilgotności powietrza	2,6
Wymuszona wentylacja	2,6
Oświetlenie wnętrza budynku	2,6
Energia pomocnicza (pompy, regulacja itp.)	2,6

Źródło: Rozporządzenie nr 264/2020 Dz.U. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków

**Tab. 23 Zmniejszenie wartości energii pierwotnej z nieodnawialnych źródeł energii ustalonej dla budynku referencyjnego (osiągalne poprzez zwiększenie wykorzystania odnawialnych źródeł energii lub poprzez podwyższenie parametrów konstrukcyjnych elementów przegród zewnętrznych lub instalacji technicznych budynku)**

Parametr	Symbol	Jednostki	Rodzaj budynku lub strefa <sup>1)</sup>	Wartość referencyjna		
				Budynek ukończony i przebudowa ukończonego budynku	Budynek o niemal zerowym zużyciu energii	Budynek o niemal zerowym zużyciu energii po 1.01.2022 r.
Zmniejszenie wartości energii pierwotnej z nieodnawialnych źródeł energii wyznaczonej dla budynku referencyjnego	$e_{p,R}$	%	Strefa zamieszkania w rodzinie Dom	3	25	wartość wg tabeli nr 6
			Strefa mieszkalna w innych budynkach	3	20	
		%	Inne niż strefa mieszkaniowa	3	10	

<sup>1)</sup> Wynikające z tego zmniejszenie wartości referencyjnej energii pierwotnej z nieodnawialnych źródeł energii  $\Delta e_{p,R}$  dla budynku jako całości, w przypadku budynku wielostrefowego, określa się średnią ważoną względem energii referencyjnej obszary podstref

Źródło: Rozporządzenie nr 264/2020 Dz.U. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków

**Tab. 24 Zmniejszenie wartości energii pierwotnej z nieodnawialnych źródeł energii ustalonej dla budynku referencyjnego budynku o niemal zerowym zużyciu energii od 1.01.2022 r. (osiągalne poprzez zwiększenie wykorzystania odnawialnych źródeł energii lub poprawę parametrów elementy konstrukcyjne przegród zewnętrznych lub instalacji technicznych budynku)**

Specyficzne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku referencyjnego $E_{A,R}$ [kWh/(m <sup>2</sup> ·a)]	Zmniejszenie wartości referencyjnej energii pierwotnej z nieodnawialnych źródeł energii $\Delta e_{p,R}$ [%] <sup>1)</sup>		
	Dla strefy mieszkalnej <sup>2)</sup>		Dla strefy niemieszkalnej
	Powierzchnia energetyczna budynku $\leq 120$ m <sup>2</sup>	Powierzchnia zabudowy energetycznej $> 120$ m <sup>2</sup>	
$\geq 90$	50	60	40
80	45	55	
70	40	50	
60	35	45	
50	30	40	
40	25	30	
$\leq 30$	20	20	

<sup>1)</sup> Wynikające z tego zmniejszenie wartości referencyjnej energii pierwotnej z nieodnawialnych źródeł energii  $\Delta e_{p,R}$  dla budynku jako całości, w przypadku budynku wielostrefowego, określa się średnią ważoną względem energii referencyjnej obszary podstref

<sup>2)</sup> Wartości pośrednie są interpolowane liniowo

Źródło: Rozporządzenie nr 264/2020 Dz.U. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków

## Załącznik nr 2 do zarządzenia nr 264/2020 Dz.

### W załączniku 2 określono klasy klasyfikacyjne efektywności energetycznej budynku

Dla porównania wyznaczone wskaźniki efektywności energetycznej budynku zgodnie z § 10 ust. 1 rozporządzenia są klasyfikowane do klas energetycznych określonych przez ich górną granicę zgodnie z tabelą w załączniku i są porównywane w świadectwie z graficznie wyrażoną skalą klasy energetycznej.

**Tab. 25 Energetyczne klasy klasyfikacyjne**

Klasa klasyfikacyjna	Wartość górnej granicy klasy klasyfikacji					Słowna reprezentacja klasy klasyfikacyjnej	
	Energia pierwotna z nieodnawialnych źródeł energii	całkowita dostarczona energia	Częściowo dostarczona energia				
			Regulacja ciepłej wody i wilgotności	Ocieplenie i ochładzanie	Oświetlenie wnętrza budynku i wentylacja wymuszona		
A	$0,8 \times E_R$	$0,7 \times E_R$	$0,7 \times E_R$	$0,6 \times E_R$	$0,5 \times E_R$	$0,7 \times E_R$	Niezwykle ekonomiczny
B	$1,2 \times E_R$	$0,9 \times E_R$	$0,8 \times E_R$	$0,8 \times E_R$	$0,7 \times E_R$	$0,9 \times$ Jest	Bardzo ekonomiczny
C	$1,6 \times E_R$	$1,2 \times E_R$	$1 \times E_R$	$U \times E_R$	$0,9 \times E_R$	$1,2 \times E_R$	Ekonomiczny
D	$2,3 \times E_R$	$1,5 \times E_R$	$1,2 \times E_R$	$1,5 \times E_R$	$1,2 \times E_R$	$1,7 \times$ Jest	Mniej ekonomiczne
ORAZ	$3 \times E_R$	$2 \times E_R$	$1,4 \times E_R$	$2 \times E_R$	$1,5 \times E_R$	$2,3 \times E_R$	Nieskuteczny
F	$3,7 \times E_R$	$2,5 \times E_R$	$1,6 \times E_R$	$2,5 \times E_R$	$2 \times E_R$	$2,9 \times$ Jest	Bardzo marnotrawna
G							Niezwykle marnotrawna

Źródło: Rozporządzenie nr 264/2020 Dz.U. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków

**Załącznik nr 3 do zarządzenia nr 264/2020 Dz.****Załącznik 3 określa wskaźniki energii pierwotnej z nieodnawialnych źródeł energii ocenianego budynku****Tab. 26 Wskaźniki energii pierwotnej z nieodnawialnych źródeł energii**

Źródło ciepła	Wskaźnik energii pierwotnej z nieodnawialnych źródeł energii (-)
Gazu ziemnego	1,0
Stałe paliwa kopalne	1,0
Propan-butan/LPG	1,2
Olej opałowy	1,2
Elektryczność	2,6
Drewniane palety	0,2
Kawałek drewna, wióry drzewne	0,1
Energia otoczenia (elektryczność i ciepło)	0
Elektryczność - dostawa na zewnątrz budynku	-2,6
Ciepło - dostawa na zewnątrz budynku	-1,3
Wydajny system zaopatrzenia w energię cieplną z ponad 80% udziałem odnawialnych źródeł energii	0,2
Wydajny system zaopatrzenia w energię cieplną z 80% lub mniej odnawialnych źródeł energii	0,9
Inne systemy zaopatrzenia w energię cieplną	1,3
Inne niewymienione nośniki energii	1,2
Ciepło odpadowe z technologii	0

Źródło: Rozporządzenie nr 264/2020 Dz.U. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków

W rozporządzeniu nr 264/2020 Dz.U. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków w Czechach przytoczono normę ČSN 73 0540-2:2011 Ochrona cieplna budynków – Część 2: Wymagania”

„Obliczenie energii pierwotnej z nieodnawialnych źródeł energii przeprowadza się zgodnie z § 5. Obliczenie średniego współczynnika przenikania ciepła i współczynników przenikania ciepła poszczególnych konstrukcji na granicy systemu odbywa się zgodnie z czeską normą techniczną dotyczącą metod obliczeniowych ochrony cieplnej budynków [ČSN 73 0540-4 Ochrona cieplna budynków – Część 4: Metody obliczeniowe]. Zgodnie z normą krajową są wyznaczone Standardowe wartości współczynnika przenikania ciepła  $U_{N,20}$  poszczególnych elementów konstrukcji

**Tab. 27 Wymagane i zalecane wartości współczynnika przenikania ciepła dla budynków o panującej projektowej temperaturze wewnętrznej  $\theta_{im}$  w zakresie od 18°C do 22°C włącznie**

Opis konstrukcji	Współczynnik przenikania ciepła [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]		
	Wymagane wartości $U_{N,20}$	Zalecane wartości $U_{rec,20}$	Zalecane wartości dla budynków pasywnych $U_{pas,20}$
Ściana zewnętrzna	0,30 <sup>1)</sup>	ciężki: 0,25 lekki: 0,20	0,18 do 0,12
Dach jest stromy o nachyleniu ponad 45°	0,30	0,20	0,18 do 0,12
Dach płaski i spadzisty o nachyleniu do 45° and	0,24	0,16	0,15 do 0,10
Sufit z podłogą nad terenem zewnętrznym	0,24	0,16	0,15 do 0,10
Strop pod nieogrzewanym gruntem (z dachem bez izolacji termicznej)	0,30	0,20	0,15 do 0,10
Od ściany do nieogrzewanej podłogi (z dachem bez izolacji termicznej)	0,30 <sup>1)</sup>	ciężki: 0,25 lekki: 0,20	0,18 do 0,12
Podłoga i ściana ogrzewanego pomieszczenia przylegającego do gruntu 4), 6)	0,45	0,30	0,22 do 0,15
Sufit i ściana wewnętrzna od przestrzeni ogrzewanej do nieogrzewanej	0,60	0,40	0,30 do 0,20
Sufit i ściana wewnętrzna od przestrzeni ogrzewanej do hartowanej	0,75	0,50	0,38 do 0,25
Sufit i ściana zewnętrzna od przestrzeni hartowanej do środowiska zewnętrznego	0,75	0,50	0,38 do 0,25

Ściana między pomieszczeniami o różnicy temperatur do 10 °C włącznie	1,30	0,90	
Sufit wewnętrzny między pomieszczeniami o różnicy temperatur do 5°C włącznie	2,2	1,45	
Ściana wewnętrzna między pomieszczeniami o różnicy temperatur do 5°C włącznie	2,7	1,80	
Wypełnienie otworu w ścianie zewnętrznej i stromym dachu, od przestrzeni ogrzewanej do środowiska zewnętrznego, z wyjątkiem drzwi	1,5 <sup>2)</sup>	1,2	0,8 do 0,6
Spadziste wypełnienie otworu o nachyleniu do 45°, od przestrzeni ogrzewanej do środowiska zewnętrznego	1,4 <sup>7)</sup>	1,1	0,9
Wypełnienie drzwiami otworu od przestrzeni ogrzewanej do środowiska zewnętrznego (w tym ościeżnica)	1,7	1,2	0,9
Wypełnienie otworu prowadzącego z przestrzeni ogrzewanej do hartowanej	3,5	2,3	1,7
Wypełnienie otworu prowadzącego z przestrzeni hartowanej do środowiska zewnętrznego	3,5	2,3	1,7
Pochyłe wypełnienie otworu o nachyleniu do 45° prowadzące z obszaru umiarkowanego do środowiska zewnętrznego	2,6	1,7	1,4
Lekka powłoka obwodowa (LOP), oceniana jako zmontowany zespół zawierający elementy nośne, o względnej powierzchni wypełnienia otworu półprzezroczystego $f_w = A_w^2 / A, \text{vm}^2 / \text{m}^2$ gdzie A jest powierzchnią całkowitą lekka powłoka obwodowa (LOP), $\text{vm}^2$ ; A <sub>w</sub> powierzchnia prześwitującego wypełnienia otworu służącego głównie do doświetlenia wnętrza wraz z odpowiednimi częściami ościeżnicy w LOP, w m <sup>2</sup> .	$f_w \leq 0,5$	$0,3 + 1,4 \cdot f_w$	$0,2 + f_w$
	$f_w > 0,5$	$0,7 + 0,6 \cdot f_w$	$0,15 + 0,85 \cdot f_w$
Metalowa rama wypełniająca otwór	-	1,8	1,0
Niemetalowa rama wypełniająca otwór <sup>5)</sup>	-	1,3	0,9-0,7
Rama lekkiej powłoki obwodowej	-	1,8	1,2

Źródło: ČSN 73 0540-4 Ochrona cieplna budynków – Część 4: Metody obliczeniowe

#### Uwagi

1) W przypadku muru jednowarstwowego dopuszczalna jest wartość 0,38 W/(m<sup>2</sup> ·K) najpóźniej do 31.12.2012.



- 2) Wartość  $1,7 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$  jest dozwolona najpóźniej do 31.12.2012.
- 3) Nie zawsze musi to być powierzchnia wymiany ciepła, jednak biorąc pod uwagę postępowanie budowy i ewentualne zmiany w sposobie użytkowania, ochrona termiczna jest zapewniona na wskazanym poziomie.
- 4) W przypadku ogrzewania podłogowego i ściennego do wartości współczynnika przenikania ciepła wlicza się tylko warstwy od płaszczyzny, w której znajduje się ogrzewanie w kierunku na zewnątrz.
- 5) Dotyczy to również ram wykorzystujących kombinację materiałów, w tym metalu, takich jak ramy drewniano-aluminiowe.
- 6) Odpowiada obliczeniu współczynnika przenikania ciepła według ČSN 73 0540-4 (tzn. bez wpływu gruntu), a nie wynikowemu oddziaływaniu według ČSN EN ISO 13370.
- 7) Wartość  $1,5 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$  jest dozwolona najpóźniej do 31.12.2012.

## 5.4 Francja

### Wprowadzenie

We Francji za wdrożenie dyrektywy EPBD odpowiedzialne było francuskie Ministerstwo przez Transformacji Ekologicznej oraz Ministerstwo Spójności Terytorialnej. Implementacją dyrektywy 2010/31/UE do prawodawstwa krajowego we Francji jest Ustawa 2010/788 z dnia 12 lipca 2010 r. oraz Rozporządzenie RT 2012. Na podstawie tych dokumentów został wdrożony standard budynków o niemal zerowym zapotrzebowaniu na energię nZEB. Kolejny dokument „Transition for Green Growth Act (LTECV)” z 17 sierpnia 2015 r. wprowadził nowe narzędzia, np. wymagania dotyczące izolacji obudowy budynku w przypadku renowacji.

Cztery główne tematy, skupiające się na wdrożeniu dyrektywy EPBD to:

- wymagania dotyczące charakterystyki energetycznej nowych budynków;
- wymagania dotyczące charakterystyki energetycznej istniejących budynków;
- EPC
- przegląd systemów grzewczych i klimatyzacyjnych.

Wreszcie, ostatnia dodatkowa część podkreśla ustawienie testu Energy plus Carbon minus (E+ C-) schemat, który pełni funkcję przygotowawczą do przyszłej regulacji termicznej, rozważanej we Francji a powodzenie.

### Wymagania dotyczące charakterystyki energetycznej: nowe budynki

Wymagania energetyczne związane z implementacją dyrektywy EPBD jest RT 2012 (Réglementation Thermique 2012). Od 2011 roku wymagania Rozporządzenia są obowiązkowe dla niektórych budynków użyteczności publicznej, natomiast od 2013 dla wszystkich nowych budynków. Rozporządzenie jest wynikiem dwuletniego dialogu ze wszystkimi zainteresowanymi stronami, oraz konferencji, na których prezentowano postępowanie prac. Regulacja energetyczna od 2020 roku zawiera również: wymagania środowiskowe, (w oparciu o analizę cyklu życia). Ciekawą inicjatywą był program testowy o nazwie „E+C- (skrót od Energy plus Carbon minus) uruchomiony pod koniec 2016 r.

### Rozporządzenie RT 2012

W Rozporządzeniu zawarto:

- Wymóg minimalnej efektywności energetycznej budynków, który nakłada ograniczenia na zapotrzebowanie energii dla celów ogrzewania, chłodzenia i oświetlenia w oparciu

o koncepcję bioklimatyczną (Bbio) projektu, przy czym wartość Bbio musi być niższa niż maksymalna wartość zwana Bbiomax,

- Wymóg zużycia Energii Pierwotnej, który nakłada ograniczenie na zużycie energii pierwotnej (CPE) na potrzeby ogrzewania, chłodzenia, ciepłej wody użytkowej, oświetlenia i urządzeń pomocniczych (pompy i wentylatory), przy czym CPE musi być niższe niż maksymalna wartość zwana CPE max,
- Wymóg komfortu w okresie letnim, gdy temperatura otoczenia w budynku osiągnięta w ciągu 5 najgorętszych dniach w roku (Tic), nie może przekroczyć poziomu odniesienia obliczonego dla każdego projektu, przy czym wskaźnik Tic musi być niższa niż maksymalna wartość odniesienia zwana Ticref. Te trzy współczynniki są obliczane za pomocą TH-BCE5, dynamiczną metodologią godzinową, która opisuje każdy element przegród zewnętrznych budynku, a także jego systemy energetyczne. Wartości Bbiomax i CPEmax są wartościami bezwzględными, opartymi na standardowych benchmarkach w zależności od typu budynku (tabela 1) i są modulowane przez lokalne czynniki klimatyczne i bezpośrednie czynniki środowiskowe. Dodatkowo, aby mieć pewność, że budynki mieszkalne są prawidłowo wybudowane, wykwalifikowani eksperci muszą sprawdzić szczelność po ich zakończeniu. Szczelność obudowy nie może przekraczać 0,6 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup> dla domów jednorodzinnych i 1 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup> dla budynków mieszkalnych.

Rozporządzenie RT 2012 zawiera wymagania dotyczące wykorzystania energii odnawialnej, w zależności od rodzaju energii (np. minimum dla paneli słonecznych), ale graniczna wartość powinna wynosić co najmniej 5 kWh EP/(m<sup>2</sup>rok).

**Tab. 28 Wartości Bbio max oraz CPE max w zależności od typu budynku**

Typ budynku	Symbol	Bbio max (kWh/(m <sup>2</sup> rok))	CPE max(kWh/(m <sup>2</sup> rok))
Dom jednorodzinny	EC1	60	50
	EC2	80	60
Dom wielorodzinny (apartamentowiec)	EC1	60	90
	EC2	90	106
Budynek biurowy	EC1	70	70
	EC2	140	110
Budynek szkoły średniej (dzienny)	EC1	40	55
	EC2	50	70
Budynek szkoły średniej (nocny)	EC1	60	90
	EC2	90	105
Szpital (w ciągu dnia)	EC1	230	270
	EC2	270	330
Szpital (w ciągu nocy)	EC1	120	130
	EC2	180	190

Źródło: RT 2012 (Réglementation Thermique 2012)

## **Wymagania dotyczące systemów i/lub elementów budowlanych dla nowych budynków**

Rozporządzenie w sprawie izolacji cieplnej dla nowych budynków określa ogólne cele dotyczące charakterystyki. Dlatego nie zawiera ono żadnych wymogów dotyczących wydajności systemów ani komponentów budowlanych. Wymogi dotyczące Bbio wiążą się jednak z minimalną charakterystyką przegród zewnętrznych, która jest inna dla każdego projektu budowlanego. Bbio jest w istocie modulowaną kombinacją potrzeb energetycznych przegród zewnętrznych w zakresie ogrzewania, chłodzenia i oświetlenia.

## **Wymagania dotyczące efektywności energetycznej budynków istniejących**

Postęp i aktualny stan istniejących budynków

Istnieją dwa rozporządzenia termiczne dla istniejących budynków. Pierwsze, zwane "RT par élément" (Regulation by Building Component), zostało opublikowane pod koniec 2007 roku, a drugie, zwane "RT globale" (Global Thermal Regulation), w kwietniu 2008 roku. Oba rozporządzenia zostały zrewidowane w 2016 r. i nowe wymagania weszły w życie w 2018 r., a następnie w 2023 r. mają pojawić się wymagania uzupełniające dla elementów obudowy.

Charakterystyka energetyczna jest oceniana przy użyciu metodologii godzinowej, zwanej TH-CE ex, opartej na metodologii nowych budynków. Metodologia TH-CE ex jest obecnie poddawana przeglądowi, którego głównym celem jest uspojnienie jej z metodologią Th-BCE dla nowych budynków.

## **Plany poprawy istniejącej zabudowy**

Mimo że przepisy dotyczące renowacji istniejących budynków są dość ambitne, to nadal są one poniżej wymagań nZEB, przez co remontowane budynki nie osiągają we Francji systematycznie poziomu nZEB. Rząd francuski opracował kilka znaków jakości, aby zachęcić właścicieli do wyjścia poza wymagania przepisów.

Dla istniejących budynków mieszkalnych istnieją dwa znaki jakości:

"High Performance Energy 2009" (HPE 2009), wymagający zużycia energii na poziomie 150 kWh/m<sup>2</sup>.rok, oraz

"Low Energy Consumption Renovation 2009" (BBCR 2009), wymagający zużycia energii na poziomie 80 kWh/m<sup>2</sup>.rok.

Dla istniejących budynków niemieszkalnych istnieje tylko jeden znak jakości zwany "Low Energy Consumption Renovation 2009" (BBCR 2009). Zaświadcza on, że zużycie energii w odnowionym budynku jest co najmniej o 40% mniejsze niż w budynku referencyjnym (ten sam budynek, z określonymi przegrodami i systemami).

## **Regulacje właściwości systemu, w odróżnieniu od właściwości całego budynku**

W prawodawstwie francuskim istnieją dwa rozporządzenia dla istniejących budynków. Odpowiednie rozporządzenie, zależne od wielkości budynku i zakresu renowacji (patrz rysunek 1), gdzie rozporządzenie według elementów budynku opiera się na minimalnych wymaganiach dla różnych elementów budynku (przegród zewnętrznych i systemów)). W tabeli 29 przedstawiono obecne i przyszłe maksymalne wartości U dla elementów przegród zewnętrznych.

**Tab. 29 Obecne i przyszłe maksymalne wartości współczynnika U dla elementów przegród zewnętrznych w rozporządzeniu według elementów budynku.**

Element	Strefa klimatyczna	Maksymalna wartość U (W/m <sup>2</sup> K)	
		2018	2023
Zewnętrzne ściany nieprzezroczyste	H1, H2	0.35	0.31
	H3	0.45	0.45
Dach tarasowy	H1	0.3	0.22
	H2	0.3	0.23
	H3	0.3	0.25
Podłoga na poddaszu	H1, H2, H3	0.21	0.19
Dach	H1	0.22	0.19
	H2	0.23	0.22
	H3	0.25	0.25
Okna	H1, H2, H3	1,9	1,9

Źródło: RT 2012 (Réglementation Thermique 2012)

### Zachęcanie do inteligentnych pomiarów

Inteligentne liczniki zarówno energii elektrycznej ("Linky"), jak i gazu ("Gazpar") są obecnie szeroko wdrażane. Wdrożenie jest realizowane przez Francuską Sieć Elektryczną (Enedis) i Francuską Sieć Gazową (GRDF). Nie ma wymogów dotyczących inteligentnych pomiarów dla poszczególnych systemów technicznych budynków.

Sukces Francji polega na sposobie planowania przyszłych regulacji dotyczących nowych budynków. W następstwie ustawy LTECV (Energy Transition for Green Growth Act) i porozumienia paryskiego, francuskie władze i interesariusze wspólnie budowali ambitne nowe regulacje oparte na dwóch głównych punktach:

- szerokie rozpowszechnienie budynków o pozytywnej energii, idące dalej niż NZEB;
- rozpowszechnienie budynków niskoemisyjnych.

Jednak po ustanowieniu poprzedniego rozporządzenia termicznego (RT 2012), interesariusze wyrazili mieszane uczucia wobec jeszcze bardziej ambitnego rozporządzenia, stwierdzając, że obecne jest już dość skomplikowane i uciążliwe. W związku z tym istniała silna potrzeba zebrania interesariuszy od samego początku. Ten doprowadził do stworzenia programu testowego o nazwie "E+ C-" (skrót od Energy plus Carbon minus), dla dobrowolnych deweloperów, który rozpoczął się pod koniec 2016 roku. Deweloperzy testowali techniczną i finansową wykonalność budowy budynków zgodnie z przyszłymi przepisami. Zadaniem obserwatorium testowego było zgromadzenie informacji zwrotnych i najlepszych praktyk w celu dopracowania wskaźników i ustanowienia przyszłych progów regulacyjnych.

Aby nagrodzić pierwsze budynki zbudowane zgodnie z nowymi przepisami, rząd wprowadził nowy znak, który jest przyznawany po ocenie technicznej i ekonomicznej wykonalności nowych wymogów. Znak ten, mający na celu wyróżnienie budynków o pozytywnym bilansie energetycznym w taki sam sposób jak budynków niskoemisyjnych, obejmuje kilka poziomów wydajności. Istnieją cztery różne poziomy oparte na zużyciu energii i dwa na śladzie węglowym określonym przez system. Ocena charakterystyki energetycznej opiera się na obecnie stosowanej metodologii obliczeń, przy czym dwa pierwsze poziomy odpowiadają

charakterystyce energetycznej oczekiwanej przez rozporządzenie RT 2012, ale z większym udziałem OZE. Trzeci poziom zakłada wyższą charakterystykę energetyczną niż przewiduje to obecne rozporządzenie, a czwarty poziom odpowiada budynkowi o dodatniej charakterystyce energetycznej (co oznacza, że charakterystyka energetyczna jest niższa od zera). Ocena śladu węglowego opiera się na pełnej analizie cyklu życia, od produkcji komponentów do recyklingu gruzu. Pierwszy poziom oznakowania jest łatwy do osiągnięcia i ma na celu skłonienie wszystkich zainteresowanych stron zaangażowanych w budowę do ogólnej refleksji nad wpływem budynku na środowisko. Drugi poziom jest jednak trudniejszy i wymaga rzeczywistego zmniejszenia emisji dwutlenku węgla przez budynek. Ustanowienie systemu E+C- było długoterminowym przedsięwzięciem, w którym uczestniczyło wiele zainteresowanych stron.

Pierwsza „regulacja termiczna” została wprowadzona we Francji w 1974 roku, po kryzysie naftowym, w celu ustalenia limitów zużycia energii dla nowych budynków mieszkalnych. W tempie około jednego na dekadę, rozporządzenia termiczne następowały po sobie aż do rozporządzenia termicznego z 2012 roku (RT2012), obowiązującego od 1 stycznia 2013 roku. Przepisy te z czasem stawały się coraz bardziej wymagające i obejmowały coraz szersze obszary. Ogrzewanie, wentylacja czy izolacja, mimo to zawsze zachowywały prawie wyłączny cel, jakim było zmniejszenie zużycia energii. Podpisując w 2015 roku Porozumienie Paryskie, Francja podjęła ważne zobowiązanie w walce ze zmianami klimatu. Należy ograniczyć emisję gazów cieplarnianych i podzielić wysiłki między różne sektory.

Ambicje te zostały potwierdzone w ustawie Prawo energetyczne i klimatyczne, która przewiduje osiągnięcie neutralności węglowej do 2050 roku. Jest to wyzwanie dla wszystkich sektorów, a szczególnie dla sektora budowlanego, który w 2019 r. odpowiadał za ponad 25% krajowych emisji (na drugim miejscu po transporcie). Francja, z pomocą podmiotów sektora, uruchomiła bezprecedensowy projekt uwzględnienia w przepisach nie tylko zużycia energii, ale także emisji dwutlenku węgla, w tym związanej z fazą budowy budynku: rozporządzenie środowiskowe 2020 (RE2020).

To nowe rozporządzenie, które zastąpiło RT2012, jest wynikiem determinacji państwa i dialogu z zainteresowanymi stronami, które postanowiły działać wspólnie na rzecz ograniczenia emisji z budynków. RT2012 był w dużej mierze inspirowany eksperymentem, poprzez etykietę budynku niskoenergetycznego (BBC). W ten sam sposób w 2017 r. państwo uruchomiło eksperyment E+/C-, aby scharakteryzować budynki, które są zarówno niskoenergetyczne, jak i niskoemisyjne, służąc tym samym jako punkt wyjścia do opracowania RE2020. Po raz pierwszy branża budowlana mogła pracować nad wskaźnikiem węgla w cyklu życia, co umożliwiło kalibrację regulacji środowiskowych. Dokument RE2020 wszedł w życie 1 stycznia 2022 r.

RE2020 to regulacje środowiskowe dla nowych budynków.

W ramach RE2020 rząd realizuje trzy główne cele:

- nadanie priorytetu efektywności energetycznej i dekarbonizacji energii;
- zmniejszenie wpływu konstrukcji budynku na emisję dwutlenku węgla;
- zapewnienie komfortu w upalne dni.

W zakresie metody, mając świadomość poważnych przekształceń, jakie te cele i nowe wymagania oznaczają dla budownictwa, rząd zdecydował, że RE2020, zgodnie z krajową strategią niskoemisyjną, powinien wyznaczać progresywną trajektorię, zwłaszcza w odniesieniu do wymagań budowlanych związanych z ograniczeniem śladu węglowego.

Przede wszystkim, zgodnie z wcześniejszymi regulacjami termicznymi, chodzi o dalsze ograniczanie zużycia energii w nowych budynkach, bo najlepsza energia to ta, która nie jest zużywana. Rozporządzenie RE2020 jest bardziej wymagające niż RT2012, w szczególności w odniesieniu do efektywności izolacji, niezależnie od zainstalowanej metody ogrzewania, dzięki wzmocnieniu wskaźnika potrzeb bioklimatycznych (znanego jako Bbio), na który RT2012 nie kładł nacisku. Po zmniejszeniu zapotrzebowania na energię istotne jest również, aby energia ta była jak najmniej emisyjna, w szczególności poprzez wykorzystanie ciepła odnawialnego (pompy ciepła, biomasa, sieci ciepłone itp.). W tym zakresie wymagania RE2020 doprowadzą do stopniowego zaniku ogrzewania z wykorzystaniem paliw kopalnych w nowym budownictwie. Wycofane zostanie również stosowanie nieefektywnych systemów ogrzewania elektrycznego. Z drugiej strony systematycznie stosowane będą efektywne systemy ogrzewania elektrycznego (pompy ciepła) oraz systemy grzewcze oparte na energii odnawialnej.

Po drugie, chodzi o zmniejszenie wpływu nowych budynków na klimat poprzez uwzględnienie wszystkich emisji budynku w całym jego cyklu życia, od momentu budowy. W przypadku budynków energooszczędnych, takich jak te zbudowane zgodnie z RT2012, większość śladu węglowego jest związana z fazami budowy i rozbiórki, które stanowią od 60 do 90% całkowitego wpływu węgla obliczonego w okresie 50 lat. Wymagania dotyczące ograniczenia tych oddziaływań spowodują konieczność stosowania metod budowlanych emitujących niewiele gazów cieplarnianych. W szczególności doprowadzi to do częstszego stosowania drewna i materiałów pochodzenia biologicznego, które magazynują węgiel w trakcie eksploatacji budynku. Ponadto silnie wspierane będzie również wykorzystanie materiałów pochodzących z geosurowców, dekarbonizacja bardziej typowych sektorów przemysłu, a przede wszystkim wprowadzenie większej różnorodności materiałów. Wymogi te stanowią poważną zmianę w sposobie budowania i zmobilizują całą branżę budowlaną w nadchodzących miesiącach i latach.

Rząd chce zapewnić, że budynki jutra będą dostosowane do zmian klimatu i będą komfortowe podczas fal upałów. Budynki będą musiały być bardziej odporne na fale upałów, które już teraz są powszechne, a w przyszłości staną się jeszcze częstsze i intensywniejsze. O ile dyskomfort latem jest częstym mankamentem wielu budynków budowanych w ramach RT2012, o tyle rozporządzenie RE2020 nałożyło na nie szczególny wymóg.

W ramach RE2020 rząd francuski stara się zarówno poprawić rozporządzenie - RT2012 - jak i wybiegać w przyszłość, stawiając rozporządzenie w służbie naszych ambicji klimatycznych. Dlatego też RE2020 wprowadza istotną zmianę metodologiczną, która stawia Francję w światowej czołówce pod względem regulacji środowiskowych dotyczących budynków: uwzględnienie wpływu na emisję dwutlenku węgla całego cyklu życia budynku, w tym faz budowy i rozbiórki. Przede wszystkim wszystkie nowe wymogi wymagają ambitnej transformacji typów budynków i metod budowlanych, zwłaszcza wraz ze stopniowym zanikiem ogrzewania wyłącznie gazowego i wzrostem znaczenia niskoemisyjnych systemów budowlanych, koncentrujących się na dekarbonizacji najbardziej powszechnych materiałów, bardziej powszechnym stosowaniu drewna i materiałów biozasobnych lub geozasobnych oraz ogólnej większej kombinacji materiałów. Z tego powodu rząd zdecydował się określić RE2020 w perspektywie długoterminowej, wyznaczając jasny kurs i progresywną trajektorię: rozporządzenie będzie stopniowo coraz bardziej wymagające, od momentu jego wejścia w życie 1 stycznia 2022 r. do 2031 r. z trzema kamieniami milowymi w latach 2025, 2028 i 2031, które stanowią kroki do podniesienia wymagań.

Z danych zebranych przez administrację na temat nowo powstałych budynków zostanie utworzone obserwatorium, którego wyniki będą regularnie przedstawiane Conseil supérieur de la construction et de l'efficacité énergétique (CSCEE). Umożliwi to monitorowanie wdrażania i wpływu rozporządzeń oraz ich obiektywny przegląd w miarę ich wdrażania, a także wprowadzanie wszelkich niezbędnych dostosowań. Na koniec zostanie uruchomiony proces konsultacji w celu opracowania etykiety państwowej, która zostanie wprowadzona po RE2020. Pozwoli to tym, którzy tego chcą, publicznym lub prywatnym właścicielom projektów, pójść dalej w wymaganiach środowiskowych i wstępnie określić budynki, które powstaną w przyszłości. RE2020 jest przewidziane w ustawie o ewolucji mieszkaniowej, rozwojowej i cyfrowej (Elan). W celu uwzględnienia wyjątkowych okoliczności gospodarczych oraz niezbędnego czasu na przygotowanie się do regulacji dla całej branży budowlanej, rozporządzenie weszło w życie z dniem 1 stycznia 2022 r., która to data uzyskała szeroki konsensus podczas konsultacji z branżą.

### **Eksperyment Positive Energy, Carbon Reduction (E+C)**

W listopadzie 2016 roku, w celu zwiększenia umiejętności wszystkich osób związanych z branżą budowlaną w zakresie zagadnień klimatycznych oraz przygotowania się do regulacji środowiskowych dla nowych budynków, Francja uruchomiła krajowy eksperymen Positive Energy, Carbon Reduction (E+C), który jest współprowadzony przez państwo oraz Wyższą Radę Budownictwa i Efektywności Energetycznej (CSCEE). Celem tego eksperymentu było przetestowanie na dużą skalę budynków, które osiągają dobre wyniki zarówno pod względem bilansu energetycznego, jak i emisji gazów cieplarnianych. Opierało się ono na systemie referencyjnym oceny współtworzonym z zainteresowanymi stronami na podstawie podejścia zapoczątkowanego w 2012 r. (HQE performance experiment), etykiecie towarzyszącej, która miała zapewnić widoczność najbardziej ambitnym działaniom, pomocy finansowej oraz komitecie technicznym, którego zadaniem była wymiana informacji zwrotnych z zainteresowanymi stronami. Eksperyment E+C-, w którym uczestniczy około 1000 budynków prywatnych, umożliwił prowadzenie stałego dialogu technicznego z uczestnikami sektora budowlanego: przedsiębiorstwami budowlanymi, producentami urządzeń, deweloperami i właścicielami, architektami, biurami projektowymi, jak również specjalistami ds. energii i jednostkami kwalifikacyjnymi. Projekt, który został uruchomiony wiosną 2020 r., aby wesprzeć ostatnią fazę konsultacji, czerpie w dużej mierze z wniosków wyciągniętych z tego eksperymentu, w szczególności z jego ram oceny. W okresie od lipca do października 2020 roku odbył się ostatni etap konsultacji, w którym wzięło udział około stu uczestników. W jej wyniku zebrano około czterdziestu pisemnych uwag, które doprowadziły do ulepszenia silnika obliczeniowego i umożliwiły identyfikację oczekiwań różnych interesariuszy dotyczących wymogów i priorytetów rozporządzenia. Wszystko to pozwoliło na podjęcie decyzji o głównych kierunkach regulacji ogłoszonych 24 listopada 2020 r. i poddanie pierwszego projektu tekstu dotyczącego mieszkalnictwa etapowi konsultacji z branżą budowlaną, który trwał od początku grudnia 2020 r. do początku lutego 2021 r. Dostosowane w celu uwzględnienia informacji zwrotnych i opinii technicznych z tych konsultacji (szczegóły w załączniku technicznym), teksty zostały przekazane do konsultacji społecznych na początku marca. Ostateczna wersja rozporządzeń została opublikowana wiosną 2021 r.

## **CEL 1 - BUDYNKI, KTÓRE ZUŻYWAJĄ MNIEJ I WYKORZYSTUJĄ ENERGIĘ O MNIEJSZEJ ZAWARTOŚCI WĘGLA**

Zgodnie z regulacjami termicznymi, w RE2020 zostały zastrzeżone wymagania dotyczące efektywności energetycznej, bo najlepsza energia to ta, która nie jest zużywana. Ponadto po raz pierwszy w rozporządzeniu zostały określone wymagania dotyczące emisji gazów cieplarnianych przez wykorzystywaną energię. W RE2020 nastąpił przełom: stopniowe znikanie nowych mieszkań ogrzewanych wyłącznie gazem. 30% zmniejszenie potrzeb w zakresie większej efektywności. Aby osiągnąć większą efektywność, RE2020 wzmocnił wymóg potrzeby bioklimatycznej, czyli Bbio. Jest to wskaźnik, który określa zapotrzebowanie budynku na energię do utrzymania komfortowej temperatury, w zależności od jakości jego izolacji i ogólnego projektu (orientacja, geometria, itp.).

W RE2020 uwzględniono również zapotrzebowanie na chłodzenie Bbio cold, co do tej pory nie miało miejsca. W porównaniu z wymaganiami RT2012, maksymalny próg potrzeb bioklimatycznych budynków mieszkalnych został obniżony średnio o 30%, z uwzględnieniem ograniczeń technicznych i ekonomicznych właściwych dla małych domów i małych budynków mieszkalnych. Jest to ambitny, ale realistyczny wymóg, ponieważ już dziś znaczna część nowych mieszkań spełnia te kryteria charakterystyki energetycznej. Przyszłe budynki mieszkalne będą zatem lepiej zaprojektowane i lepiej izolowane, co zapewni niższe rachunki dla ich przyszłych mieszkańców.

### **Odejście od paliw kopalnych do 2025 r.**

Aby zapewnić jak najniższą emisyjność zużywanej energii, po raz pierwszy w przepisach został określony maksymalny próg emisji gazów cieplarnianych ze zużycia energii. Wyzwaniem jest zaprzestanie stosowania paliw kopalnych w nowych budynkach, podczas gdy obecnie większość nowych budynków we Francji jest nadal ogrzewana w całości gazem. W domach jednorodzinnych, gdzie rozwiązania wykorzystujące paliwa niekopalne są bardzo powszechne i doskonale opanowane (w szczególności pompy ciepła i ogrzewanie biomasą), z chwilą wejścia w życie RE2020 próg ten został ustalony na poziomie 4 kgCO<sub>2</sub> /m<sup>2</sup>/rok i de facto wykluczył systemy wykorzystujące wyłącznie gaz. Podczas gdy przeciętny istniejący dom ogrzewany gazem emituje prawie 5 ton CO<sub>2</sub> /rok, ten sam dom według standardów RE2020 powinien emitować mniej niż 0,5 tony, czyli 10 razy mniej. Dla niektórych realizowanych inwestycji, wyjątek stanowią pozwolenia na budowę złożone przed 31 grudnia 2023 r., gdy dla działki wydano już decyzję o warunkach zabudowy przewidującą usługę gazową. W budownictwie zbiorowym przejście jest stopniowe w latach 2022-2025, (obecnie 75% nowo wybudowanych mieszkań zbiorowych jest jeszcze ogrzewanych gazem. Alternatywy (indywidualne pompy ciepła, sieci ciepłne, systemy grzewcze na biomasę, zbiorcze pompy ciepła, słoneczna energia cieplna) są liczne, ale nie zostały jeszcze opracowane na dużą skalę. Próg został ustalony na poziomie 14 kgCO<sub>2</sub>/rok/m<sup>2</sup>, pozostawiając tym samym możliwość zainstalowania ogrzewania gazowego pod warunkiem, że mieszkania będą bardzo energooszczędne. Następnie, począwszy od 2025 r., próg ten zostanie obniżony do 6,5 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/rok, wykluczając tym samym ogrzewanie wyłącznie gazowe, ale umożliwiając rozwój innowacyjnych rozwiązań, w tym hybrydowych (takich jak pompy ciepła wykorzystujące gaz jako rezerwę w przypadku ekstremalnych mrozów). W ten sposób, dzięki RE2020, Francja, podobnie jak inne kraje europejskie (Holandia, Dania, Szwecja, Wielka Brytania), jest w stanie definitywnie zrezygnować z paliw kopalnych w nowych budynkach.



## Usystematyzowanie wykorzystania ciepła odnawialnego

RE2020 usystematyzował wykorzystanie ciepła odnawialnego poprzez maksymalny próg zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej. W istocie, w przeciwieństwie do niektórych regulacji termicznych z przeszłości (takich jak RT2005), rząd chce zapobiec masowemu powrotowi do grzejników elektrycznych (konwektory z efektem Joule'a), ponieważ, mimo że są one niedrogie w instalacji, ten rodzaj ogrzewania jest drogi w użytkowaniu i stanowi większe obciążenie dla sieci elektrycznej w szczycie zimy (winter peak). W tym względzie przypadek sieci ciepłowniczych będzie podlegał specjalnemu systemowi, aby zapewnić istniejącym sieciom ciepłowniczym wystarczający czas na dokonanie inwestycji niezbędnych do ich dekarbonizacji:

- W okresie od 2025 do 2028 r. dla budynków zbiorowego zamieszkania ogrzewanych za pomocą istniejącej sieci ciepłowniczej próg zostanie obniżony do 8 kgCO<sub>2</sub>/rok/m<sup>2</sup>, a następnie do 6,5 kgCO<sub>2</sub>/rok/m<sup>2</sup> od 2028 r. Do tej pory 73% sieci ciepłowniczych spełnia już wymogi proggu 8 kgCO<sub>2</sub>/rok/m<sup>2</sup>. Pozostałe będą miały silne bodźce do inwestowania w dekarbonizację do 2025 r.
- Ponadto właściciel sieci ciepłowniczej, który formalnie podjął decyzję o programie inwestycyjnym mającym na celu dekarbonizację jego sieci w okresie krótszym niż 5 lat, może ubiegać się o odstępstwo w ramach procedury uwzględniającej innowację.

Celem jest zachęcenie, w sposób ambitny i pragmatyczny, do dekarbonizacji sieci grzewczych, które są podstawowym środkiem ogrzewania w celu zapewnienia zgodności z francuską strategią energetyczną, zarówno w przypadku istniejących, jak i nowych budynków.

## **CEL 2 - STOPNIOWE PRZEJŚCIE NA BUDOWNICTWO NISKOEMISYJNE, Z RÓŻNORODNOŚCIĄ METOD BUDOWLANYCH I MATERIAŁÓW**

Faza budowy jest odpowiedzialna za znaczną część emisji gazów cieplarnianych, patrząc na cały cykl życia budynku. Aby uwzględnić to w rozporządzeniach, konieczne jest wprowadzenie poważnej zmiany metodologicznej: obliczenie oceny cyklu życia (LCA), która sumuje szacunkowy wpływ na emisję dwutlenku węgla wszystkich materiałów i urządzeń zastosowanych w budynku, w oparciu o dane charakteryzujące wpływ na środowisko. Dane te są częściowo wytwarzane przez producentów i podlegają protokołowi weryfikacji. Emisja gazów cieplarnianych związana z samym placem budowy również powinna zostać uwzględniona w obliczeniach, aby zachęcić do stosowania jak najbardziej przyjaznych środowisku procesów. Wykorzystanie oceny cyklu życia jako narzędzia regulacyjnego, określającego maksymalne progi, których należy przestrzegać, sprawi, że Francja znajdzie się wśród europejskich i światowych pionierów budownictwa niskoemisyjnego, obok Holandii, Szwecji i Finlandii, gdzie obowiązują lub są planowane regulacje uwzględniające obliczenia w ramach oceny cyklu życia.

### **Zachęcanie do składowania węgla poprzez dynamiczną ocenę cyklu życia**

Zgodnie z prawem Elan, w analizie cyklu życia wycenione jest czasowe magazynowanie węgla, czyli zdolność niektórych materiałów, które wychwyciły węgiel w trakcie swojego "biologicznego" życia (drewno, biopochodna izolacja, biopochodne elementy wyposażenia wnętrza itp.) do magazynowania węgla i ponownej emisji jego części dopiero pod koniec życia (po ewentualnych etapach recyklingu). Wymaga to metody analizy cyklu życia, która uwzględni czasowość emisji i efektów składowania. Jest to zgodne z polityką dotyczącą

zmian klimatu, ponieważ cząsteczka CO<sub>2</sub> wyemitowana dziś zaczyna ogrzewać atmosferę już dziś, podczas gdy ta sama cząsteczka wyemitowana 50 lat później zacznie oddziaływać na klimat dopiero 50 lat później.

Dlatego też, patrząc w przyszłość na następne stulecie, wysiłki podejmowane dziś w zakresie emisji gazów mają większe znaczenie dla zapobiegania degradacji klimatu. Obliczając wymagania prawne tą metodą, uwzględnia się właściwości materiałów, które emitują niewiele podczas ich produkcji lub które magazynują węgiel w budynkach, takich jak drewno i materiały biopochodne. W związku z debatami na temat dynamicznej metody LCA wdrożonej w ramach RE2020 oraz na temat założeń w niej uwzględnianych, rząd francuski współpracuje ze wszystkimi zainteresowanymi stronami w celu ujednoczenia dynamicznego podejścia LCA na poziomie francuskim i europejskim. Metodę można dostosować na późniejszych etapach regulacji, jeśli okaże się to konieczne. Jednocześnie ustalone w ten sposób progi pozwalają zachować logikę rezultatów, a nie środków, pozostawiając budowlancom swobodę wyboru materiałów i technik, które chcą zastosować w optymalny sposób.

Oprócz wykorzystania materiałów pochodzenia biologicznego. Za pośrednictwem RE2020 stworzono silne zachęty do dokonania postępu w zakresie wszystkich innych materiałów, technik i urządzeń budowlanych oraz do docenienia przemysłowców, którzy są zdecydowanie zaangażowani w dekarbonizację swoich procesów i którzy już inwestują w tym kierunku, takich jak niektórzy producenci cementu i betonu, stali, izolacji, cegieł lub dachówek itp. Regulacja cyklu życia będzie również zachęcać do stosowania materiałów pochodzących z geologii (takich jak cięty kamień lub surowa ziemia), ponieważ rozwiązania te wymagają niewielu etapów transformacji emitujących CO<sub>2</sub> i charakteryzują się wysokim wskaźnikiem ponownego wykorzystania lub recyklingu. Wreszcie, co nie mniej ważne, przepisy zachęcą producentów, projektantów i właścicieli budynków do wprowadzania innowacji w kierunku większej mieszanki materiałów (budynki mieszające drewno i beton, na przykład, lub materiały, które same są mieszane, takie jak beton na bazie roślin).

Oprócz wskaźnika emisji dwutlenku węgla w cyklu życia dla budownictwa, wskaźnik magazynowania dwutlenku węgla powinien być obliczany wyłącznie w celach informacyjnych i wyraźnie pokazywać stopień wykorzystania biomasy w budynkach. Ocena cyklu życia w odniesieniu do wpływu aktu budowlanego na globalne ocieplenie uwzględni również fazę budowy (zużycie energii przez sprzęt budowlany, a w szczególności pomieszczenia mieszkalne), aby zachęcić do stosowania najbardziej szlachetnych praktyk również na tym etapie. Na podstawie wskaźnika węgla w cyklu życia, mierzonego w kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> powierzchni mieszkalnej, w RE2020 zostały określone wymagania zgodne z krajową strategią niskoemisyjną (SNBC). Celem jest zmniejszenie emisji z sektora budowlanego o co najmniej 30% do 2031 roku. Stopniowy wzrost wymagań sprawi, że do 2031 r. wykorzystanie wszystkich dźwigni dekarbonizacji będzie systematyczne.

### **Zwiększone wykorzystanie drewna i materiałów biopochodnych**

W szczególności rozwijać się będzie wykorzystanie drewna i materiałów pochodzenia biologicznego, także w konstrukcji, a zwłaszcza w domach jednorodzinnych i małych budynkach mieszkalnych. Dla przykładu, domy w konstrukcji drewnianej, mimo że w pełni opanowane i budowane po konkurencyjnych kosztach, stanowią mniej niż 10% rynku nowych domów jednorodzinnych we Francji. Udział wykorzystania konstrukcji drewnianych jest jeszcze niższy w budownictwie zbiorowym, zwłaszcza w przypadku budynków wysokich, w których

obecne techniki nadal wiążą się ze znacznymi dodatkowymi kosztami i dla których istnieją dodatkowe wymagania regulacyjne (np. przeciwpożarowe lub akustyczne).

W związku z tym konieczne jest zapewnienie rozwoju krajowej produkcji przemysłowej drewna budowlanego, aby uniknąć wzrostu importu. Rząd Francji ogłosił już zaproszenia do składania projektów w celu sfinansowania zdolności do pierwotnego i wtórnego przetwarzania drewna z lasów francuskich w ramach planu naprawczego. Wkrótce zostaną podjęte inne inicjatywy z udziałem komitetu strategicznego dla sektora drzewnego oraz komitetu strategicznego dla przemysłu budowlanego, mające na celu promowanie rozwoju krajowej produkcji elementów inżynierii drzewnej.

### **Więcej materiałów mieszanych: transformacja w sposobie budowania**

W szerszym ujęciu, trajektoria wyznaczona przez ER2020 oznacza znaczącą zmianę w sektorze budowlanym, wraz z pojawieniem się stosunkowo mniejszościowych projektów i technik. Taka ewolucja musi być zatem stopniowa, aby sektor i wszyscy specjaliści mogli się dostosować.

Dlatego rząd zamierza wspierać innowacje w dziedzinie materiałów mieszanych. W tym celu rząd ogłasza zaproszenie do wyrażenia zainteresowania w ramach strategii przyspieszenia "rozwiązań dla zrównoważonych miast i innowacyjnych budynków" w celu przygotowania różnych zaproszeń do składania projektów, które zostaną ogłoszone w ramach PIA42.

### **Stopniowe przejście do redukcji emisji z budowy o ponad 30%.**

W RE2020 zostały określone progresywne i zróżnicowane wymagania w zależności od rodzaju budynku (indywidualny lub zbiorowy). W pierwszej fazie (2022-2025) głównym wyzwaniem jest zapewnienie przyjęcia przez całą branżę budowlaną metody analizy cyklu życia. Będzie to oznaczało, w szczególności ze strony projektantów, właścicieli, kierowników projektów, a także dostawców, optymalizację cech środowiskowych stosowanych materiałów i urządzeń, poprawę ich identyfikowalności i wydajności oraz oszczędność zasobów. Na tym etapie chodzi również o uzyskanie solidności w analizach cyklu życia na poziomie budynku, które obecnie nadal mają znaczne marginesy zmienności (do 30 %). Wymogi prawne sprawiają, że konieczne jest dostarczenie dokładnych informacji na potrzeby oceny cyklu życia oraz wybranie konkretnych danych środowiskowych dla stosowanych materiałów budowlanych i urządzeń. Oznacza to, że producenci będą musieli charakteryzować coraz więcej produktów i urządzeń, które wprowadzają na rynek. Przede wszystkim stworzy to wyraźną zachętę do stosowania materiałów niskoemisyjnych, nie ograniczając jednak stosowania żadnego konkretnego materiału lub techniki. Po zakończeniu tej początkowej fazy, gdy metody analizy cyklu życia i charakterystyka środowiskowa produktów zostaną w pełni opanowane, wymogi będą rosły etapami (2025, 2028 i 2031), prowadząc do coraz większego wykorzystania różnych dźwigni dekarbonizacji.

Do 2031 roku maksymalny próg w  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$  zostanie obniżony o ponad 30% w stosunku do obecnego poziomu odniesienia. Dla domów jednorodzinnych, z uwzględnieniem emisji związanych z budową, maksymalny próg wymogu emisji dwutlenku węgla po stronie budowlanej spadnie z 640 od 2022 r. do 415  $\text{kg CO}_2/\text{m}^2$  od 2031 r. Dla budownictwa wielorodzinnego spadnie on z 740 do 490  $\text{kg CO}_2/\text{m}^2/\text{rok}$ . Taka redukcja stanowi około 7  $\text{MtCO}_2/\text{rok}$  unikniętych w skali kraju, czyli równoważność 5 milionów pojazdów poruszających się rocznie. Wymagania te będą możliwe do osiągnięcia dla wielu różnych metod budowy. Pod warunkiem, że do tego czasu dokonają postępu technologicznego i będą przestrzegać

swojej trajektorii obniżania emisyjności, najbardziej rozpowszechnione materiały (beton, stal, cegły, dachówki itp.) będą nadal powszechnie stosowane.

W najgorętszych strefach klimatycznych (wokół Morza Śródziemnego i w głębi Prowansji), progi te będą modulowane. W istocie, o ile nie zostaną wprowadzone kosztowne systemy, zastosowanie niektórych materiałów niskoemisyjnych (w szczególności drewna) nie zawsze gwarantuje ten sam poziom komfortu w przypadku wysokich temperatur. W ten sposób zgodność pomiędzy wymaganiami dotyczącymi komfortu w lecie, dekarbonizacji i kontroli kosztów może być utrudniona w tych szczególnie gorących obszarach. Wymóg dotyczący progu emisji dwutlenku węgla będzie więc modulowany tak, aby każdy Francuz mógł korzystać z komfortowego mieszkania w lecie bez ponoszenia nadmiernie wysokich kosztów w danym rejonie kraju.

### **CEL 3 - BARDZIEJ PRZYJEMNE BUDYNKI W GORĄCYM KLIMACIE**

Wiele budynków zbudowanych według standardów RT2012 jest niekomfortowych w upalne dni, ze szkodą dla ich mieszkańców lub użytkowników. Globalne ocieplenie nasili i zwiększy liczbę fal upałów. W celu zapewnienia, że budynki jutra są dostosowane do zmian klimatycznych, rząd chciał, aby RE2020 znacząco poprawiło uwzględnienie komfortu letniego i ustanowiło konkretny wymóg.

W ramach ER2020 zapotrzebowanie na chłodzenie zostanie najpierw włączone do obliczeń zapotrzebowania na energię budynku (Bbio), które podlega zastrzonym wymogom. Na podstawie scenariusza pogodowego podobnego do fali upałów z 2003 r., w momencie projektowania budynku zostanie obliczony wskaźnik komfortu letniego, wyrażony w stopniogodzinach (DH).

Jest to liczba godzin w roku, w których budynek przekroczyłby próg 28°C w ciągu dnia (26°C w nocy), pomnożona przez różnicę pomiędzy symulowaną temperaturą a odchyleniem od granicy 28°C (resp. 26°C). Na przykład, dla uproszczenia, jeśli w mieszkaniu przez cały rok jest 20°C, z wyjątkiem 10 dni i 10 nocy, podczas których temperatura wzrasta stale do 30°C, wskaźnik komfortu letniego wyniesie 720 DH (2°C x 12h x 10 dni + 4°C x 12h x 10 nocy).

W RE2020 został ustalony maksymalny wysoki próg 1250 DH, którego nie będzie można przekroczyć, co odpowiadałoby okresowi 25 dni, podczas których w mieszkaniu stale panuje temperatura 30°C w ciągu dnia i 28°C w nocy. Próg ten jest jednakowy w całej Francji. W związku z tym, że na południu Francji (obszar śródziemnomorski i zaplecze prowansalskie) trudniej będzie respektować budynki mieszkalne budowane w tych gorących strefach klimatycznych, pewne wymogi budowlane zostaną zmodyfikowane, zwłaszcza te dotyczące wskaźnika emisji dwutlenku węgla w budownictwie.

Jednocześnie w ramach ER2020 został ustalony niski próg 350 DH, powyżej którego będą stosowane kary. Kary te mają charakter ryczałtowy, aby zachęcić wszystkie budynki do podjęcia wysiłków projektowych w celu zmniejszenia liczby godzin powyżej progu.

We wszystkich przypadkach tzw. pasywne rozwiązania klimatyzacji będą wspierane przez rozporządzenie poprzez jego silnik obliczeniowy, niezależnie od tego, czy chodzi o kształt budynku, jego orientację, ochronę przed słońcem, instalację mieszaczy powietrza lub studni powietrznych itp. Celem jest poprawa komfortu budynków w lecie przy niskich kosztach i w sposób zrównoważony.

Wymóg ten jest nowy dla regulacji cieplnej i dokładna rzeczywistość poziomu komfortu użytkownika, który odzwierciedla, pozostaje do dokładnej oceny. Poza komfortem letnim, RE2020 poprawia również traktowanie jakości powietrza wewnętrznego i wentylacji. Jest to jedna z głównych wad obserwowanych przy oddawaniu obecnych nowych budynków. W związku z tym przy dostawie została wprowadzona systematyczna kontrola jakości i prawidłowości działania wentylacji przez stronę trzecią, w oparciu o zalecenia zawarte w Białej Księdze Wentylacji (2018).

Zaostrzenie przepisów budowlanych może prowadzić do dodatkowych kosztów dla sektora budowlanego, które są przenoszone wzdłuż łańcucha budowlanego na cenę samego domu. Dla porównania, dodatkowe koszty przewidywane w momencie opracowywania RT2012 wynosiły od 10% do 15% kosztów budowy, ale Commissariat Général au Développement Durable (CGDD) przeanalizował po tym wydarzeniu, że koszty te zmaterializowały się tylko w niewielkim stopniu i zostały szybko wchłonięte przez efekty uczenia się. Długie eksperymentowanie wytwórni BBC rzeczywiście pomogło w przygotowaniu adaptacji sektora. Ponieważ wymogi rozporządzenia RE2020 mają być stosowane stopniowo w czasie, natychmiastowe koszty dodatkowe (związane z wymogami przewidzianymi od momentu ich wejścia w życie) będą a priori niskie (rzędu 3 do 4% kosztów budowy, z różnicami w zależności od rodzaju budynku). Dodatkowe koszty przewidywane na podstawie wymagań na rok 2031 nie przekraczają 10% aktualnych kosztów budowy, zarówno w przypadku budownictwa jednorodzinnego, jak i wielorodzinnego. Proces uczenia się będzie w stanie ograniczyć te skutki do 2031 roku. Wreszcie, te dodatkowe koszty należy zestawić z korzyściami społeczno-gospodarczymi uzyskanymi w okresie eksploatacji budynków: niższe rachunki za energię, uniknięcie emisji dwutlenku węgla, stworzenie lokalnych miejsc pracy itp.

### **Progresywna trajektoria oraz działania na rzecz wspierania innowacji**

Wymogi RE2020 są progresywne w czasie, szczególnie w odniesieniu do śladu węglowego na etapie budowy, ale także w zakresie wykluczenia ogrzewania wyłącznie paliwami kopalnymi w budynkach zbiorowego zamieszkania, co nastąpi od 2025 r. Konieczne wydaje się wyznaczenie precyzyjnych i jasnych ram czasowych, zgodnych z celami klimatycznymi Francji, które wszystkie podmioty będą mogły przewidzieć i przygotować się do nich, a jednocześnie zapewnienie niezbędnego czasu na dostosowanie się całego sektora, zarówno, jeśli chodzi o metody projektowania, stosowane materiały, urządzenia i technologie, ale także o metody budowy i pracy, co będzie wymagało od handlowców i rzemieślników modyfikacji praktyk i szkoleń. Dotyczy to w szczególności wykorzystania drewna: zastosowanie drewna często wiąże się z nowymi sposobami projektowania, dostarczania i realizacji obiektów budowlanych. Jak podkreśla sprawozdanie Bernarda Michela i Robina Rivatona ("L'industrialisation de la construction", luty 2021 r.)<sup>5</sup>, rozwój ten wpisuje się w szerszą tendencję w branży budowlanej do coraz większej industrializacji procesu budowlanego, z większym wykorzystaniem prefabrykacji i budowy poza placem budowy.

Progresywny charakter regulacji pozostawia uczestnikom łańcucha, przy całej różnorodności ich możliwości i sytuacji, swobodę wyboru tempa osiągnięcia celów. Bez wątpienia wielu projektantów, klientów i właścicieli zdecyduje się przewidzieć wymagania regulacyjne i szybko zainicjować niezbędne przekształcenia, aby osiągnąć stabilny reżim zgodny z ostatecznymi celami.

Aby zachęcić do tej mobilizacji i uruchomić zdolność do przewidywania całego łańcucha, rząd planuje również stworzenie znaku państwowego. Znak ten będzie premiować budynki

spełniające wymagania kolejnych etapów RE2020, czyli wyprzedzające przepisy oraz uwzględniać nowe kryteria, a także zdolność projektantów do wprowadzania innowacji.

### **Główne zmiany, które należy wprowadzić do projektu przepisów środowiskowych dla nowych budynków RE2020:**

1. Składnik energetyczny:
  - Wymóg efektywności energetycznej (Bbio)
  - Odejście od paliw kopalnych
  - Sieci ciepłe
  - Letni komfort
2. Element konstrukcyjny:
  - Pomiar i wymogi dotyczące śladu węglowego w cyklu budowy

Harmonogram wejścia w życie:

- Data wejścia w życie 1 stycznia 2022 r;
- W zakresie wymagań energetycznych dla domów jednorodzinnych zostanie wprowadzony przepis przejściowy: pozwolenia na budowę domów jednorodzinnych opalanych gazem będzie można uzyskać jeszcze do końca 2023 r., jeśli wcześniej zostało wydane pozwolenie na budowę w celu zapewnienia gazu (patrz komponent energetyczny);
- Kolejne terminy określone w projekcie tekstu również zostaną przesunięte na 1 stycznia 2025, 2028, 2031 roku.

Energia - Bbio:

Wymóg -30% (w stosunku do RT2012) zostanie utrzymany z modulacją emisji w zależności od powierzchni i zawartości, aby zapewnić, że dodatkowe koszty budowy pozostaną umiarkowane dla małych domów i małych budynków zbiorowego zamieszkania (w tym biorąc pod uwagę średnią powierzchnię budynku). Przykładowo, cel Bbio będzie w kolejności -20% (w stosunku do RT2012) dla najmniejszych domów (70m<sup>2</sup>). Podobnie, jako przykład, cel Bbio dla mieszkania zbiorowego o powierzchni całkowitej 500m<sup>2</sup> również wyniesie około -20%.

Energia - węgiel:

Domy jednorodzinne:

- Utrzymany zostanie próg 4 kgCO<sub>2</sub> /m<sup>2</sup>/rok w momencie wejścia w życie (biorąc pod uwagę odstęp czasowy pomiędzy złożeniem pozwolenia na budowę a faktyczną budową, dotyczy to będzie domów budowanych najwcześniej w drugiej połowie 2022 roku);
- W zakresie wymagań energetycznych dla domów jednorodzinnych wprowadzony zostanie przepis przejściowy: pozwolenia na budowę domów jednorodzinnych ogrzewanych gazem będzie można uzyskać jeszcze do końca 2023 r., jeśli na przyłącze gazowe zostało już wydane pozwolenie na budowę.

Zabudowa zbiorowa:

- Próg 6 kgCO<sub>2</sub> /m<sup>2</sup>/rok od 2025 r. zostanie podniesiony do 6,5 kgCO<sub>2</sub> /m<sup>2</sup>/rok, aby zapewnić możliwość stosowania efektywnych rozwiązań hybrydowych wykorzystujących gaz jako rezerwę.

## Sieci ciepłe:

- W trosce o elastyczność i perspektywy szybkiej ekologizacji sieci ciepłowniczych, w latach 2025-2027 zostanie ustalony próg odstępstwa w wysokości 8 kgCO<sub>2</sub> /m<sup>2</sup>/rok dla budynków podłączonych do sieci ciepłowniczej. Należy zauważyć, że prawie trzy czwarte istniejących sieci ciepłowniczych jest już zgodnych z wymogiem, nie licząc postępu w kierunku ekologizacji do 2025 r.;
- Ponadto dana sieć ciepłownicza może powoływać się na przepis derogacyjny (dawniej zwany "Title V") pozwalający na uwzględnienie zawartości węgla w ciepłe sieci nie w dniu złożenia pozwolenia na budowę, lecz perspektywicznej zawartości węgla w sieci do horyzontu 5-letniego, pod warunkiem przedstawienia aktu ustanawiającego decyzję inwestycyjną jednostki samorządu terytorialnego, umożliwiającego ocenę przyszłej zawartości węgla w sieci po zakończeniu prac.

## Letni komfort:

- Wprowadzona zostanie modulacja progu emisji dwutlenku węgla dla budownictwa w strefach gorących, aby móc przestrzegać jednolitego kryterium komfortu letniego w całym kraju i ułatwić stosowanie najbardziej odpowiednich metod budowlanych;
- Modulacja wymagań Cep,nr i Cep w strefach gorących, rzędu 5 do 10% w zależności od konfiguracji, zostanie wprowadzona w celu uniknięcia sytuacji, w której stała kara i/lub uwzględnienie klimatyzacji poniżej progu komfortu letniego jest niezgodne z wymaganiami energetycznymi.

## Konstrukcja węglowa:

- Zachowana została dynamiczna metoda LCA. Prace nad normalizacją na poziomie francuskim i europejskim będą podejmowane w porozumieniu ze wszystkimi zainteresowanymi stronami;
- O obliczaniu i modulacji progów:
  - Emisje związane ze zużyciem energii w fazie „budowy” zostaną uwzględnione z konsekwentnym zwiększeniem progów, co spowoduje globalizację składników I<sub>c</sub> i emisji fazy budowy. To podwyższenie progów jest skalibrowane zgodnie z malejącą trajektorią na różnych etapach rozporządzenia, trajektorią, która jest zgodna z ogólną trajektorią redukcji gazów cieplarnianych;
  - Modulacja na działce infrastrukturalnej (w szczególności fundamenty i miejsca parkingowe) zostanie dostosowana w przypadkach, gdy działka ta będzie wymagała wzmocnienia (w szczególności z powodu "fundamentów");
  - Wprowadzona zostanie modulacja wymogów w celu uwzględnienia stosowania domyślnych danych środowiskowych (EDD), które zwiększają wpływ materiałów i produktów na emisję dwutlenku węgla.

Dzieje się tak zazwyczaj dlatego, że właściciel projektu reaguje na ograniczenia geotechniczne lub urbanistyczne. Powyżej progu 40 kgCO<sub>2</sub> /m<sup>2</sup>, (poniżej którego wpływ węgla jest w pełni rozliczany), waga węgla w pakiecie infrastrukturalnym nie będzie liczona.

Podczas pierwszego etapu (2022-2024), w przypadku projektu o szczególnie dużej wadze danych domyślnych w jego wpływie na emisję dwutlenku węgla, próg wymagań zostanie podniesiony proporcjonalnie do „nadmiernego wykorzystania danych domyślnych”. W pierwszych latach wdrażania rozporządzenia, podczas których konkretne dane środowiskowe nie zawsze będą dostępne i ustalone, w szczególności w odniesieniu do

niektórych szczególnych materiałów (np. kamienia ciętego), celem jest uniknięcie karania projektów, które byłyby zmuszone do korzystania ze zbyt wielu danych domyślnych. Jest to również kwestia przewidywania trudności, jakie biura projektowe będą miały w pierwszych latach stosowania RE2020 z dokładnym wypełnieniem LCA i wyborem najbardziej odpowiednich danych szczegółowych.

Modulacja ta zostanie zneutralizowana od 2025 r., a następnie odwrócona od 2028 r., w celu "nadmiernego penalizowania" projektów, które domyślnie wykorzystują zbyt wiele danych środowiskowych. Będzie to sprzyjać pozytywnej dynamice tworzenia konkretnych danych dotyczących środowiska w perspektywie średnioterminowej.

Ta odwrotna modulacja zostanie wcześniej zweryfikowana, aby sprawdzić, czy produkcja określonych danych jest zgodna z terminem i czy właściciele projektów nie są narażeni na trudności.

- Na samych jazach, w tym na etapie budowy,
  - Dla domów jednorodzinnych próg w 2031 r. zostanie nieznacznie podniesiony, aby zapewnić, że żaden sposób budowy nie zostanie wykluczony, pod warunkiem uruchomienia różnych dźwigni dekarbonizacji. Progi pośrednie (2025 i 2028) zostaną odpowiednio dostosowane w celu przedstawienia spójnej trajektorii;
  - W budownictwie zbiorowym próg w 2031 r. zostanie nieznacznie podniesiony, aby zapewnić, że żaden sposób budowy nie zostanie wykluczony, pod warunkiem uruchomienia różnych dźwigni dekarbonizacji. Progi pośrednie (2025 i 2028) zostaną odpowiednio dostosowane w celu przedstawienia spójnej trajektorii.

### **Szczegóły dotyczące dynamicznej analizy cyklu życia**

Poprzez rozporządzenie środowiskowe 2020 rząd dąży do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych w nowym budownictwie, ponieważ wszystkie sektory gospodarki muszą być zmobilizowane do osiągnięcia naszych celów w walce ze zmianami klimatu. W tym celu RE2020 wprowadza istotną innowację: po raz pierwszy uwzględni emisje z budynku w całym jego cyklu życia, od budowy do rozbiórki. Jest to znane jako ocena cyklu życia (LCA).

Istnieje kilka metod LCA, a rząd wybrał tzw. "dynamiczną" LCA. Zaletą tej metody jest uwzględnienie czasu emisji gazów cieplarnianych, na co nie pozwala "statyczna" metoda LCA. Rzeczywiście, tona CO<sub>2</sub> wyemitowana dziś zaczyna ocieplać klimat już dziś, podczas gdy ta sama tona wyemitowana za 25 lat zacznie oddziaływać dopiero za 25 lat.

Gazy cieplarniane pozostają w atmosferze przez dziesiątki, a nawet setki czy tysiące lat, dlatego wyemitowana dziś cząsteczka CO<sub>2</sub> będzie ogrzewać atmosferę nie tylko dziś, ale także jutro i każdego dnia, aż w końcu zostanie wychwycona przez oceany, lasy itp. i zniknie z atmosfery. Można wtedy zmierzyć skumulowany wpływ emisji gazu cieplarnianego na klimat, tzw. skumulowane wymuszenie radiacyjne. Zatem dynamika fizyczna wywołuje ocieplenie klimatu, które różni się w zależności od tego, czy jest oceniane w 20-letnim, 100-letnim czy 500-letnim horyzoncie czasowym. Nazywa się to "horyzontem czasowym".

Wybór horyzontu czasowego jest zatem bezpośrednio związany z horyzontem czasowym strategii przeciwdziałania zmianom klimatu, które można chcieć wprowadzić, ponieważ to w odniesieniu do tego horyzontu czasowego ocenia się wpływ globalnego ocieplenia.

Pilny charakter obecnego kryzysu klimatycznego, który zmusza nas do jak najszybszego działania, mógłby uzasadniać ocenę wpływu polityk publicznych na globalne ocieplenie



w bardzo krótkim horyzoncie czasowym, 10 lub 20 lat. Jednakże taki wybór wiązałby się z ryzykiem faworyzowania rozwiązań krótkoterminowych, które w dłuższej perspektywie mogłyby okazać się negatywne dla klimatu. Dlatego też rząd wybrał dłuższy horyzont czasowy 100 lat, który jest zgodny ze zobowiązaniem podjętym w porozumieniu paryskim do ograniczenia globalnego ocieplenia do minimum do 2100 roku. Wybór ten jest również zgodny z pracami IPCC, który bada różne scenariusze klimatyczne dla roku 2100. Ten horyzont czasowy jest również wykorzystywany w wielu opracowaniach naukowych i stosowany w szczególności przy obliczaniu konwencjonalnej jednostki miary emisji gazów cieplarnianych - kilograma „równoważnego” CO<sub>2</sub> (kgCO<sub>2</sub>eq ).

Jeśli celem jest ograniczenie globalnego ocieplenia w ciągu 100 lat, ważne jest, aby wziąć pod uwagę czas emisji. Pomiedzy dwoma emisjami, które miałyby miejsce dziś lub za 25 lat, pierwsza ogrzeje Ziemię na 100 lat, podczas gdy druga ogrzeje ją tylko na 75 lat.

Odpowiada ona za mniejsze skumulowane wymuszenie radiacyjne niż pierwsza emisja. Późniejsza emisja ma mniejszy wpływ na efekt cieplarniany w danym horyzoncie czasowym.

W jaki sposób upraszcza się wybraną dynamiczną analizę cyklu życia?

Przyjęta przez rząd dynamiczna analiza cyklu życia nazywana jest "uproszczoną", ponieważ nie różnicuje ona w czasie mocy grzewczej innych niż CO<sub>2</sub> gazów cieplarnianych, takich jak metan, tlenki azotu itp. To uproszczenie ułatwia korzystanie z kart charakterystyki środowiskowej, ponieważ są one zwykle tworzone przez producentów, którzy przeprowadzają obliczenia wpływu na środowisko swoich materiałów budowlanych. Takie uproszczenie ułatwia korzystanie z arkuszy danych środowiskowych, ponieważ są one zazwyczaj tworzone przez producentów, którzy obliczają wpływ swoich materiałów budowlanych na środowisko. Jest to ważne dla zapewnienia właściwego zrozumienia i wdrożenia rozporządzenia. To uproszczenie nie powoduje żadnych istotnych różnic w porównaniu z nie uproszczonym dynamicznym LCA.

Dokumenty zawierające wymagania RE2020 dotyczące budynków mieszkalnych to:

1. Dekret nr 2021-1004 z dnia 29 lipca 2021 r. dotyczący wymagań dotyczących efektywności energetycznej i środowiskowej konstrukcji budowlanych we Francji kontynentalnej podzielono na 2 sekcje:
  - a. Sekcja 1, która dotyczy budowy budynków mieszkalnych, biurowych lub szkolnictwa podstawowego lub średniego i ma zastosowanie od 1 stycznia 2022 r. do budynków mieszkalnych, a od 1 lipca 2022 r. do budynków wykorzystywanych na biura, szkoły podstawowe lub średnie. W szczególności załącznik do artykułu R.172-4 kodeksu budowlanego (w wersji wprowadzonej 1 stycznia 2022 r.) określa wymagania mające zastosowanie do budynków mieszkalnych;
  - b. Sekcja 2, która dotyczy innych konstrukcji budowlanych, zawiera niezmienione dotychczasowe wymagania przepisów cieplnych z 2012 r. Przyszłe rozporządzenie wprowadzi wymagania RE2020 dla tych budynków.
2. Dekret nr 2022-305 z dnia 1 marca 2022 r.

<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000043877196>

w sprawie wymagań dotyczących efektywności energetycznej i środowiskowej dla budynków biurowych oraz budynków szkół podstawowych i średnich we Francji metropolitalnej uzupełnia wyżej wymieniony dekret, określając wymagania dla budynków przeznaczonych do użytku

mieszkalnego, biur lub szkół podstawowych i średnich. Ponadto uzupełnia postanowienia artykułu R. 172-1 kodeksu budowlano-mieszkaniowego w zakresie zakreślenia wyłączenia ze stosowania RE2020 dla wznoszenia budynków.

Wymagania te stosuje się od 1 stycznia 2022 r. do wznoszenia budynków lub części budynków przeznaczonych na cele mieszkalne, a od 1 lipca 2022 r. do wznoszenia budynków lub części budynków biurowych lub szkolnictwa podstawowego lub średniego; mają one zastosowanie od 1 stycznia 2023 r. do rozbudowy tych konstrukcji oraz do konstrukcji tymczasowych.

Dekret określa wymagania dotyczące efektywności energetycznej i środowiskowej, które muszą spełniać wymienione powyżej budynki zlokalizowane we Francji kontynentalnej, w szczególności pięć następujących wymagań dotyczących wydajności:

- a. optymalizacja projektu energetycznego budynku niezależnie od wdrożonych systemów;
- b. ograniczenie zużycia energii pierwotnej;
- c. ograniczenie wpływu na zmiany klimatu związane z tym zużyciem;
- d. ograniczenie wpływu elementów budowlanych na zmiany klimatu;
- e. ograniczenie przegrzewania w budynku w okresie letnim.

Dekret reorganizuje rozdział II tytułu VII księgi I Kodeksu Budowlanego i Mieszkaniowego.

3. Rozporządzenie z dnia 4 sierpnia 2021 r. w sprawie wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej i środowiskowej konstrukcji budowlanych we Francji metropolitalnej i zatwierdzające metodę obliczeniową. Określa również wymagania mające zastosowanie do elementów budynku, takie jak ograniczenie współczynnika słonecznego okien (na przykład ograniczenie przegrzewania niektórych pomieszczeń w budynkach).
4. Dekret z dnia 6 kwietnia 2022 r. zmieniający dekrety wydane na podstawie artykułów R. 122-22 do R. 122-25 i R. 172-1 do R. 172-9 kodeksu budowlanego i mieszkaniowego uzupełnia dekret z dnia 4 sierpnia 2021 r. wspomnianych powyżej, określając wymagania dla budynków wykorzystywanych jako biura lub szkoły podstawowe i średnie. Załączniki do dekretu zostały opublikowane w Biuletynie Urzędowym Ministerstwa Przemian Ekologicznych i Spójności Terytorialnej.

Ad 1. Dekret nr 2021-1004 z dnia 29 lipca 2021 r. w sprawie wymagań dotyczących efektywności energetycznej i środowiskowej dla konstrukcji budowlanych we Francji.

Dekret skierowany do: właścicieli projektów, kierowników projektów, budowniczych i deweloperów, architektów, biur projektów cieplnych i środowiskowych, ekonomistów budynków, inspektorów technicznych, firm budowlanych, producentów materiałów budowlanych i systemów technicznych budynków, dostawców energii.

Temat: ustalenie wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej i środowiskowej oraz charakterystyki energetycznej i środowiskowej nowych budynków i rozbudowy budynków we Francji oraz reorganizacja rozdziału II tytułu VII księgi I kodeksu budownictwa i mieszkalnictwa.

Wejście w życie: wymagania te stosuje się od 1 stycznia 2022 r. do wznoszenia budynków lub części budynków przeznaczonych na cele mieszkalne, a od 1 lipca 2022 r. do wznoszenia budynków lub części budynków biurowych lub szkolnictwa podstawowego lub średniego; mają one zastosowanie od 1 stycznia 2023 r. do rozbudowy tych konstrukcji oraz do konstrukcji tymczasowych.

Uwaga: dekret określa wymagania dotyczące wydajności energetycznej i środowiskowej, które muszą spełniać wymienione powyżej budynki zlokalizowane we Francji kontynentalnej, w szczególności pięć następujących wymagań dotyczących:

- a. optymalizacja projektu energetycznego budynku niezależnie od wdrożonych systemów;
- b. ograniczenie zużycia energii pierwotnej,
- c. ograniczenie wpływu na zmiany klimatu związane z tym zużyciem;
- d. ograniczenie wpływu elementów budowlanych na zmiany klimatu;
- e. ograniczenie przegrzewania w budynku w okresie letnim.

### **Kodeks Budowlany i Mieszkaniowy**

**([https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article\\_lc/LEGIARTI000045292850/2022-07-01/](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000045292850/2022-07-01/))**

W rozdziale I przedstawiono definicje wskaźników, w rozdziale II przedstawiono wzory do obliczeń powyższych wskaźników a w rozdziale III zawarto maksymalne wartości.

Zapotrzebowanie budynku na energię do ogrzewania, chłodzenia i sztucznego oświetlenia, o którym mowa w 1° artykułu R.172-4, jest określone przez wskaźnik Bbio. Maksymalne wymaganie jest zaznaczone Bbio max.

Zużycie energii pierwotnej budynku, obliczone dla określonych warunków eksploatacyjnych, na ogrzewanie, chłodzenie, wytwarzanie ciepłej wody użytkowej, oświetlenie, mobilność użytkowników wewnątrz budynku, ogrzewanie pomocnicze, chłodzenie, ciepłą wodę użytkową i wentylację, o których mowa w 2° artykułu R. 172-4, jest określony przez wskaźnik Cep. Maksymalne zużycie energii pierwotnej jest oznaczone Cep\_max.

Zużycie energii pierwotnej nieodnawialnej budynku, obliczone dla określonych warunków eksploatacji, na ogrzewanie, chłodzenie, produkcji ciepłej wody użytkowej, oświetlenia, mobilności użytkowników wewnątrz budynku, urządzeń pomocniczych ogrzewania, chłodzenia, ciepłej wody użytkowej i wentylacji, wymieniony w 2° artykułu R. 172-4, jest określony przez wskaźnik oznaczony Cep, nr. Maksymalne zużycie nieodnawialnej energii pierwotnej jest oznaczone Cep, nr\_max.

Wpływ zużycia energii pierwotnej na zmiany klimatyczne, o którym mowa w 3° artykułu R. 172-4, określone wskaźnikiem wyrażonym w kg ekwiwalentu CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>, jest określony wskaźnikiem lceenergy . Maksymalny wpływ zużycia energii pierwotnej na zmianę klimatu jest oznaczony jako lceenergy\_max.

Współczynnik lceenergy\_maxaverage przyjmuje następujące wartości, w zależności od przeznaczenia części budynku, roku złożenia odpowiedniego wniosku o pozwolenie na budowę oraz tego, czy jest on podłączony do miejskiej sieci ciepłowniczej, czy nie:

Wpływ budownictwa na zmiany klimatyczne, związany z produkcją elementów budowlanych, ich transportem, montażem i całym placem budowy, ich wykorzystaniem z wyłączeniem energii i wody z fazy eksploatacji budynku, ich konserwacją, naprawą, wymianą i zakończeniem życia, ocenianego w całym cyklu życia budynku, o którym mowa w 4° art. R. 172-4, określa wskaźnik lconstruction. Ocena tego wpływu uwzględnia koszty i korzyści związane z odzyskiem komponentów wycofanych z eksploatacji. Maksymalny wpływ konstrukcji na zmiany klimatyczne lconstruction\_max.

Wartości lconstruction\_maxaverage oraz współczynniki modulacji związane z ustawieniem wymagania na lconstruction\_max. Współczynnik lconstruction\_maxmoyen przyjmuje

następujące wartości, w zależności od przeznaczenia części budynku oraz roku złożenia odpowiedniego wniosku o pozwolenie na budowę:

Liczba stopniogodzin letniego dyskomfortu, o której mowa w 5° artykułu R. 172-4, jest oceniana dla każdej części budynku, która jest jednorodna termicznie i jest określona przez wskaźnik oznaczony DH. Wyraża czas trwania i intensywność okresów dyskomfortu w budynku w ciągu roku, kiedy temperatura wewnętrzna może powodować dyskomfort. Maksymalny letni dyskomfort jest notowany DHmax.

Wartość DHmaxcat przyjmuje następujące wartości, w zależności od kategorii ograniczeń zewnętrznych części budynku:

Wpływ na zmiany klimatyczne związane z budynkiem, oceniany w całym jego cyklu życia, z uwzględnieniem magazynowania, w okresie użytkowania budynku, węgla z atmosfery, o którym mowa w 6° artykułu R. 172-4, jest określony przez wskaźnik oznaczony Icbuilding. Odpowiada to sumie wpływu na zmiany klimatyczne elementów IBudowa i zużycie energii Icenergia oraz wpływu na zmiany klimatyczne zużycia i zrzutów wody w trakcie eksploatacji budynku.

Ilość węgla z atmosfery i składowanego w budynku określa wskaźnik StockC.

Wpływ na zmiany klimatu związany z domyślnymi danymi środowiskowymi i wartościami standardowymi w obliczeniach wskaźnika Iconstruction jest określony przez wskaźnik wyrażony w kg ekwiwalentu CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> i określony jako Icded.

## 6 Metodologia

---

### 6.1 Opis metodologii – metodyka

#### 6.1.1 Podstawa prawna opracowanej metodyki

Opracowana metodyka obliczeń wynika z przepisu art. 4 (Ustalanie minimalnych wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej) oraz art. 5 (Obliczanie optymalnego pod względem kosztów poziomu wymagań minimalnych dotyczących charakterystyki energetycznej) Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady nr 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (Dz. Urz. UE nr L 153 z 18.6.2010, str. 13 z późn. zm., zwanej dalej „dyrektywą”). Obliczenia zostaną wykonane zgodnie z rozporządzeniem delegowanym Komisji (UE) nr 244/2012 z dnia 16 stycznia 2012 r. uzupełniającym dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków.

#### 6.1.2 Cel metodyki

Celem opracowanej metodyki jest wykonanie sprawozdania oraz przegląd przepisów określających minimalne wymagania dotyczące charakterystyki energetycznej oraz ewentualnie propozycja uaktualnienia tych wymagań w celu osiągnięcia poziomów optymalnych pod względem kosztów z uwzględnieniem postępu technicznego w sektorze budowlanym.

Celem opracowanej metodyki jest również możliwość porównywania środków poprawy efektywności energetycznej, środków uwzględniających odnawialne źródła energii oraz pakietów i wariantów takich środków, w oparciu o ich charakterystykę w zakresie energii pierwotnej i koszty związane z ich wdrożeniem. Metodyka badawcza odnosi się do wybranych budynków referencyjnych, w celu określenia optymalnych pod względem kosztów poziomów wymagań minimalnych dotyczących charakterystyki energetycznej.

#### 6.1.3 Zakres

Opracowana metodyka badań zakłada:

1. Określenie budynków referencyjnych, które są reprezentatywne dla więcej niż jednej kategorii budynków (budynki jednorodzinne; bloki mieszkalne i budynki wielorodzinne; budynki biurowe).
2. Określenie środków/pakietów/wariantów wykorzystujących energię ze źródeł odnawialnych, zarówno dla nowych, jak i dla istniejących budynków.
3. Wyznaczenie charakterystyki energetycznej budynków reprezentatywnych obliczonej na podstawie metodologii, zgodnie z wspólnymi ramami ogólnymi określonymi w załączniku I do dyrektywy 2010/31/UE (zwanej dalej Dyrektywą).
4. Obliczenie charakterystyki energetycznej środków/pakietów/wariantów poprzez zdefiniowanie na poziomie krajowym, w pierwszej kolejności zapotrzebowania na energię do celów ogrzewania i chłodzenia, a następnie obliczenie energii dostarczonej do celów ogrzewania, chłodzenia, wentylacji, przygotowania ciepłej wody użytkowej i oświetlenia.
5. Przeprowadzenie obliczeń zgodnie z rozporządzeniem delegowanym Komisji (UE) nr 244/2012 z dnia 16 stycznia 2012 r. uzupełniającym Dyrektywę i ustanawiającym ramy metodologii porównawczej do celów obliczania optymalnego pod względem kosztów

poziomu wymagań minimalnych dotyczących charakterystyki energetycznej budynków i elementów budynków (Dz. Urz. UE nr L 81 z 21.3.2012, str. 18). Zgodnie z art. 5 ust. 2 Dyrektywy.

6. Obliczanie poziomów optymalnych pod względem kosztów poziomów wymagań minimalnych, zostanie wykonane dla perspektywy makroekonomicznej lub finansowej

7. Wyniki obliczeń zostaną porównane z minimalnymi wymaganiami dotyczącymi charakterystyki energetycznej przyjętymi przez stronę polską. Jeżeli w wyniku porównania zostaną określone istotne rozbieżności, tj. przekroczenie o 15 %, między wyliczonymi optymalnymi pod względem kosztów poziomami minimalnych wymagań dotyczącymi charakterystyki energetycznej oraz minimalnymi obowiązującymi wymaganiami dotyczącymi charakterystyki energetycznej, zostaną przedstawione propozycje legislacyjne zapisów popartych odpowiednimi obliczeniami i uzasadnieniem, tak aby udowodnić zasadność dla nowych założeń i niezbędnych zmian.

#### 6.1.4 Dane

Dane przyjmowane do obliczeń:

- a) rok zerowy - rok, w którym przeprowadzane jest obliczenie,
- b) okres obliczeniowy określony w załączniku I do rozporządzenia delegowanego Komisji (UE) nr 244/2012,
- c) kategorie kosztów określone w załączniku I do rozporządzenia delegowanego Komisji (UE) nr 244/2012,
- d) w odniesieniu do kosztów emisji dwutlenku węgla zostanie zastosowany jako minimalny dolny próg szacowane ceny emisji w ramach systemu handlu emisjami, zgodnie z załącznikiem II rozporządzenia delegowanego Komisji (UE) nr 244/2012,
- e) określenie :
  - szacunkowego ekonomicznego cyklu życia budynku i/lub elementu budynku;
  - stopy dyskontowej;
  - kosztów nośników energii, produktów, systemów, kosztów utrzymania, kosztów eksploatacji i kosztów pracy;
  - współczynników energii pierwotnej;
  - ewolucji cen energii.

#### 6.1.5 Zbieranie danych

Sposób zbierania danych:

- a) określenie budynków reprezentatywnych – na podstawie danych GUS, audyty energetyczne, wykonawcy działań termomodernizacyjnych, dane samorządowe),
- b) dane dotyczące środków/pakietów/wariantów – analizy rynku technologii budowlanych,
- c) dane dotyczące: (stopy dyskontowej; kosztów nośników energii, produktów, systemów, kosztów utrzymania, kosztów eksploatacji i kosztów pracy; współczynników energii pierwotnej; ewolucji cen energii) – dane krajowe.

## 6.2 Analiza postępu rynku materiałów i technologii budowlanych

Celem analizy jest prześledzenie postępu współczesnego rynku materiałów i technologii budowlanych w kontekście spełnienia obowiązujących przepisów energetycznych w Polsce oraz ocena możliwości ich zaostżenia.

W niniejszym rozdziale przedstawiono dostępne i powszechnie stosowane materiały i technologie wznoszenia budynków, rozwiązania techniczne elementów budynków w zakresie jakości cieplnej oraz systemy technicznego wyposażenia budynków.

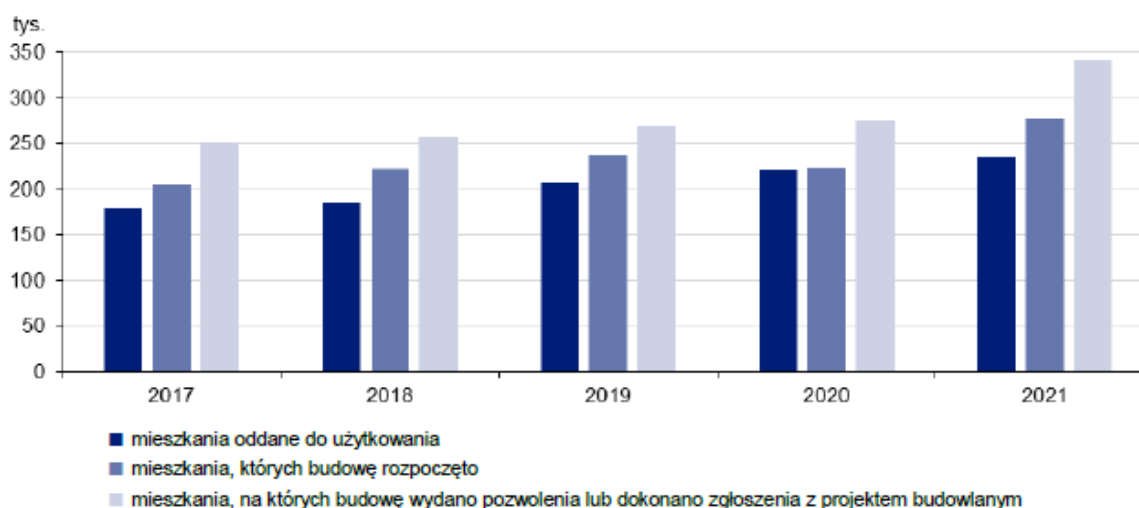
Uwzględniono znaczny postęp techniczny w sektorze budowlanym przedstawiając innowacyjne rozwiązania polepszające efektywność energetyczną budynków.

### 6.2.1 Rynek nieruchomości

W ostatnich latach odnotowuje się dynamiczny wzrost budowy nowych obiektów budowlanych, w szczególności widać to na rynku nieruchomości mieszkalnych gdzie zgodnie z danymi GUS w roku 2021 oddano o 31%,6% więcej mieszkań w porównaniu z rokiem 2017.

Poniżej na wykresie przedstawiono jak kształtował się rynek mieszkaniowy na przestrzeni lat 2017-2021 pod względem liczby mieszkań: oddanych do użytkowania, których budowę rozpoczęto oraz na których budowę wydano pozwolenia lub dokonano zgłoszenia z projektem budowlanym.

#### Budownictwo mieszkaniowe w Polsce w latach 2017-2021

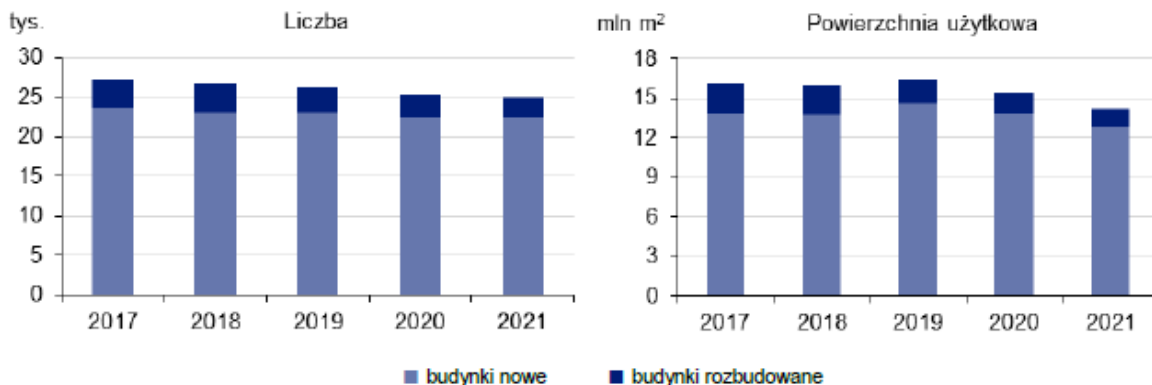


Źródło: „Efekty działalności budowlane w 2021”, raport GUS

#### Rys. 1 Budownictwo mieszkaniowe w Polsce w latach 2017-2021

W przypadku budownictwa budynków niemieszkalnych w roku 2021 odnotowuje się stagnację, liczba nowych budynków do użytkowania pozostała na poziomie roku poprzedniego, zaś powierzchnia budynków nowych i rozbudowanych była mniejsza o 8,4%. Warto zwrócić uwagę, że w strukturze oddanej na terenie Polski w 2021 r. powierzchni użytkowej budynków niemieszkalnych według grup PKOB dominowały budynki przemysłowe i magazynowe (46,5% wartości ogółem), a także pozostałe budynki niemieszkalne (20,2%), wśród których przeważały budynki gospodarstw rolnych.

### Liczba oraz powierzchnia użytkowa budynków niemieszkalnych oddanych do użytkowania w latach 2017-2021



Źródło: „Efekty działalności budowlanej w 2021”, raport GUS

#### Rys. 2 Budownictwo niemieszkalniowe w Polsce w latach 2017-2021

Coraz więcej powstających budynków zarówno mieszkalnych (jedno-, wielorodzinnych), publicznych, komercyjnych są to budynki charakteryzujące się wysokim standardem energetycznym wynikającym z dobrej izolacyjności przegród jak również stosowania zaawansowanych systemów technicznych takich jak wentylacja z odzyskiem ciepła, pompy ciepła, panele PV, energooszczędne oświetlenie czy automatyka budynkowa.

Wpływ na obecny rozwój technologii i wzrost zapotrzebowania na materiały i systemy techniczne poprawiających standard energetyczny budynków miała przede wszystkim nowelizacja przepisów techniczno-budowlanych, będąca wynikiem implementacji kolejno Dyrektywy 2002/91/WE oraz 2010/31/UE ak również chęć Inwestorów do oszczędności energii i kosztów co będzie szczególnie istotne w najbliższej przyszłości.

#### 6.2.2 Technologie budowlane

##### Przeгляд najczęściej stosowanych technologii

Obecnie w sektorze budowlanym stosuje się wiele rozwiązań technologicznych, a zapotrzebowanie na nie stale rośnie. Współcześnie istnieje trend na nowoczesne technologie oraz innowacyjne materiały budowlane, jednocześnie można zaobserwować tendencję udoskonalania już istniejących i powszechnie stosowanych technologii.

Zgodnie z danymi GUS w roku 2021 najczęściej stosowanymi technologiami wznoszenia budynków mieszkalnych w Polsce ciągle są technologia murowana (tradycyjna) oraz technologia drewniana (szkieletowa, z bali, z drewnianych elementów prefabrykowanych).



Wyszczególnienie	Budynki	Kubatura w m <sup>3</sup>	Mieszkania	Przeciętna powierzchnia użytkowa mieszkań w m <sup>2</sup>	Przeciętny czas trwania budowy w miesiącach
<b>OGÓŁEM</b>	<b>109 212</b>	<b>107 739 030</b>	<b>231 166</b>	<b>92,9</b>	<b>41,1</b>
Jednorodzinne	106 261	75 224 175	115 457	133,3	48,5
Wielorodzinne	2 951	32 514 855	115 709	52,6	23,9
Tradycyjna udoskonalona	107 638	99 045 007	203 396	98,1	42,5
Monolityczna	378	7 723 338	25 277	52,5	24,3
Wielkopłytkowa	24	239 015	901	52,4	24,9
Wielkoblokowa	10	110 313	384	54,6	21,1
Konstrukcji drewnianych	1 160	617 925	1199	108,0	34,4
Inne	2	3 432	9	60,7	18,7

Źródło: „Efekty działalności budowlanej w 2021”, raport GUS

**Rys. 3 Nowe budynki mieszkalne oddane do użytkowania w 2021r. wg. rodzajów budynków i technologii wznoszenia**

Jednakże w ostatnich latach obserwuje się także wzrost popularności technologii monolitycznej, co potwierdza poniższy wykres.



Źródło: Raport rynkowy „Budynki mieszkalne w technologii monolitycznej”

<https://www.locja.pl/raport-rynkowy/budynki-mieszkalne-w-technologii-monolitycznej,179>

**Rys. 4 Liczba budynków mieszkalnych zrealizowanych w technologii monolitycznej w latach 1996-2019**

Poniżej w tabeli porównano i przeprowadzono analizę najczęściej stosowanych technologii wznoszenia budynków w Polsce w ostatnich latach.

**Tab. 30 Porównanie najczęściej stosowanych technologii wznoszenia budynków w Polsce**

Zalety	Wady
<b>Technologia murowana</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Powszechność stosowania (dostępność i różnorodność podstawowych materiałów oraz większa dostępność ekip budowlanych);</li> <li>• Wysoka izolacyjność akustyczna ścian i stropów;             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Małe ryzyko popełnienia błędów budowlanych (łatwość wykonania);</li> <li>• Duża trwałość/stabilność konstrukcji (długa żywotność);</li> <li>• Duża akumulacyjność cieplna (łatwość ogrzania budynku różnymi sposobami);</li> <li>• Duża dowolność metod wznoszenia ścian (ściany jedno-, dwu- lub trójwarstwowe);</li> <li>• Znaczna odporność na warunki atmosferyczne;</li> <li>• Możliwość zastosowania wielu rozwiązań architektonicznych (stropy o dużych rozpiętościach);</li> <li>• Możliwość łączenia z innymi technologiami ( np. monolityczną i prefabrykowaną );</li> <li>• Ogniotrwałość ;</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duże zużycie materiałów porównywalne z nakładem pracy poświęconej przy wznoszeniu budynku;</li> <li>• Brak możliwości wykonywania prac murowych w niskich temperaturach (do <math>-5^{\circ}\text{C}</math>);</li> <li>• Duży ciężar elementów konstrukcyjnych (kosztowny transport i trudność w operowaniu robotami na placu budowy);</li> <li>• Duża grubość murów (ze względu na ochronę cieplną);</li> <li>• Kłopotliwe sytuowanie instalacji np. sanitarnych (konieczność wykonywania bruzd);</li> <li>• Długi czas trwania budowy (długotrwały proces schnięcia zapraw);</li> <li>• Trudność w przebudowie i modernizacji (pracochłonne i kosztowne roboty, konieczność wyprowadzki na czas przebudowy);</li> </ul>
<b>Technologia drewniana</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Szybkość budowy (brak lub niewielka ilość „prac mokrych”)</li> <li>• Mały ciężar konstrukcji</li> <li>• Łatwość realizacji przebudowy i modernizacji budynku (brak kucia ścian, stropów itp.)</li> <li>• Możliwość uzyskania stosunkowo małej grubości ścian spełniających najbardziej restrykcyjne wymagania (mnogość na</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mniejsza trwałość w porównaniu do konstrukcji murowanych (krótszy okres eksploatacji budynków – konieczność okresowej konserwacji)</li> <li>• Mała akumulacyjność cieplna (budynek szybko się wychładza)</li> <li>• Niższy koszt budowy budynku w porównaniu z murowanymi (nawet o 30%)</li> </ul>

<p>rynku materiałów izolacyjnych o coraz lepszych parametrach cieplnych)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Możliwość wykonywania prac w niskich temperaturach</li> <li>• Proekologiczna metoda wznoszenia budynków (ze względu na wykorzystanie głównie drewna, który jest materiałem naturalnym i odnawialnym)</li> <li>• Korzystny mikroklimat wewnątrz budynku</li> <li>• Łatwość w montażu instalacji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mały odsetek firm wyspecjalizowanych w tej technologii</li> <li>• Ograniczenie w rozpiętości stropów</li> </ul>
<b>Technologia monolityczna</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duża wytrzymałość i sztywność konstrukcji w porównaniu do innych technologii (odporność na działania dynamiczne i wpływy sejsmiczne);</li> <li>• Duża trwałość/stabilność konstrukcji (długa żywotność);</li> <li>• Ciągłość konstrukcyjna (brak konieczności używania łączników – ograniczenie miejsc powstawania mostków termicznych)</li> <li>• Wysoka izolacyjność akustyczna pomieszczeń;</li> <li>• Możliwość wykończenia ścian dowolnym materiałem</li> <li>• Brak konieczności tynkowania ścian</li> <li>• Parametry techniczne betonu towarowego (głównego materiału konstrukcyjnego) mogą być odpowiednio, do potrzeb konstrukcyjnych i warunków betonowania, projektowane</li> <li>• Możliwość łączenia z innymi technologiami ( np. tradycyjną i prefabrykowaną );</li> <li>• Duża pojemność cieplna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wymaga specjalistycznego sprzętu i wiedzy technicznej</li> <li>• Wysoki stopień przewodności cieplnej betonu (wymagane odpowiednie zaizolowanie elementów konstrukcyjnych budynku)</li> <li>• Konieczność wykonywania rusztowań i deskowań</li> <li>• Sezonowość i duża pracochłonność robót</li> <li>• Dość długi okres budowy (związany z czasem potrzebnym na uzyskanie przez beton odpowiedniej wytrzymałości)</li> <li>• Negatywny wpływ na środowisko (wysoka emisja CO<sub>2</sub> oraz zużycie wody w procesie produkcji stali i cementu)</li> <li>• Konieczność stosowania betonu wysokiej jakości</li> </ul>

Źródło: Opracowanie własne KAPE

Natomiast w tabeli poniżej zestawiono przykładowe rozwiązania przegród dla ścian zewnętrznych wzniesionych przy zastosowaniu analizowanych technologii, spełniające aktualne wymagania dla współczynnika przenikania ciepła  $U_c = 0,20 W/(m^2 \cdot K)$  tj. z obowiązującymi wymaganiami WT2021.

**Tab. 31 Zestawienie przykładowych przegród warstwowych w różnych technologiach spełniających wymagania na Uc wg WT2021**

Rodzaj konstrukcji		Rodzaj ściany warstwowej izolowanej [m]
Murowana	Beton komórkowy	Tynk cementowo-wapienny gr. 0,02 Beton komórkowy gr. 0,36 Styropian gr. 0,12 Tynk cienkowarstwowy gr. 0,003
		Tynk cementowo-wapienny gr. 0,02 Beton komórkowy gr. 0,24 Styropian gr. 0,14 Tynk cienkowarstwowy gr. 0,003
		Tynk cementowo-wapienny gr. 0,02 Beton komórkowy gr. 0,24 Wełna mineralna gr. 0,15 Tynk cienkowarstwowy gr. 0,003
	Ceramika poryzowana	Tynk cementowo-wapienny gr. 0,02 Pustak poryzowany gr. 0,30 Wełna mineralna gr. 0,04 Tynk cienkowarstwowy gr. 0,003
		Tynk cementowo-wapienny gr. 0,02 Pustak poryzowany gr. 0,25 Wełna mineralna gr. 0,16 Tynk cienkowarstwowy gr. 0,003
	Silikaty	Tynk cementowo-wapienny gr. 0,02 Cegła wapienno piaskowa gr. 0,25 Wełna mineralna gr. 0,17 Tynk cienkowarstwowy gr. 0,003
		Tynk cementowo-wapienny gr. 0,02 Cegła wapienno piaskowa gr. 0,25 Styropian gr. 0,16 Tynk cienkowarstwowy gr. 0,003
	Drewniana	Płyta gipsowo-kartonowa gr. 0,0125 Szkielet drewniany gr. 0,20 Wypełnienie wełna mineralna gr. 0,19
		Płyta gipsowo-kartonowa gr. 0,0125 Bal drewniany gr.0,25 Wełna mineralna gr.0,15 Tynk cienkowarstwowy gr.0,003
Monolityczna	Tynk cementowo-wapienny gr. 0,02 Żelbet gr. 0,25 Styropian gr. 0,18 Tynk cienkowarstwowy gr. 0,003	

Źródło: Opracowanie własne KAPE

## **Przegląd nowoczesnych technologii**

Nowoczesne budownictwo oferuje różne ciekawe rozwiązania, spośród których najpopularniejsze są konstrukcje modułowe. Są to budynki, które buduje się z gotowych elementów stanowiących większe fragmenty budynków. Polscy inwestorzy coraz chętniej wybierają gotowe budynki modułowe ze względów ekonomicznych i praktycznych. Dotyczy to głównie domów mieszkalnych jednorodzinnych, ale również coraz częściej można się spotkać z innymi budynkami wznoszonymi w tej technologii.

Czas wybudowania budynku w technologii modułowej jest znacznie krótszy niż w przypadku technologii tradycyjnej, a koszt inwestycji jest z góry znany i nie powinien się zmienić w trakcie obowiązywania umowy. Tymczasem budowa budynku metodą tradycyjną w dzisiejszych czasach jest obciążona wieloma ryzykami po stronie finansowej ze względu na wysoką inflację, rosnące koszty materiałów, a także ich niedostępność, jak również dostępność oraz koszt zatrudnienia ekip budowlanych (co jest związane z wojną na Ukrainie oraz pandemią COVID). Dlatego czas i finalny koszt budowy budynku w technologii tradycyjnej może okazać się znacznie dłuższy i wyższy niż pierwotnie zakładany.

Sposób budowy i łączenia poszczególnych modułów, jak i ich przemysłowy, powtarzalny charakter produkcji pozwala spełnić najbardziej rygorystyczne wymagania stawiane zarówno domom energooszczędnym i pasywnym w Polsce, jak i za granicą.

**Tab. 32 Zestawienie podstawowych cech budownictwa w technologii prefabrykowanej**

Zalety	Wady
<b>Technologia prefabrykowana (modułowa)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ograniczenie robót do minimum (wystarczy odpowiednio połączyć ze sobą moduły na placu budowy) ;</li> <li>• Tworzenie elementów konstrukcyjnych w warunkach fabrycznych z użyciem nowoczesnych maszyn i programów komputerowych (minimalizacja ryzyka błędów lub niedoróbek – eliminacja mostków termicznych, maksymalna szczelność obudowy) ;</li> <li>• Bardzo szybki proces wznoszenia budynków (nawet o 80% w porównaniu do budownictwa tradycyjnego)</li> <li>• Łatwość w rozbudowaniu gotowego obiektu o dodatkowe moduły oraz możliwość przeniesienia go w dowolne miejsce</li> <li>• Brak ograniczenia porami roku</li> <li>• Dobre współczynniki cieplne gotowych ścian prefabrykowanych (wsp. przenikania U na poziomie nawet 0,12 W/m<sup>2</sup>K) przy zachowaniu małej grubości ścian – (możliwość uzyskania większej powierzchni użytkowej)</li> <li>• Budowa nie generuje śmieci na placu budowy</li> <li>• Różnorodność metod budownictwa modułowego (m.in. moduły drewniane, stalowe, z prefabrykatów betonowych, płyt strukturalnych)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trudność w znalezieniu wyspecjalizowanej firmy (słabe rozpowszechnienie technologii)</li> <li>• Potrzeba użycia specjalistycznych maszyn i dźwigów co wiąże się z zapewnieniem miejsca na placu budowy</li> <li>• Wysoki koszt budowy</li> <li>• Konieczność wcześniejszego wyboru lokalizacji instalacji elektrycznych i sanitarnych oraz stolarki okiennej z powodu braku możliwości późniejszej zmiany w trakcie budowy</li> <li>• Trzeba wybrać gotowy projekt lub stworzyć indywidualny u architekta spełniający aktualne wymogi techniczne co generuje dodatkowe koszty</li> <li>• Dużo mniejsza żywotność budynku w porównaniu z innymi technologiami (dom jednorodzinny ok. 30 lat)</li> <li>• Słaba akustyka konstrukcji</li> <li>• Duża szczelność obudowy wymaga wysoko wydajnej wentylacji</li> <li>• Budynek szybko się wychładza</li> </ul>

Źródło: Opracowanie własne KAPE

Do innych innowacyjnych technologii dopiero wchodzących rynek Polski można zaliczyć technologie szalunku traconego oraz technologię druku 3D.

### 6.2.3 Materiały budowlane i elementy budynku

Poniżej przeprowadzono analizę najczęściej stosowanych w Polsce materiałów budowlanych używanych do wzniesienia obudowy zewnętrznej budynków w celu spełnienia aktualnych

przepisów prawnych dotyczących minimalnych wymagań dotyczących efektywności energetycznej budynków.

Przedstawiono także innowacyjne materiały obecnie wchodzące na rynek Polski mogące pomóc w optymalizacji spełnienia wymogów izolacji cieplnej budynków pod względem kosztów, wpasowujące się jednocześnie w powszechnie panujący trend dotyczący energooszczędności w sektorze budownictwa.

#### 6.2.4 Materiały konstrukcyjne

##### **Betony komórkowe (błoczek gazobetonowe)**

Beton jest dostępny w odmianach: 300, 350, 400, 500, 600 i 700. Im wyższa wartość, tym większa gęstość betonu i wytrzymałość mechaniczna, ale gorsza ochrona cieplna.

Wartości współczynnika przenikania ciepła  $U$  dla przykładowej ściany wielowarstwowej o szerokości 30 cm wykonanej z różnych klas bloczków i ociepleniu styropianem 10 cm:

- bloczki z betonu komórkowego klasy 300 –  $U = 0,171 \text{ W/m}^2\text{K}$
- bloczki z betonu komórkowego klasy 400 –  $U = 0,185 \text{ W/m}^2\text{K}$
- bloczki z betonu komórkowego klasy 500 –  $U = 0,204 \text{ W/m}^2\text{K}$
- bloczki z betonu komórkowego klasy 600 –  $U = 0,220 \text{ W/m}^2\text{K}$

Współczesne ściany wykonywane są z lżejszych betonów komórkowych charakteryzują się wartościami współczynnika przenikania ciepła  $\lambda = 0,10 \div 0,16 \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{K}} \right]$  ( kiedyś  $\lambda = 0,22 \div 0,35 \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{K}} \right]$  ).

##### **Silikaty (wyroby wapienno-piaskowe/krzemowe)**

Zyskujące coraz bardziej na popularności na rynku Polskim. Obecnie silikaty produkowane są w postaci bloczków i cegieł, drażonych oraz pełnych, o różnych wymiarach i o parametrach użytkowych. Popularność swą zawdzięczają m.in. bardzo dobrym właściwością fizyko-mechanicznym i przystępnej cenie. Produkowane są z naturalnych surowców takich jak piasek, wapno i woda – zapewniają korzystny mikroklimat i mają właściwości grzybobójcze oraz są materiałem o najmniejszej emisji promieniotwórczej spośród innych materiałów budowlanych. Charakteryzują się dużej wytrzymałości i akumulacyjności cieplnej, bardzo dobrych parametrach akustycznych i parametrach ciepła na poziomie  $\lambda = 0,46 \div 0,61 \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{K}} \right]$ .

Najczęściej materiał ten stosuje się przy wznoszeniu ścian dwu- i trójwarstwowych w których pełni głównie rolę konstrukcji nośnej, gdzie ze względu na swoją dużą masę (gęstość objętościowa 1400 - 2200 kg/m<sup>3</sup>) pozwala ograniczyć grubość ściany do niezbędnego minimum określonego wymogami sztywności i nośności ściany. Przy trójwarstwowej budowie przegrody już 20 cm warstwa ocieplenia pozwala na uzyskanie współczynnika przenikania ciepła na poziomie  $U \leq 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , tym samym spełniając najnowsze wymagania techniczne.

##### **Pustaki/błoczek keramzytobetonowe**

Wykonywane są z mieszanki keramzytu i odpowiednio dobranych i modyfikowanych lepiszczy cementowych (czasami także granulatów styropianowych), uzyskują przewodność cieplną na poziomie  $\lambda = 0,12 \div 0,47 \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{K}} \right]$ .

Pustaki z keramzytobetonu stosuje się zwłaszcza przy wznoszeniu ścian dwu- i trójwarstwowych, a także ścian konstrukcyjnych wewnętrznych. Pustaki o gr. 10cm stosuje się natomiast do ścian działowych. Mury zewnętrzne projektowane jako dwuwarstwowe z pustaków o grubości 15 cm oraz grubości izolacji 12 cm współczynnik  $U$  będzie wynosić  $U = 0,24 W/(m^2 \cdot K)$ , ale przy warstwie izolacji o grubości 15 cm, ta wartość osiągnie poziom  $U = 0,196 W/(m^2 \cdot K)$ , a to oznacza, że budynek spełni wymagania WT 2021 roku.

Bloczki keramzytobetonowe z ociepleniem, czyli takie które drążenia lub otwory wypełniane są styropianem lub styropianowym granulatem spojonym wapnem służą do wznoszenia ścian jednowarstwowych. Mają one szerokość 42 cm i łączy się je zaprawą termoizolacyjną umieszczoną w spoinach poziomych. Struktura „plastra miodu” bloczków skutecznie eliminuje mostki termiczne, a izolacja na poziomie  $U = 0,15 W/(m^2 \cdot K)$  umożliwi budowę budynków w standardzie energooszczędnym. Jest to możliwe m.in. dzięki zastosowaniu styropianowego rdzenia, który równoważy zewnętrzne ocieplenie ze styropianu o grubości 25 cm, stosowanego zwyczajowo w przegrodach dwuwarstwowych.

### **Ceramika poryzowana (pustaki ceramiczne)**

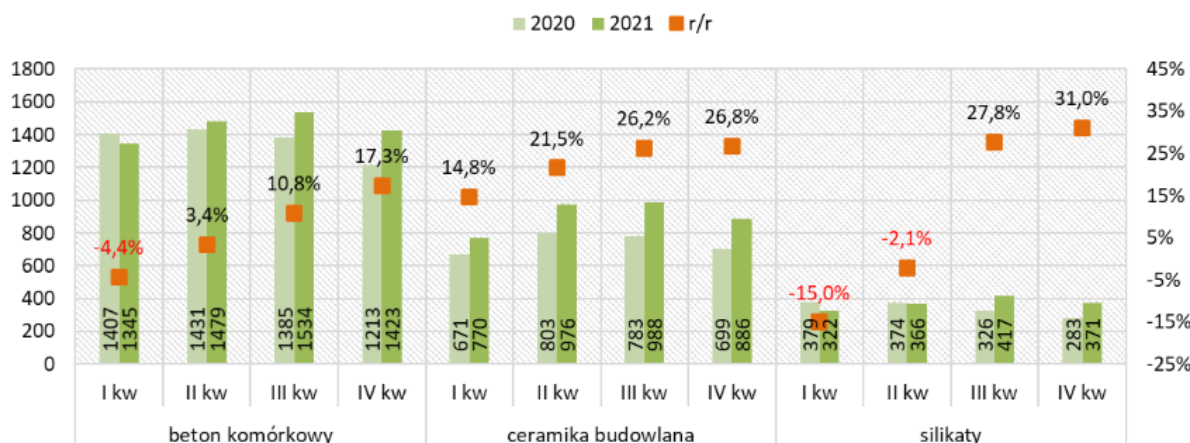
Wyroby z ceramiki poryzowanej (pustaki i cegły) z powodzeniem nadają się do budowy ścian jedno-, dwu-, oraz trójwarstwowych. Przegrody z nich powstające skutecznie chronią przed utratą ciepła z ogrzewanych pomieszczeń. Coraz częściej cegły pełne zastępowane są pustakami drążonymi o poryzowanej strukturze. Uzyskiwane elementy mają coraz lepsze parametry cieplne często stawianymi na równo z betonami komórkowymi. Aktualnie na rynku są dostępne pustaki ceramiczne o parametrach ciepła nawet  $\lambda = 0,09 \div 0,23 \left[ \frac{W}{m \cdot K} \right]$  (kiedyś dla ceramicznych elementów drążonych  $\lambda = 0,56 \div 0,62 \left[ \frac{W}{m \cdot K} \right]$ ). Wyroby z ceramiki poryzowanej występują w wersji bez ocieplenia oraz z ociepleniem. Pustaki do wznoszenia ścian jednowarstwowych mają różne szerokości (od 38 do 50 cm).

Analiza rynku wykazała, że najpopularniejszymi materiałami do wznoszenia ścian zewnętrznych są:

- silikaty
- ceramika
- beton komórkowy

Poniższy wykres przedstawia ilościowy udział wyprodukowanych materiałów [w tys. m<sup>3</sup>] i procentowy wzrost w danych kwartałach względem poprzedniego roku.





Źródło: Raport rynkowy „Produkcja materiałów budowlanych

<https://www.locja.pl/raport-rynkowy/produkcja-materialow-budowlanych-2021,209>

### Rys. 5 Produkcja ściennych materiałów murowych w kwartałach 2020-2021

Wzrost zapotrzebowania na ściennie materiały konstrukcyjne napędzany jest w głównej mierze przez budownictwo mieszkaniowe. Jak wykazano we wcześniejszej analizie technologii wznoszenia budynków największy udział przy ich wznoszeniu ma technologia murowana co bezpośrednio wpływa na wzrost produkcji materiałów w niej stosowanych.

#### Innowacyjne materiały konstrukcyjne

Są to materiały, które charakteryzują się lepszymi parametrami cieplnymi od tradycyjnych rozwiązań jak również są bardziej przyjazne dla środowiska (podczas ich produkcji oraz późniejszej utylizacji), obecnie dostępne i stosowane w niewielkiej skali to m.in.:

- Materiały zmiennofazowe PCM
- Beton niskoemisyjny
- Beton konopny – (kompozyt wapienno – konopny)
- Płyty fundamentowe z betonu zbrojonego włókami stalowymi (fibrobeton)

#### 6.2.4.1 Materiały termoizolacyjne

Według Polskiej Normy [PN-EN ISO 9229:2007 „Izolacja cieplna. Słownik”] materiały termoizolacyjne to wyroby, których współczynnik przewodzenia (w temperaturze +20°C) wynosi nie więcej niż  $\lambda=0,175 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  i są one stosowane do izolacji termicznej budynków, urządzeń technicznych, rurociągów, przemysłowych urządzeń cieplnych i chłodniczych.

Przy czym im niższy współczynnik przewodzenia  $\lambda$  materiału, tym lepsze jego właściwości cieplne i mniejsze straty ciepła do otoczenia.

W budynkach materiały termoizolacyjne wykorzystywane są przede wszystkim do izolacji termicznych i akustycznych ścian zewnętrznych i wewnętrznych, stropów i podłóg, dachów i stropodachów oraz ciągów instalacyjnych. Także jako rdzeń izolacyjno-konstrukcyjny budowlanych płyt warstwowych.

Materiały termoizolacyjne można podzielić ze względu na sposób ich otrzymania tj.: pochodzenia organicznego i nieorganicznego.

Wyroby pochodzenia organicznego powstają z różnych części roślin lub porowatych mas plastycznych, dotychczas wykorzystywane głównie w budownictwie ekologicznym.

*Przykłady materiałów termoizolacyjnego pochodzenia organicznego:*

- płyty pilśniowe o wsp.  $\lambda \approx \text{ok. } 0,18 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$
- płyty korkowe o wsp.  $\lambda \approx \text{ok. } 0,18 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$
- płyty ze słomy o wsp.  $\lambda \approx \text{ok. } 0,18 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$
- płyty drzewne o wsp.  $\lambda \approx \text{ok. } 0,04 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$
- płyty z odpadów zrębkowych  $\lambda \approx 0,043 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$
- płyty z włókien kokosowych  $\lambda \approx 0,043 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$
- płyty lub maty z włókien lnianych  $\lambda \approx 0,038 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$
- maty z włókien konopi  $\lambda \approx 0,040 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$
- maty z wełny owczej 60% modyfikowane poliestrem /włókna z odpadów/  $\lambda \approx 0,065 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$

Materiały termoizolacyjne nieorganiczne, otrzymane są z surowców mineralnych (skały, cementy, szkła, żużle itp.)

*Przykłady materiałów termoizolacyjnego pochodzenia nieorganicznego:*

- polistyren ekspandowany EPS  $\lambda \approx 0,030 - 0,045 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$
- polistyren ekstrudowany XPS  $\lambda \approx 0,027 - 0,033 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$
- wełna mineralna  $\lambda \approx 0,030 - 0,045 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$
- spienione wyroby poliuretanowe  $\lambda \approx 0,020 - 0,024 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$
- szkło piankowe  $\lambda \approx 0,035 - 0,040 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$

### **Innowacyjne materiały termoizolacyjne**

Posiadają znakomite parametry ochrony cieplnej, pozwalające wznosić przegrody o bardzo niskich wartościach współczynnika przenikania ciepła przy jednocześnie niewielkiej grubości.

*Przykłady:*

- izolacje transparentne
- aerozele  $\lambda \approx 0,018 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$
- nanozele  $\lambda \approx 0,013 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$
- izolacje próżniowe VIP  $\lambda \approx 0,002 - 0,008 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$
- folie bąbelkowe  $\lambda \approx 0,07 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$

Analiza rynku oraz wywiady z producentami materiałów termoizolacyjnych wykazały, że najczęściej stosowanymi materiałami termoizolacyjnymi w ostatnich latach są:

- styropian
- wełna mineralna

Producenci materiałów termoizolacyjnych stale wprowadzają na rynek materiały o coraz lepszych parametrach cieplnych wyrażonych współczynnikiem przewodzenia ciepła  $\lambda$  [W/(m·K)] jak również w ostatnim czasie coraz większy nacisk jest na produkcję wyrobów ekologicznych o niskim śladzie węglowym.

### **Styropian**

Najczęściej stosowanym materiałem do izolacji przegród w budynkach w Polsce jest styropian tradycyjny czyli polistyren ekspandowany EPS „biały” o współczynniku przewodzenia  $\lambda \approx 0,036 - 0,045$  [W/(m·K)]. Rosnącą popularnością cieszy się również specjalnej odmiany styropian EPS „grafitowy”, w którym dzięki zastosowanemu dodatku grafitu minimalizowany jest przepływ ciepła na drodze promieniowania poprawiając parametry cieplne materiału pozwalając uzyskać lepszy współczynnik przewodzenia  $\lambda$  na poziomie  $0,030 - 0,033$  [W/(m·K)].

Oprócz tradycyjnego styropianu dostępny jest również styropian ekstrudowany XPS (polistyren ekstrudowany), zapewniający izolacyjność termiczną na poziomie  $0,027 - 0,033$  [W/(m·K)], który jest przy tym twardszy i mniej nasiąkliwy od tradycyjnego. Polecany do izolowania dachów odwróconych, podłóg w garażach oraz podłóg na gruncie, czyli wszędzie tam gdzie występują duże obciążenia.

Styropiany występują głównie w postaci płyt o różnej grubości.

### **Wełna mineralna**

Wełna mineralna obok styropianu jest jednym z najpopularniejszych materiałów termoizolacyjnych stosowanych w Polsce, co jest spowodowane łatwością obróbki i prostotą montażu. Dostępna w wielu odmianach (płyty, rolki) dlatego sprawdza się przy izolacji termicznej m.in. ścian zewnętrznych, podłóg płytujących. Ponadto jest aktualnie najchętniej wybieranym materiałem do ocieplania poddaszy (ze względu na bardzo dobrą sprężystość).

W zależności od typu i gęstości osiąga współczynnik przewodzenia ciepła  $\lambda \approx 0,030 - 0,045$  [W/(m·K)].

### **Pianki PIR/PUR**

W ostatnim czasie zyskującym dużą popularność w zastosowaniu na rynku budowlanym materiałem izolacyjnym jest pianka poliuretanowa występująca w dwóch rodzajach PIR (poliizocyanuran) i PUR (poliuretan). Atutem, który wyróżnia ją spośród stosowanych dotychczas materiałów, jest możliwość zastosowania jej w dwóch formach - jako twardej płyty lub jako materiału natrykiwanego bezpośrednio na izolowaną powierzchnię. Charakteryzuje się bardzo dobrymi właściwościami cieplnymi niemal dwukrotnie lepszymi od standardowych materiałów izolacyjnych  $\lambda \approx 0,020 - 0,024$  [W/(m·K)].

#### **6.2.4.2 Stolarka okienna i drzwiowa**

Dane pochodzące z międzynarodowej bazy produkcji i sprzedaży produktów budowlanych wskazują, że łączna produkcja stolarki budowlanej w UE w 2021 roku wyniosła 58,36 mld EUR. Była tym samym o 38,8% wyższa niż w roku 2020. W 2021 roku najwyższe dynamiki wzrostu produkcji stolarki budowlanej wśród krajów UE dotyczyły okien i drzwi z żeliwa lub stali (wzrost wartości produkcji o 107,5% r/r) oraz drzwi drewnianych (wzrost wartości produkcji o 59,5% r/r). W 2021 roku największy udział w wartości produkcji okien i drzwi w UE miała stolarka z aluminium (25,7%). Na drugim miejscu z 24,0% udziałem znalazła się stolarka z żeliwa lub stali. W 2021 roku Polska odpowiadała za 8,4% wartości produkcji stolarki budowlanej wytworzonej w UE. W 2021

roku nasz kraj wyprodukował okna i drzwi za 4,88 mld EUR, a więc o 16,4% więcej niż w roku 2020 i o 21,5% więcej niż w roku 2020. W 2021 roku Polska wyprodukowała ok. 25,99 mln sztuk okien i drzwi (w tym 15,91 mln sztuk okien i 10,08 sztuk drzwi). Producenci przewidują, że obecny rok pod względem liczby wyprodukowanych okien i drzwi będzie nieco gorszy od poprzedniego, ale wartościowo będzie na podobnym lub wyższym poziomie. Kryzys na rynku jest jednak dostrzegany przez polskich producentów stolarki. W 2021 roku wartość produkcji stolarki budowlanej w Polsce wyniosła 4 881,5 mln EUR, a więc o 16,4% więcej niż w roku. Sektor stolarki budowlanej Polski znajduje się w trendzie wzrostowym, tempo wynosi średnio 4,6% rocznie.

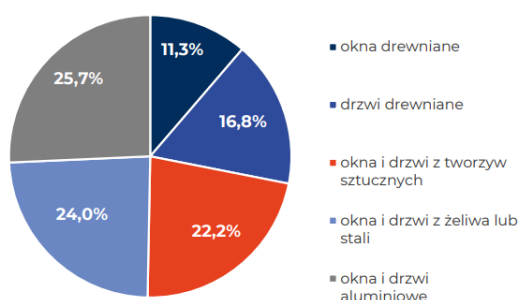
Analizując stolarkę budowlaną wg rodzaju materiału, z jakiego została wykonana, należy zauważyć, iż największą wartość produkcji w UE w 2021 roku wygenerowała stolarka drewniana (16,4 mld EUR) – 28,1% udział w ogólnej produkcji stolarki budowlanej w UE. Na drugim miejscu znalazła się stolarka aluminiowa – 15,0 mld EUR (25,7% udział. W tabeli. X przedstawiono Wartość produkcji stolarki budowlanej w UE według rodzaju materiału.

**Tab. 33 Wartość produkowanej stolarki budowlanej w UE wg rodzaju materiału (w mln EUR)**

rok	z drewna		z tworzyw sztucznych	z żeliwa bądź stali	z aluminium
	okna	drzwi			
2014	5 641,44	5 128,46	9 285,64	5 695,62	8 790,04
2015	5 603,48	5 262,11	9 473,96	6 457,11	9 418,53
2016	5 541,09	5 554,35	9 618,66	6 307,64	10 571,97
2017	5 849,68	6 043,59	10 296,19	6 923,59	11 484,48
2018	5 843,36	6 223,34	10 671,05	7 023,24	11 347,01
2019	5 717,02	6 234,78	11 267,67	7 472,09	12 305,35
2020	5 440,0	6 144,78	11 564,26	6 747,59	12 150,29
2021	6 600,0	9 800,0	12 960,00	14 000,00	15 000,00

Źródło: Rynek stolarki okiennej i drzwiowej w Polsce WIELKOŚĆ I PROGNOZY RYNKU. Wydanie IX Wrzesień 2022. RAPORTY RYNKOWE ASM

*Udział w produkcji poszczególnych rodzajów stolarki budowlanej w UE w 2021 roku*



Źródło: Rynek stolarki okiennej i drzwiowej w Polsce WIELKOŚĆ I PROGNOZY RYNKU. Wydanie IX Wrzesień 2022. RAPORTY RYNKOWE ASM

**Rys. 6 Udział produkcji poszczególnych rodzajów stolarki okiennej**

W 2021 roku Polska posiadała 8,4% udział w wartości produkcji okien i drzwi w UE. Polska w 2021 roku odpowiadała za:

19,1% produkcji stolarki z tworzyw sztucznych w UE,

12,2% produkcji okien drewnianych w UE,

7,1% produkcji drzwi drewnianych w UE,

3,7% produkcji stolarki z żeliwa lub stali w UE,

2,6% produkcji stolarki aluminiowej w UE.

W 2021 roku Polska wyprodukowała okna drewniane za łączną kwotę 802,1 mln EUR, a więc o 18,2% więcej niż w roku 2020 i o 15,7% więcej niż w roku 2019. W 2021 roku Polska wyprodukowała okna i drzwi z tworzyw sztucznych za łączną kwotę 2 477,6 mln EUR, a więc o 21,5% więcej niż w roku 2020 i o 29,9% więcej niż w roku 2019.

W Tab. 34 przedstawiono wartość produkcji stolarki budowlanej według rodzaju materiału.

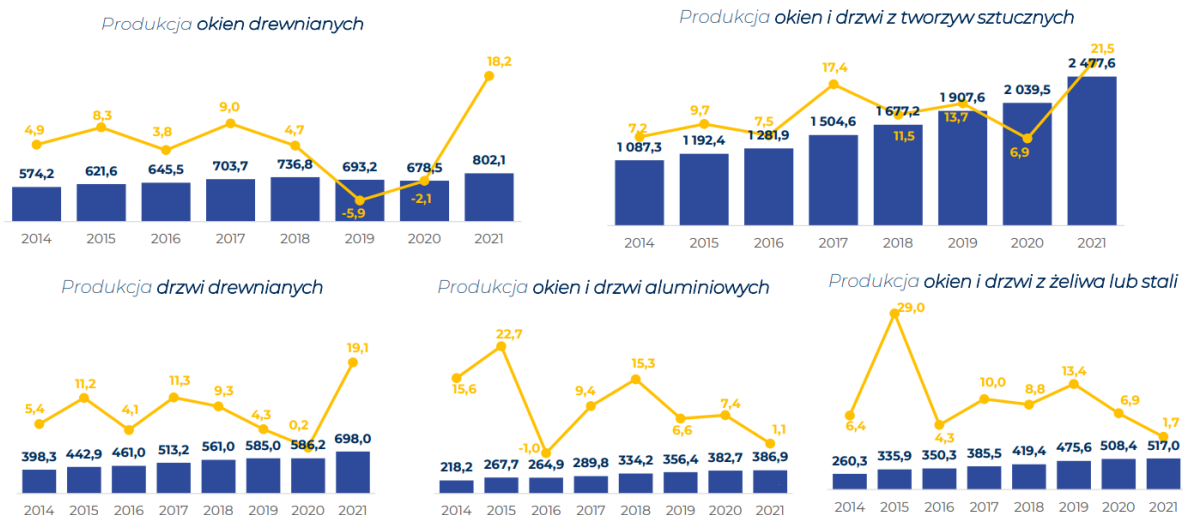
**Tab. 34 Wartość produkcji stolarki budowlanej w krajach UE według rodzaju materiału (w mln EUR)**

*Wartość produkcji stolarki budowlanej w krajach UE według rodzaju materiału (w mln EUR)*

Kraj	z drewna		z tworzyw sztucznych	z żeliwa bądź stali	z aluminium	Kraj	z drewna		z tworzyw sztucznych	z żeliwa bądź stali	z aluminium
	okna	drzwi					okna	drzwi			
Polska	802,1	698,0	2 477,6	517,0	386,9	Finlandia	214,3	137,0	8,2	101,4	107,5
Francja	b.d.	b.d.	b.d.	1 094,5	b.d.	Austria	550,3	337,2	509,7	236,0	274,1
Holandia	308,8	325,3	285,1	460,1	483,2	Estonia	98,9	229,0	42,3	63,0	48,7
Niemcy	977,5	1 575,5	3 952,7	b.d.	b.d.	Łotwa	26,2	b.d.	15,5	22,9	56,3
Włochy	1 352,2	3 802,6	842,0	8 224,7	4 380,0	Litwa	130,3	43,2	100,6	49,5	55,3
Irlandia	8,6	57,5	122,8	b.d.	b.d.	Czechy	74,8	154,5	308,2	127,2	207,4
Dania	510,5	189,0	118,1	22,4	125,3	Słowacja	4,7	15,8	b.d.	9,5	91,3
Grecja	b.d.	20,1	25,9	39,5	b.d.	Węgry	107,5	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.
Portugalia	27,7	175,2	83,8	309,6	661,6	Rumunia	32,9	68,8	664,3	30,3	b.d.
Hiszpania	101,6	972,4	498,6	844,3	1 980,5	Bułgaria	b.d.	b.d.	b.d.	23,7	113,6
Belgia	b.d.	123,5	323,4	169,7	643,2	Słowenia	54,7	b.d.	92,1	11,0	122,2
Szwecja	480,2	248,5	11,7	b.d.	b.d.	Chorwacja	11,3	14,1	131,1	11,2	57,6

Źródło: Rynek stolarki okiennej i drzwiowej w Polsce WIELKOŚĆ I PROGNOZY RYNKU. Wydanie IX Wrzesień 2022. RAPORTY RYNKOWE ASM

Na Rys. 7 przedstawiono dynamikę produkcji stolarki budowlanej w rozdziale na materiał.



Źródło: Rynek stolarki okiennej i drzwiowej w Polsce WIELKOŚĆ I PROGNOZY RYNKU. Wydanie IX Wrzesień 2022. RAPORTY RYNKOWE ASM

**Rys. 7 Dynamika produkcji stolarki budowlanej w rozdziale na materiał**

**6.2.4.3 Oświetlenie**

Do niedawna najpopularniejszym rodzajem oświetlenia były żarówki żarnikowe. Zmieniło się to wraz z rozporządzeniem Unii Europejskiej z 2009 roku, w wyniku którego zakazano sprzedaży najmocniejszych urządzeń tego typu, a w kolejnych latach wprowadzano stopniowo ograniczenia handlu ich słabszymi odpowiednikami. Było to spowodowane potrzebą zmniejszenia emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Ta zmiana spowodowała znaczny wzrost popularności efektywniejszych alternatyw, takich jak technologia świetlna LED.

**Tradycyjne żarówki żarnikowe**

Żarówka żarnikowa emituje światło dzięki żarzącemu się włóknu, najczęściej z wolframu, które rozgrzewa się pod wpływem energii elektrycznej. Ta technologia posiada wiele wad: wysoki pobór energii, niska wydajność (jedynie około 5 procent pobieranego prądu jest przeznaczane na oświetlenie, cała reszta wytwarza ciepło), niska trwałość, a także negatywny wpływ na środowisko naturalne. Dziś żarówki tradycyjne stosuje się tylko w nielicznych zastosowaniach, na przykład jako oświetlenie w piekarnikach lub lodówkach.

**Lampy diodowe LED**

Lampy LED zachowują ich wszystkie zalety żarówek żarnikowych (z wyjątkiem emisji ciepła), równocześnie nie są obciążone ich wadami. Lampy LED są trwalsze, bezpieczniejsze dla środowiska i zużywają nawet o 90% mniej energii. Niestety wadą jest ich wysoka cena jednak zrekompensowana jest ona dłuższą żywotnością. Lampy LED nie mają żarnika a źródłem światła jest w nich złącze p-n pobudzone prądem elektrycznym, natomiast barwę nadaje mu luminofor. Osiągnięcie pełnej jasności trwa bardzo szybko (krócej niż jedną sekundę). Częste wyłączenie i włączanie nie ma w ich przypadku wpływu na żywotność.

**Świetlówki oraz świetlówki kompaktowe**

Alternatywą dla tradycyjnych żarówek są również świetlówki. Często wykorzystywane w sklepach i pomieszczeniach biurowych. Koszt zakupu świetlówek jest również wyższy niż w przypadku żarówek żarnikowych. Do wad świetlówek należy spadek żywotności, przy częstym

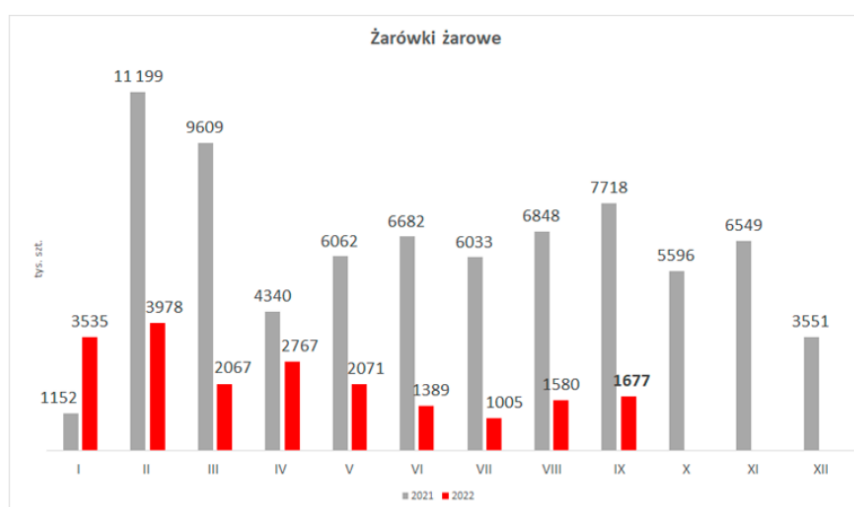
wyłączeniu i włączeniu, a także stosunkowo słabe oddanie barw otoczenia. Świētłówki mają w składzie rtęć, co czyni je dość niebezpiecznymi w przypadku stłuczenia i wymaga odpowiedzialnej utylizacji.

### Produkcja żarówek we wrześniu 2022 r.

We wrześniu 2022 r. produkcja żarówek żarowych do ogólnych celów oświetleniowych wyniosła 1677 tys. szt. W porównaniu do września 2021 r. produkcja spadła aż o 78,3%, natomiast w zestawieniu z sierpniem 2022 r. wzrosła o 6,1%. W okresie styczeń-wrzesień 2022 r. produkcja wytworzona miała wielkość 20 069 tys. szt., o 70,8% mniej niż w roku poprzednim.

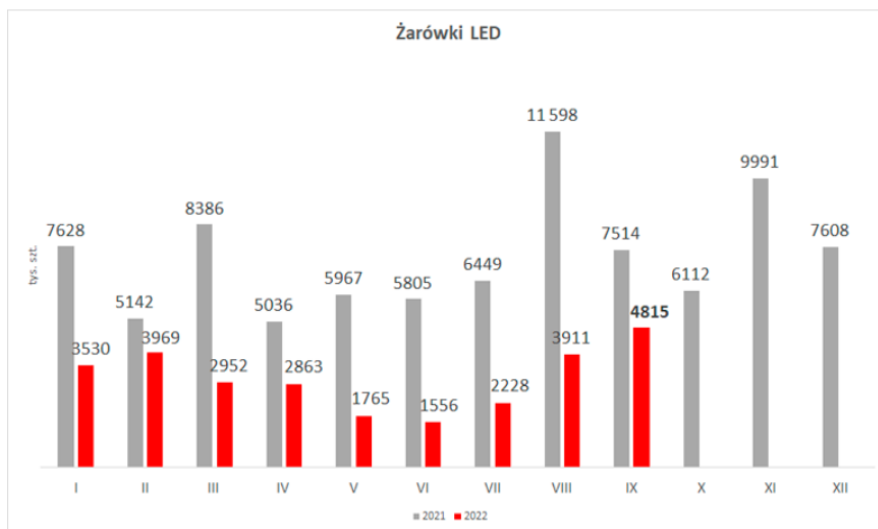
Produkcja żarówek LED we wrześniu 2022 r. wyniosła 4815 tys. szt. i była większa o 23,1% w porównaniu do poprzedniego miesiąca (sierpnia 2022 r.). Na rysunkach przedstawiono produkcję żarówek żarowych oraz lamp LED w latach 2021 oraz 2022.

### Rys. 8 Produkcja żarówek żarowych [w tys. szt.]



Produkcja żarówek żarowych w tys. szt.  
RE na podstawie danych GUS

Źródło: GUS 2020

**Rys. 9 Produkcja żarówek LED [w tys. szt.]**

Produkcja żarówek LED w tys. szt.  
RE na podstawie danych GUS

Źródło: GUS 2020

### 6.3 Metodologia wyboru reprezentatywnych budynków wraz z ich opisem oraz uzasadnieniem

#### 6.3.1 Wybór budynków reprezentatywnych.

Zgodnie z wymaganiami dokumentu „Wytyczne uzupełniające rozporządzenie delegowane Komisji (UE) nr 244/2012 z dnia 16 stycznia 2012 r. uzupełniające dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i ustanawiające ramy metodologii porównawczej do celów obliczania optymalnego pod względem kosztów poziomu wymagań minimalnych dotyczących charakterystyki energetycznej budynków i elementów budynków” jako podstawę analiz przyjęto budynki referencyjne odzwierciedlające typowe i średnie budynki w Polsce.

**Przyjęte w analizie budynki referencyjne jak najdokładniej odzwierciedlają rzeczywiste krajowe budynki, tak aby metodologia mogła zapewnić reprezentatywne wyniki obliczeń.**

Budynki referencyjne przyjęte do niniejszej analizy, są reprezentowane przez rzeczywisty przykład typowego budynku w każdej z kategorii (typ użytkowania z referencyjnym schematem zamieszkania, powierzchnia podłogi, zawartość budynku wyrażona jako współczynnik powierzchni przegród zewnętrznych do kubatury, struktura przegrody zewnętrznej ze stosowną wartością U, systemy techniczne i nośniki energii łącznie z ich udziałem w zużyciu energii). W wyborze budynków referencyjnych oparto się o dane opublikowane w analizach przeprowadzonych przez GUS (Główny Urząd Statystyczny) w Polsce oraz innych dostępnych raportów i materiałów. Dokumenty będące podstawą do wyboru budynków referencyjnych to:

1. „Obrót nieruchomościami w 2020 r. Warszawa 2021 Analizy statystyczne GUS”
2. „Efekty działalności budowlanej w 2020 r. Warszawa, Lublin 2021 Analizy statystyczne GUS”.



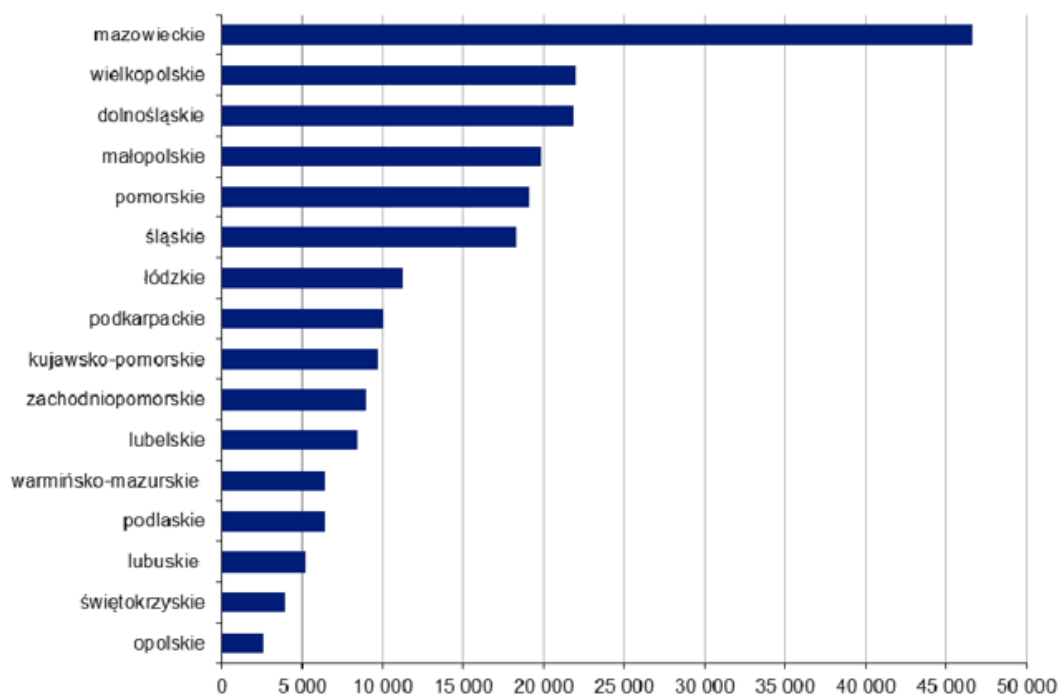
3. „Budynki szkół i instytucji badawczych oddane do użytkowania” Raport (<https://www.locja.pl/raport-rynkowy/budynki-szkol-i-instytucji-badawczych-oddane-do-uzytkowania,217>)
4. Długoterminowa strategia renowacji budynków. Załącznik do uchwały nr 23/2022 Rady Ministrów z dnia 9 lutego 2022 r.
5. Opracowanie „Podręcznik typologii budynków mieszkalnych z przykładami działań mających na celu zmniejszenie ich energochłonności - TABULA” NAPE 2011. Korzystanie z opracowania jest zgodne z wytycznymi Rozporządzenia delegowanego 244 – „Państwa członkowskie mogą wykorzystywać i dostosowywać istniejące już katalogi oraz bazy danych budynków referencyjnych do celów obliczania optymalnych kosztów. Ponadto za podstawę postużyć mogą wyniki prac prowadzonych w ramach programu „Inteligentna energia dla Europy”, w szczególności: TABULA – podejście typologiczne dotyczące oceny energetycznej budynków: <http://www.building-typology.eu/tabula/download.html>”.
6. Ekspertyza na temat: Przegląd przepisów określających minimalne wymagania dotyczące charakterystyki energetycznej budynków. Politechnika Krakowska MCBE 2016

W poniższych punktach dotyczących wyboru budynków referencyjnych przytoczono fragmenty opracowań statystycznych GUS.

#### **6.3.1.1 Wybór lokalizacji budynków referencyjnych**

W 2020 roku większość transakcji kupna/sprzedaży nieruchomości miała miejsce na obszarach miejskich. W miastach zawarto 55,2% ogólnej liczby transakcji nieruchomościami, których wartość stanowiła 71,3% obrotów nieruchomościami. Najwięcej transakcji kupna/sprzedaży nieruchomości miało miejsce w województwie mazowieckim. Najkorzystniejsze prognozy budownictwa niemieszkalnego, oparte o pozwolenia wydane w 2020 r., dotyczyły województw: wielkopolskiego (14,6% udziału w krajowej powierzchni planowanych nowych budynków niemieszkalnych) oraz mazowieckiego (13,4%).

W 2020 roku najwięcej mieszkań oddano do użytkowania w województwach: mazowieckim (46 638 mieszkań, co stanowiło 21,1 % ogółu nowo powstałych lokali mieszkalnych w Polsce).



Źródło: GUS 2020

**Rys. 10 Liczba mieszkań oddanych do użytkowania w 2020 roku według województw**

Z uwagi na te dane jako lokalizację budynków referencyjnych mieszkalnych i niemieszkalnych do analizy niniejszego opracowania przyjęto Warszawę.

#### 6.3.1.2 Wybór kategorii budynków do analizy. Analizy statystyczne GUS. Budynki nowoprojektowane.

Zgodnie z wymaganiami Rozporządzenia Delegowanego 244/2012, analiza w przypadku budynków nowych powinna dotyczyć:

- budynków jednorodzinnych,
- bloków mieszkalnych/budynków wielorodzinnych,
- budynków biurowych; oraz,
- innych kategorii budynków niemieszkalnych wymienionych w załączniku I pkt 5 do dyrektywy 2010/31/UE, w przypadku których istnieją szczególne minimalne wymagania dotyczące charakterystyki energetycznej.

#### **Budynki mieszkalne.**

Zgodnie z najnowszymi opublikowanymi statystykami GUS, w 2020 roku oddano do użytkowania w Polsce 92 699 nowych budynków mieszkalnych (o 8,2% więcej niż rok wcześniej), z czego 96,8% stanowiły budynki jednorodzinne.

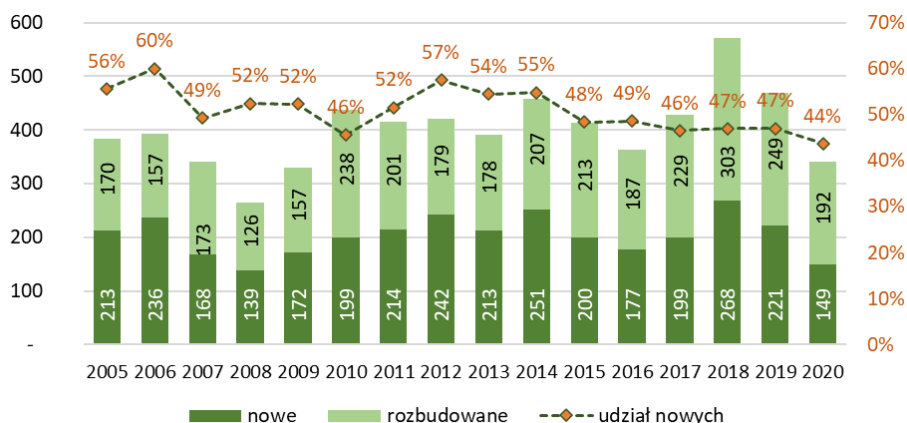
#### **Budynki niemieszkalne (budynki biurowe).**

W przypadku budynków niemieszkalnych największy wzrost rok do roku (2016-2020\_ (zarówno w ujęciu procentowym jak i bezwzględny) przekazanej do użytku powierzchni budynków niemieszkalnych odnotowano w 2020 r. dla budynków biurowych (o 16,2% – 177,6 tys. m<sup>2</sup>),

budynków transportu i łączności (o 13,7% – 46,3 tys. m<sup>2</sup>) oraz pozostałych budynków niemieszkalnych (o 1,7% – 51,7 tys. m<sup>2</sup>).

### Budynki niemieszkalne (szkoły).

Zgodnie ze statystykami opublikowanymi przez GUS w latach 2005 – 2020 oddano w Polsce do użytkowania 6420 szkół i instytucji badawczych w tym 3261 to nowo wybudowane budynki, a 3159 rozbudowy już istniejących obiektów. Średnio ok. 200 nowych szkół powstaje rocznie i tyle samo jest rozbudowywanych. W analizowanym okresie najczęściej oddano do użytku szkół i instytucji badawczych w roku 2018 (571 szt.), a najmniej w 2008r. (265).



Źródło: „Budynki szkół i instytucji badawczych oddane do użytkowania”. Raport rynkowy (<https://www.locja.pl/raport-rynkowy/budynki-szkol-i-instytucji-badawczych-oddane-do-uzytowania,217>)

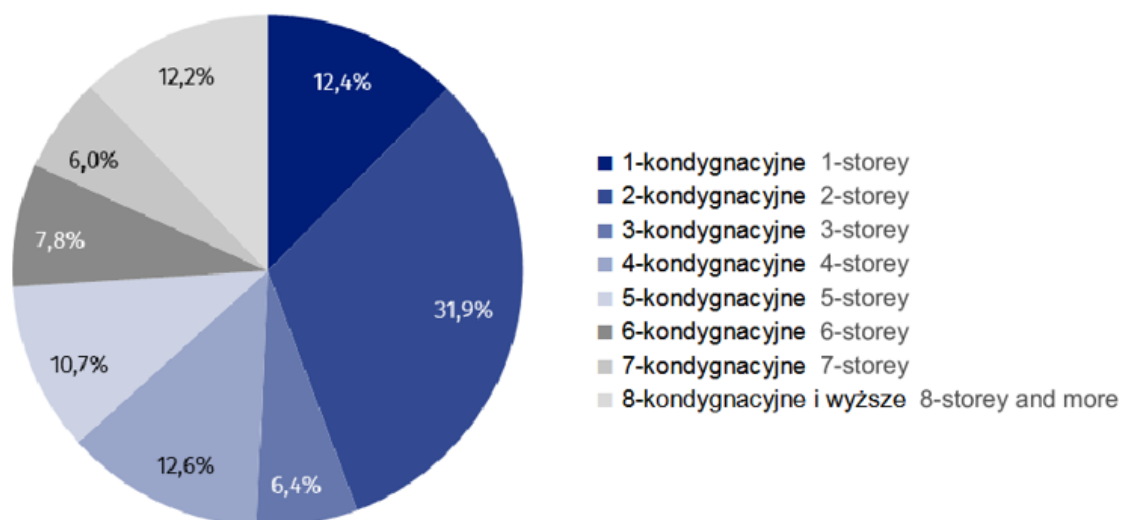
**Rys. 11 Liczba budynków szkół i instytucji badawczych nowych i rozbudowanych oddanych do użytkowania**

#### 6.3.1.3 Przeciętna powierzchnia oraz ilość kondygnacji

W nowych budynkach jednorodzinnych w 2020 roku znajdowało się 97 227 mieszkań (44,7% ogółu mieszkań w nowych budynkach mieszkalnych) o przeciętnej powierzchni użytkowej wynoszącej 133,2 m<sup>2</sup> i średniej liczbie izb w mieszkaniu równej 5,2.

Przeciętna powierzchnia mieszkania w budynku wielorodzinnym oddanego do użytku w 2020 roku wyniosła 88,7 m<sup>2</sup>

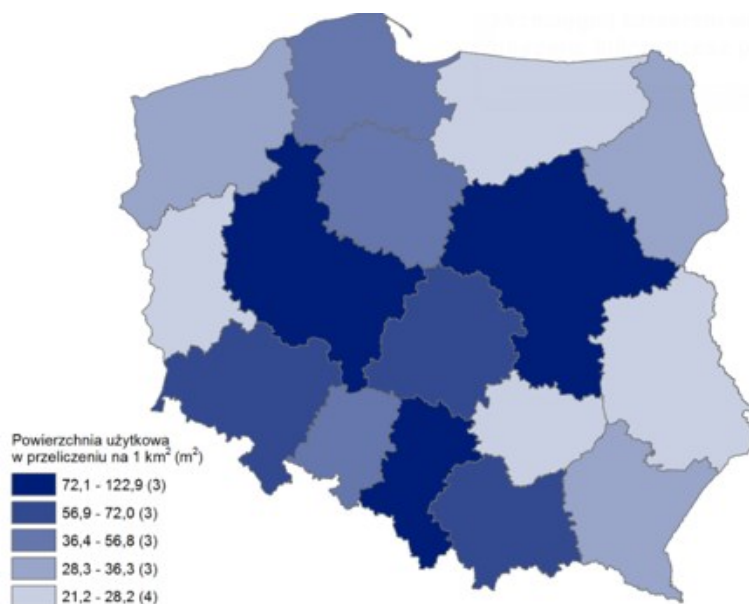
W strukturze, uwzględniającej liczbę kondygnacji w budynkach mieszkalnych jednorodzinnych dominowały budynki 2-kondygnacyjne (66,2% ogółu) i 1-kondygnacyjne (28,5%), w których znalazło się odpowiednio 31,9% i 12,4% mieszkań. Z kolei w budynkach wielorodzinnych 3-, 4- i 5-kondygnacyjnych (4,6% nowych budynków mieszkalnych) usytuowanych zostało 29,6% mieszkań. W budynkach wyższych (tj. o liczbie kondygnacji większej niż 5), stanowiących 0,7% nowo powstałych budynków, znajdowało się 26,1% mieszkań



Źródło: GUS 2020

**Rys. 12** Struktura mieszkań w nowych budynkach mieszkalnych oddanych do użytkowania w 2020 roku według liczby kondygnacji

Pod względem łącznej powierzchni budynków niemieszkalnych oddanych do eksploatacji w 2020 roku dominowały województwa: mazowieckie, wielkopolskie, dolnośląskie, śląskie i łódzkie. Ich łączny udział w wartości krajowej wyniósł blisko 60%. W ujęciu bezwzględnym największy wzrost oddanej powierzchni budynków niemieszkalnych zanotowano w województwie kujawsko-pomorskim (o 216,3 tys. m<sup>2</sup>) oraz mazowieckim (o 679,1 tys. m<sup>2</sup>).

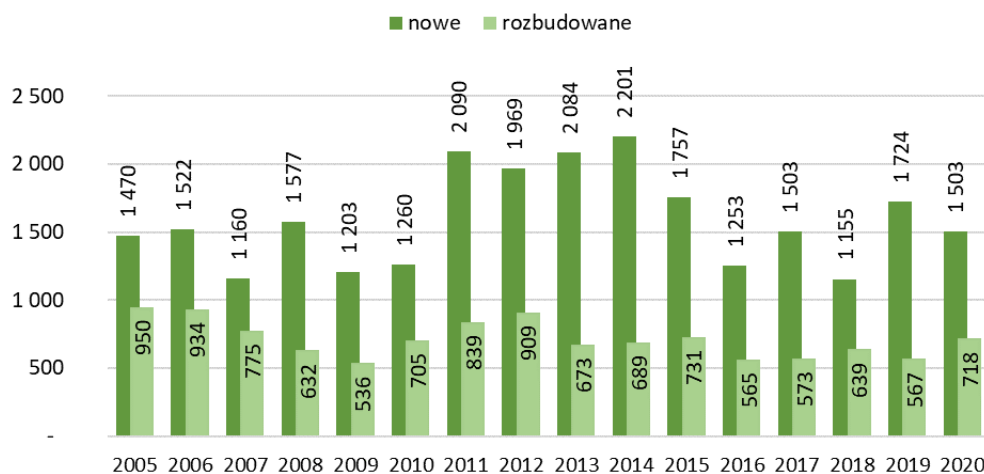


Źródło: GUS 2020

**Rys. 13** Powierzchnia użytkowa budynków niemieszkalnych oddanych do użytkowania w latach 2016-2020 w przeliczeniu na 1 km<sup>2</sup> powierzchni geodezyjnej według województw

## Średnia powierzchnia użytkową budynków szkół i instytucji badawczych

Średnią powierzchnię użytkową budynków szkół i instytucji badawczych [m<sup>2</sup>/budynek] przedstawiono na rys. 10.



Źródło: „Budynki szkół i instytucji badawczych oddane do użytkowania” Raport rynkowy. (<https://www.locja.pl/raport-rynkowy/budynki-szkol-i-instytucji-badawczych-oddane-do-uzytковania,217>)

**Rys. 14 Średnia powierzchnia użytkowa budynków szkół i instytucji badawczych [m<sup>2</sup>/budynek]**

Jako budynek referencyjny do niniejszej analizy przyjęto szkołę wraz z halą sportowo-widowiskową (boisko do piłki ręcznej, koszykówki i siatkówki), szatniami oraz częścią podpiwniczoną z przeznaczeniem na magazyn oraz lokalizację węzła ciepłowniczego.

Z uwagi na dane przedstawione w niniejszym rozdziale, dobrano parametry geometryczne budynków poddanych analizie. Dane geometryczne budynków zestawiono w tabeli 1.

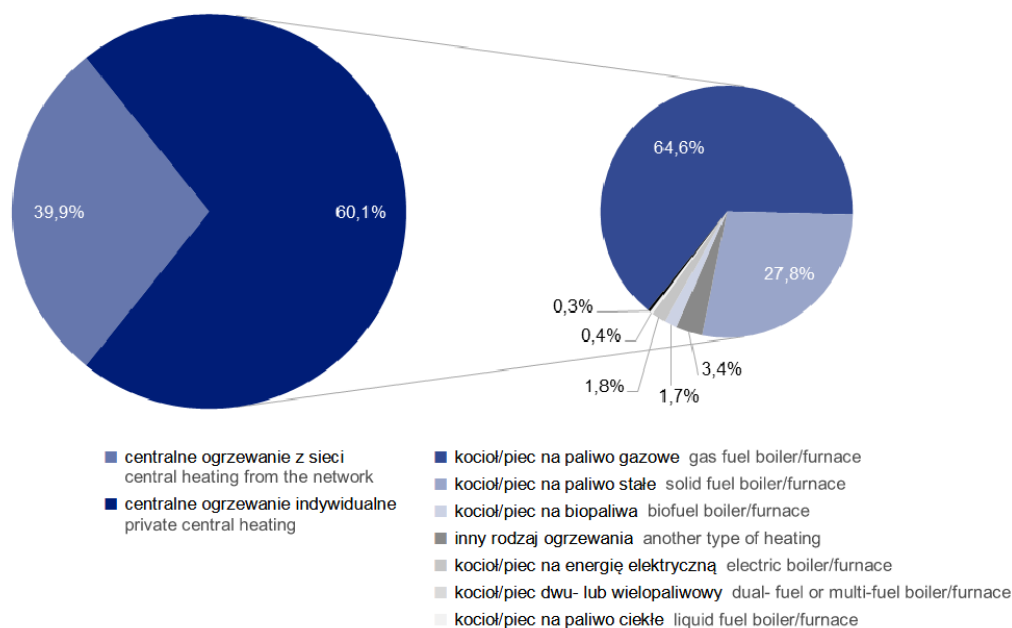
### 6.3.1.4 Przyjęcie technologii analizowanych budynków referencyjnych.

Zgodnie ze statystykami GUS w budownictwie mieszkaniowym od lat dominuje tradycyjna udoskonalona technologia wznoszenia. W 2020 roku zastosowano ją przy budowie 98,5% nowych budynków mieszkalnych, a w latach 2016-2020 odsetek budynków realizowanych tą metodą kształtował się między 98,4% (w 2019 roku) a 99,2% (w 2016 roku). Technologię budynków referencyjnych przyjęto tradycyjną udoskonaloną (z elementami prefabrykacji przegród, stropów, nadproży, itp.).

### 6.3.1.5 Wybór instalacji grzewczej

Według statystyk GUS do gazu sieciowego było podłączonych 40,0% mieszkań oddanych do użytkowania w 2020 roku w kraju. Nie zaobserwowano znaczących różnic wartości tego wskaźnika dla miasta i wsi. W 2020 roku przekazano do użytkowania w Polsce 39,8% mieszkań, które posiadały ciepłą wodę dostarczaną centralnie, tj. z elektrociepłowni, ciepłowni lub kotłowni osiedlowej. Największe udziały tego wyposażenia mieszkań odnotowano w województwach: pomorskim (54,6%), mazowieckim (52,9%), podlaskim (49,9%). W związku z tym, że jest to medium charakterystyczne dla budownictwa wielorodzinnego, różnica wartości tego wskaźnika dla miasta i wsi była największa spośród wszystkich instalacji, dla których zbierane są dane. Wyniosła ona prawie 56 p.proc. (miasta – 57,8%, wieś – 2,0%).

Niespełna 40% mieszkań oddanych do użytkowania w 2020 roku miało centralne ogrzewanie z sieci, pozostałe posiadały indywidualne systemy grzewcze. Spośród województw, największy udział mieszkań z centralnym ogrzewaniem sieciowym odnotowano w 2020 roku w: pomorskim (54,3%), mazowieckim (53,0%) i podlaskim (50,0%). Mieszkania wyposażone w centralne ogrzewanie indywidualne, w największym procencie, wystąpiły w województwach: wielkopolskim (86,7%), opolskim (83,3%) oraz podkarpackim (79,4%). Spośród mieszkań oddanych do użytkowania w 2020 roku, wyposażonych w ogrzewanie indywidualne, największy odsetek posiadało kotły/piece na paliwo gazowe (64,6%) oraz na paliwo stałe (27,8%).



Źródło: GUS 2020

**Rys. 15. Procentowy udział różnych źródeł ogrzewania/chłodzenia w mieszkaniach oddanych do użytkowania w 2020 roku.**

Z uwagi na dostępne i powszechnie używane źródła ciepła do dalszych analiz dla budynków referencyjnych przyjęto:

#### Budynki jednorodzinne:

Źródła ciepła:

- Kocioł węglowy
- Kocioł gazowy (kocioł kondensacyjny)
- Kocioł na olej opałowy (kocioł kondensacyjny)
- Kocioł na biomasę (pelet)
- Ogrzewanie elektryczne
- Pompa ciepła powietrze-woda
- Gruntowa pompa ciepła
- Przygotowanie c.w.u.
- Źródła jak w przypadku ogrzewania

- Podgrzewacz przepływowy gazowy
- Podgrzewacz elektryczny przepływowy

Sieć ciepłownicza została z analiz wykluczona z uwagi na wysokie koszty przyłączenia budynków jednorodzinnych do sieci. Jest to spowodowane architekturą dostępności sieci oraz dużym rozproszeniem budynków jednorodzinnych.

### **Budynki wielorodzinne:**

Źródła ciepła:

- Kocioł węglowy
- Kocioł gazowy (kocioł kondensacyjny)
- Kotłownia na olej opałowy (kocioł kondensacyjny)
- Kotłownia na biomasę
- Ogrzewanie elektryczne
- Pompa ciepła powietrze-woda
- Pompa ciepła gruntowa
- Ciepło sieciowe z kogeneracji
- Ciepło sieciowe z ciepłowni.

Przygotowanie c.w.u.

- Źródła jak w przypadku ogrzewania
- Podgrzewacz przepływowy gazowy
- Podgrzewacz elektryczny przepływowy

### **Budynki użyteczności publicznej:**

Źródła ciepła:

- Kocioł węglowy
- Kocioł gazowy (kocioł kondensacyjny)
- Kotłownia na olej opałowy (kocioł kondensacyjny)
- Kotłownia na biomasę
- Ogrzewanie elektryczne
- Pompa ciepła powietrze-woda
- Pompa ciepła gruntowa
- Ciepło sieciowe z kogeneracji
- Ciepło sieciowe z ciepłowni.

Przygotowanie c.w.u.

- Źródła jak w przypadku ogrzewania
- Podgrzewacz przepływowy gazowy
- Podgrzewacz elektryczny przepływowy

## **6.3.2 Szczegółowy opis przyjętych budynków referencyjnych do analizy.**

### **6.3.2.1 Budynki nowe**

Zgodnie z Rozporządzenie Delegowanym 244/2012 (załącznik I) w opracowaniu do analizy zostały przyjęte w odniesieniu do budynków nowych po jednym przypadku dla każdej z kategorii:

- budynki jednorodzinne,

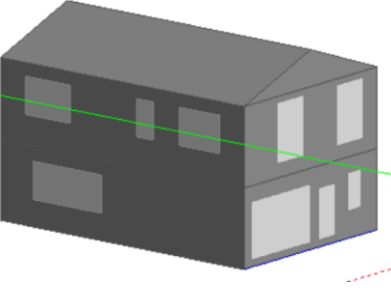
- bloki mieszkalne/budynki wielorodzinne,
- budynki biurowe; oraz,
- inne kategorie budynków niemieszkalnych wymienione w załączniku I pkt 5 do dyrektywy 2010/31/UE, w przypadku których istnieją szczególne minimalne wymagania dotyczące charakterystyki energetycznej.

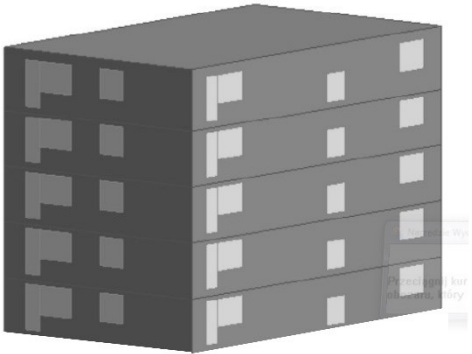
W załączniku III Rozporządzenia delegowanego 244/2012 dopuszczono możliwość analizy w oparciu o rzeczywiste budynki lub wirtualne modele. Wszystkie analizowane w opracowaniu budynki są budynkami wirtualnymi.

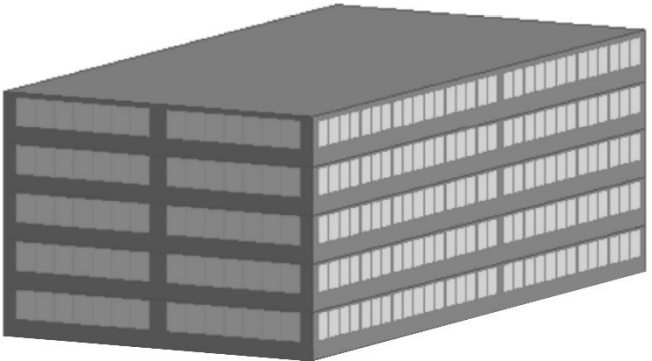
Do potrzeb analizy przyjęto następujące budynki reprezentujące każdą z wymaganych kategorii:

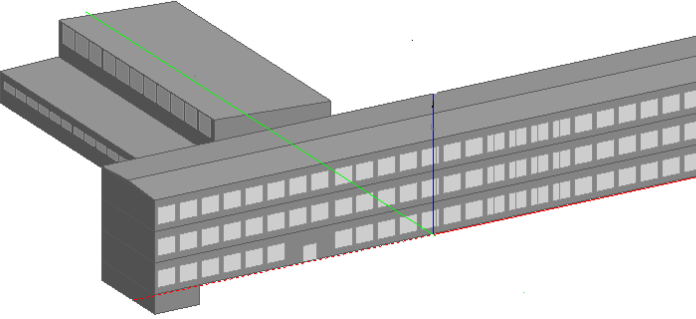


Tab. 35 Opis przyjętych do analizy budynków referencyjnych nowych

Kategoria	Budynek referencyjny przyjęty do analizy	Fotografia lub model obrazująca budynek referencyjny	Symbol
<p><b>1) Budynki jednorodzinne i podkategorie</b> Budynek jednorodzinny dwukondygnacyjny</p>	<p>Budynek mieszkalny jednorodzinny wolnostojący dwukondygnacyjny zlokalizowany w Warszawie. Budynek na planie prostokąta Powierzchnia użytkowa <b>158,4 m<sup>2</sup></b>, a kubatura – 459,3 m<sup>3</sup>. Współczynnik zwartości: <math>A/V_e=0,65</math> [1/m]. Lokalizacja: Warszawa Ilość kondygnacji: 2 Źródła ciepła: - Kocioł węglowy - Kocioł gazowy (kocioł kondensacyjny) - Kocioł na olej opałowy (kocioł kondensacyjny) - Kocioł na biomasę (pelet) - Ogrzewanie elektryczne - Pompa ciepła powietrze-woda - Pompa ciepła powietrzna - Gruntowa pompa ciepła</p> <p>Przygotowanie c.w.u. - Źródła jak w przypadku ogrzewania - Podgrzewacz przepływowy gazowy - Bojler elektryczny Wentylacja: mechaniczna nawiewno-wyciągową z odzyskiem ciepła szczelność powietrzna <math>n_{50}=1,5</math> [h<sup>-1</sup>].</p>		<p>j.2.1 (Nowa propozycja)</p> <p>Budynek wykorzystany w wielu symulacjach. Potwierdzona jakość modelu. Budynek wirtualny.</p>

<p><b>2) Bloki mieszkalne i budynki wielorodzinne i podkategorie</b>                  Budynek wielorodzinny pięciokondygnacyjny</p>	<p>Analizowany budynek wielorodzinny                  Wymiary zewnętrzne kondygnacji :12,38 m x 20,16 m.                  Powierzchnia użytkowa to 1497,48 m<sup>2</sup>.                  Lokalizacja: Warszawa                  Ilość kondygnacji: 5 kondygnacji naziemnych ogrzewanych oraz 1 kondygnacja podziemną nieogrzewaną.                  Źródła ciepła:                  - Kocioł węglowy                  - Kocioł gazowy (kocioł kondensacyjny)                  - Kotłownia na olej opałowy (kocioł kondensacyjny)                  - Ogrzewanie elektryczne                  - Pompa ciepła powietrze-woda                  - Pompa ciepła gruntowa                  - Ciepło sieciowe z kogeneracji                  - Ciepło sieciowe z ciepłowni.                  Przygotowanie c.w.u.                  - Źródła jak w przypadku ogrzewania                  - Podgrzewacz przepływowy gazowy                  - Bojler elektryczny                  Wentylacja:                  mechaniczna</p>		<p>j.2.2 (nowa propozycja).                  Budynek wirtualny.</p>
---	--	---	---

<p><b>3) Budynki biurowe i podkategorie</b></p>	<p>Budynek biurowy (Budynek biurowy z 4 kondygnacjami) Wymiary zewnętrzne kondygnacji :25,26 m x 48,66 m. Lokalizacja: Warszawa Ilość kondygnacji: 4 kondygnacje naziemnych ogrzewane oraz 1 kondygnacja podziemną nieogrzewaną. Źródła ciepła: - Kocioł węglowy - Kocioł gazowy (kocioł kondensacyjny) - Kotłownia na olej opałowy (kocioł kondensacyjny) - Ogrzewanie elektryczne - Pompa ciepła powietrze-woda - Pompa ciepła gruntowa - Ciepło sieciowe z kogeneracji - Ciepło sieciowe z ciepłowni. Przygotowanie c.w.u. - Źródła jak w przypadku ogrzewania - Podgrzewacz przepływowy gazowy - Bojler elektryczny Wentylacja: mechaniczna</p>		<p>b.2.3 (nowa propozycja). Budynek wirtualny.</p>
---	---	---	--

<p><b>4) Inne kategorie budynków niemieszkalnych</b></p>	<p>Budynek szkoły wraz z halą widowiskowo-sportową oraz częścią podpiwniczoną z przeznaczeniem na magazyn i węzeł ciepłowniczy</p> <p>Źródła ciepła:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kocioł węglowy</li> <li>- Kocioł gazowy (kocioł kondensacyjny)</li> <li>- Kotłownia na olej opałowy (kocioł kondensacyjny)</li> <li>- Ogrzewanie elektryczne</li> <li>- Pompa ciepła powietrze-woda</li> <li>- Pompa ciepła gruntowa</li> <li>- Ciepło sieciowe z kogeneracji</li> <li>- Ciepło sieciowe z ciepłowni.</li> </ul> <p>Przygotowanie c.w.u.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Źródła jak w przypadku ogrzewania</li> <li>- Podgrzewacz przepływowy gazowy</li> <li>- Bojler elektryczny</li> </ul> <p>Wentylacja: mechaniczna</p>		<p>b.2.4 (nowa propozycja). Budynek wirtualny.</p>
--	---	---	--

Dla porównania, w Tab. 36 przedstawiono budynki poddane analizie w ramach opracowania w 2016 roku.

**Tab. 36** *Budynki referencyjne nowe. Ekspertyza z roku 2016*

Kategoria	Budynek referencyjny przyjęty do analizy	Fotografia lub model obrazująca budynek referencyjny	Symbol
budynki jednorodzinne	<p>Budynek mieszkalny jednorodzinny wolnostojący dwukondygnacyjny zlokalizowany w Warszawie.</p> <p>Budynek na planie prostokąta o wymiarach 11 m (długość) x 11 m (szerokość) x 8,5 m (wysokość)</p> <p>Współczynnik zwartości: <math>A/V_e=0,65</math> [1/m].</p>		j.2.1 (budynek w poprzedniej analizie)
bloki mieszkalne/budynki wielorodzinne	<p>Budynek mieszkalny wielorodzinny z 5 kondygnacjami z 75 lokalami mieszkalnymi zlokalizowany w Warszawie.</p> <p>Budynek na planie prostokąta o wymiarach: 51,20 m (długość) x 12,42 m (szerokość) x 16,90 m (wysokość)</p> <p>Współczynnik zwartości: <math>A/V_e=0,34</math> [1/m].</p>		j.2.1 (budynek w poprzedniej analizie)

<p>budynki biurowe</p>	<p>Budynek biurowy z 4 kondygnacjami zlokalizowany w Warszawie. Budynek na planie prostokąta o wymiarach: 42,50 m (długość) x 15,30 m (szerokość) x 15,10 m (wysokość)</p> <p>Współczynnik zwartości: <math>A/V_e=0,33</math> [1/m].</p>		<p>b.2.1 (budynek w poprzedniej analizie)</p>
<p>inne kategorie budynków niemieszkalnych</p>	<p>Budynek szkoły, 3 kondygnacyjny z salą gimnastyczną, zlokalizowany w Warszawie. Budynek na planie prostokąta o wymiarach 82 m (długość) x 12,9 m (szerokość) x 11 m (wysokość). Współczynnik zwartości: <math>A/V_e=0,46</math> [1/m].</p>		<p>s.2.1 (budynek w poprzedniej analizie)</p>

### 6.3.3 Wybór budynków referencyjnych poddanych głębokiej termomodernizacji do analizy.

#### 6.3.3.1 Budynki poddanych głębokiej termomodernizacji.

Przy wyborze budynków referencyjnych dotyczących budynków przeznaczonych do głębokiej termomodernizacji, kierowano się danymi zawartymi w następujących dokumentach:

1. Długoterminowa strategia renowacji budynków. Załącznik do uchwały nr 23/2022 Rady Ministrów z dnia 9 lutego 2022 r.
2. Opracowanie „Podręcznik typologii budynków mieszkalnych z przykładami działań mających na celu zmniejszenie ich energochłonności - TABULA” NAPE 2011. Korzystanie z opracowania jest zgodne z wytycznymi Rozporządzenia delegowanego 244 – „Państwa członkowskie mogą wykorzystywać i dostosowywać istniejące już katalogi oraz bazy danych budynków referencyjnych do celów obliczania optymalnych kosztów. Ponadto za podstawę postużyć mogą wyniki prac prowadzonych w ramach programu „Inteligentna energia dla Europy”, w szczególności: TABULA – podejście typologiczne dotyczące oceny energetycznej budynków: <http://www.building-typology.eu/tabula/download.html>”.

#### 6.3.3.2 Wybór czasu wzniesienia budynków przeznaczonych do głębokiej termomodernizacji oraz ich parametrów energetycznych.

Zgodnie z dokumentem nr 2, jako budynek bazowy budynki przyjęte do analiz termomodernizacyjnych powinny być budynkami wzniesionymi w 1992 roku (pkt 2 notatki: „Jako budynki przewidziane do obliczeń dotyczących wymagań techniczno-budowlanych w zakresie głębokiej renowacji uzgodniono, że budynki te będą cechować się standardem obowiązującym w 1992 r., przy czym przyjęto warianty głębokiej modernizacji zaproponowane przez wykonawcę.”. Pomimo wstępnych ustaleń, zespół ekspertów proponuje przyjęcie budynków wybudowanych w latach 2002 – 2009, według wprowadzonego „Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2002 r. nr 75, poz. 690 z późn. zm.)”. Taka decyzja wiąże się z wprowadzeniem w tym okresie normy dotyczącej metodologii obliczenia współczynnika przenikania ciepła.

Doskonałym kompendium wiedzy na temat budynków zrealizowanych w tym okresie jest opracowanie „Podręcznik typologii budynków mieszkalnych z przykładami działań mających na celu zmniejszenie ich energochłonności - TABULA”. Celem wspomnianej publikacji jest dostarczenie informacji dotyczących kategoryzacji zasobów mieszkaniowych na potrzeby narzędzia przeznaczonego do szybkiej orientacyjnej oceny energochłonności wybranych budynków oraz ew. do wstępnego szacunku krajowego bilansu energetycznego zasobów mieszkaniowych. Informacje zawarte w opracowaniu dostarczają podstawowej wiedzy nt. właściwości termiczno-technicznych oraz rozwoju technologii i rozwiązań materiałowych konstrukcji przegród zewnętrznych budynku charakterystycznych dla danego okresu i wielkości budynku.

#### 6.3.3.3 Wymagania dotyczące zużycia energii przez budynek.

Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku  $E$  [kWh/(m<sup>3</sup>rok)] oraz wskaźnik rocznego obliczeniowego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną  $EP$  [kWh/(m<sup>2</sup>rok)].

W Rozporządzeniu Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 14 grudnia 1994 roku (WT94) w Dziale X zostały określone wymagania dotyczące oszczędności energii i izolacyjności cieplnej jako alternatywne spełnienie minimalnych wymagań dotyczących wartości wskaźnika  $E_0$  [kWh/m<sup>2</sup>rok], określającego obliczeniowe zapotrzebowanie energii końcowej do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym, wyrażone w ilości energii przypadającej w ciągu roku na 1 m<sup>2</sup> powierzchni użytkowej ogrzewanej części budynku

lub spełnienie minimalnych wartości izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych budynku. Jednak sposób wyznaczania wskaźnika  $E_0$  oraz wymagań cieplnych miał zostać określony na drodze odrębnego zarządzenia. W Rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 30 września 1997 roku, będącego nowelizacją WT94 zostały wprowadzone uszczegółowienia zapisów dotyczących oszczędności energii i izolacyjności cieplnej.

Określono wymagania w zależności od użytkowania budynków:

- budynki mieszkalne wielorodzinne i zamieszkania zbiorowego  $E \leq E_0$  [kWh/(m<sup>3</sup>rok)]
- budynki mieszkalne jednorodzinne  $E \leq E_0$  [kWh/(m<sup>3</sup>rok)] lub  $U \leq U_{\max}$  [W/(m<sup>2</sup>K)] oraz inne wymagania zamieszczone w Załączniku do Rozporządzenia
- budynki użyteczności publicznej  $U \leq U_{\max}$  [W/(m<sup>2</sup>K)] oraz inne wymagania zamieszczone w Załączniku do Rozporządzenia Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 30 września 1997 roku (WT97).

Wartości graniczne wskaźnika  $E_0$  zostały określone w zależności od współczynnika kształtu A/V. Metodologia obliczania wskaźnika E została umieszczona w normie PN-B-02025:1998.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 , (WT02) wprowadziło następujące zmiany:

- budynki mieszkalne wielorodzinne i zamieszkania zbiorowego  $E \leq E_0$  [kWh/(m<sup>3</sup>rok)] oraz  $U < U_{\max}$  [W/(m<sup>2</sup>K)] oraz inne wymagania zamieszczone w Załączniku do Rozporządzenia,
  - budynki jednorodzinne  $E \leq E_0$  [kWh/(m<sup>3</sup>rok)] lub  $U \leq U_{\max}$  [W/(m<sup>2</sup>K)] oraz inne wymagania zamieszczone w Załączniku do Rozporządzenia
  - budynki użyteczności publicznej oraz produkcyjne  $U \leq U_{k(\max)}$  [W/(m<sup>2</sup>K)]
- Wartości graniczne wskaźnika  $E_0$  zostały określone w zależności od współczynnika kształtu A/V. Metodologia obliczania wskaźnika E została umieszczona w normie PN-B-02025:2001.

Wskaźnik E określał obliczeniowe zapotrzebowanie na energię końcową do ogrzewania budynku w sezonie grzewczym odniesione do 1 m<sup>3</sup> kubatury ogrzewanej budynku. Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku obliczany był jako bilans strat ciepła przez przegrody nieprzeźroczyste, przeźroczyste, wentylację, c.w.u. oraz zysków słonecznych i bytowych. Nowelizacja Warunków Technicznych w 2004 roku nałożyła obligatoryjny obowiązek spełnienia obydwu wymagań, zarówno wskaźnika E jak i minimalnych wymagań dotyczących izolacyjności cieplnej przegród dla budynków mieszkalnych wielorodzinnych oraz zamieszkania zbiorowego.



**Tab. 37 Wymagania dotyczące efektywności energetycznej budynków w Polsce wyrażone przez zużycie energii.**

Lata	Norma/Rozporządzenie	Wartość, której dotyczy
Metodyka obliczania		
1996-2016	PN-EN-ISO 6946:1996 PN-EN-ISO 6946:1999 PN-EN-ISO 6946:2004 PN-EN-ISO 6946:2008	Współczynnik przenikania ciepła U [W/(m <sup>2</sup> K)]. Metodologia obliczania.
1998 - 2002	PN-B -02025/1998 PN-B -02025/1999 PN-B -02025/2001	Wskaźnik E [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]. Metodologia obliczania.
2008-2016	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) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 czerwca 2014 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 charakterystyki energetycznej	Wskaźnik EP [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]. Metodologia obliczania.
Wymagania		
1994-1997	Rozporządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 14 grudnia 1994 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.	Wymagania dotyczą: współczynnika przenikania ciepła $k[W/(m^2K)] \leq k_{max}[W/(m^2K)]$ lub $E [kWh/(m^2rok)] \leq E_0 [kWh/(m^2rok)]$ Rozporządzenie [R4] nie podaje wymagań
1997-2002	Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 30 września 1997 r.	Wymagania dotyczą: współczynnika przenikania ciepła $k[W/(m^2K)]$ określonego dla

	<p>zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Dz.U. 1997 nr 132, poz. 878</p>	<p>przegród, podłóg na gruncie, okien i drzwi</p> $k \leq K_{max}$ <p>lub</p> <p>wskaźnika sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków</p> $E \text{ [kWh/(m}^3\text{rok)]} \leq E_0 \text{ [kWh/(m}^3\text{rok)]}$ <p>Określonego w zależności od współczynnika kształtu A/V</p> <p>Wymagania określono dla:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- budynków mieszkalnych wielorodzinnych i zamieszkania zbiorowego</li> <li>- budynków mieszkalnych w zabudowie jednorodzinnej</li> <li>- budynków użyteczności publicznej, przemysłowych</li> </ul>
2002-2004	<p>Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2002 r. nr 75, poz. 690 z późn. zm.</p>	<p>Wymagania dotyczą:</p> <p>wskaźnika sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków</p> $E \text{ [kWh/(m}^3\text{rok)]}$ $E \leq E_0$ <p>lub</p> <p>współczynnika przenikania ciepła</p> $U_k \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$ $U_k \leq U_{k(max)}$ <p>Wymagania określono dla:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- budynków wielorodzinnych i zamieszkania zbiorowego</li> <li>- budynków jednorodzinnych</li> <li>- budynków użyteczności publicznej</li> <li>- budynków produkcyjnych</li> </ul>
2004-2008	<p>Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.</p>	<p>Wymagania dotyczą:</p> <p>wskaźnika sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków</p> $E \text{ [kWh/(m}^3\text{rok)]}$ $E \leq E_0$ <p>a także</p> <p>współczynnika przenikania ciepła</p> $U_k \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$ $U_k \leq U_{k(max)}$ <p>Wymagania określono dla:</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- budynków wielorodzinnych i zamieszkania zbiorowego</li> <li>- budynków jednorodzinnych</li> <li>- budynków użyteczności publicznej</li> <li>- budynków produkcyjnych</li> </ul>
2008-2013	<p>Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie</p>	<p>Wymagania dotyczą:</p> <p>wskaźnika EP [kWh/(m<sup>2</sup>rok)] określającego obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji, przygotowania c.w.u. oraz chłodzenia, określonego dla budynków</p> <p>w zależności współczynnika kształtu A/V</p> <p><math>EP \leq EP_{H+W}</math> (budynki mieszkalne bez chłodzenia)</p> <p><math>EP \leq EP_{HC+W}</math> (budynki mieszkalne z chłodzeniem)</p> <p><math>EP \leq EP_{HC+W+L}</math> (budynki zamieszkania zbiorowego, użyteczności publicznej i produkcyjne z chłodzeniem)</p> <p>lub</p> <p>współczynnika przenikania ciepła U [W/(m<sup>2</sup>K)]</p> <p><math>U \leq U_{(max)}</math></p> <p>Wymagania określono dla:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- budynków mieszkalnych i zamieszkania zbiorowego</li> <li>- budynków użyteczności publicznej</li> <li>- budynków produkcyjnych, magazynowych i gospodarczych</li> </ul>
2013-2016	<p>Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [R9]</p> <p>Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 17 lipca 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury</p>	<p>Wymagania dotyczą:</p> <p>Wskaźnika EP [kWh/(m<sup>2</sup>rok)] określającego roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania i wentylacji, chłodzenia oraz przygotowania c.w.u. i oświetlenia wbudowanego, określonego w zależności od użytkowania obiektu</p>

	w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie	$EP \leq EP_{H+W}$ (budynki bez chłodzenia) $EP \leq EP_{H+W} + \Delta EP_C$ (budynki mieszkalne z chłodzeniem) $EP \leq EP_{H+W} + \Delta EP_C^* + \Delta EP_L$ (budynki użyteczności publicznej, zamieszkania zbiorowego, produkcyjne, gospodarcze, magazynowe *z/bez chłodzenia) oraz współczynnika przenikania ciepła $U_C [W/(m^2K)]$ $U_C \leq U_{C(max)}$ Wymagania określono dla: - wszystkich rodzajów budynków
2017-2020	Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 17 lipca 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie	Wymagania dotyczą: Wskaźnika $EP [kWh/(m^2rok)]$ określającego roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania i wentylacji, chłodzenia oraz przygotowania c.w.u. i oświetlenia wbudowanego, określonego w zależności od użytkowania obiektu $EP \leq EP_{H+W}$ (budynki bez chłodzenia) $EP \leq EP_{H+W} + \Delta EP_C$ (budynki mieszkalne z chłodzeniem) $EP \leq EP_{H+W} + \Delta EP_C^* + \Delta EP_L$ (budynki użyteczności publicznej, zamieszkania zbiorowego, produkcyjne, gospodarcze, magazynowe *z/bez chłodzenia) oraz współczynnika przenikania ciepła $U_C [W/(m^2K)]$ $U_C \leq U_{C(max)}$ Wymagania określono dla: - wszystkich rodzajów budynków
2021	Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 17 lipca 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych	Wymagania dotyczą: Wskaźnika $EP [kWh/(m^2rok)]$ określającego roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną

	<p>jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie</p>	<p>do ogrzewania i wentylacji, chłodzenia oraz przygotowania c.w.u. i oświetlenia wbudowanego, określonego w zależności od użytkowania obiektu</p> <p><math>EP \leq EP_{H+W}</math> (budynki bez chłodzenia)</p> <p><math>EP \leq EP_{H+W} + \Delta EP_C</math> (budynki mieszkalne z chłodzeniem)</p> <p><math>EP \leq EP_{H+W} + \Delta EP_C^* + \Delta EP_L</math> (budynki użyteczności publicznej, zamieszkania zbiorowego, produkcyjne, gospodarcze, magazynowe *z/bez chłodzenia) oraz</p> <p>współczynnika przenikania ciepła <math>U_C</math> [W/(m<sup>2</sup>K)]</p> <p><math>U_C \leq U_{C(max)}</math></p> <p>Wymagania określono dla:</p> <p>- wszystkich rodzajów budynków</p>
--	---	---

Źródło: Opracowanie MCBE PK z 2016 r.

**Tab. 38 Wymaganie dotyczące wartości granicznych wskaźnika sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków  $E$  [kWh/(m<sup>3</sup>rok)]**

Okres	Rozporządzenie	Wartości $E_0$
1994-1997	Rozporządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 14 grudnia 1994 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.	Nie podano
1997-2002	Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 30 września 1997 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Dz.U. 1997 nr 132, poz. 878	<p><math>E_0 = 29</math> kWh/(m<sup>3</sup>rok) przy <math>A/V \leq 0,20</math></p> <p><math>E_0 = 26,6 + 12 A/V</math> kWh/(m<sup>3</sup>rok) przy <math>0,20 &lt; A/V &lt; 0,90</math></p> <p><math>E_0 = 37,4</math> kWh/(m<sup>3</sup>rok) przy <math>A/V \geq 0,90</math></p>
2002-2008	Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny	$E_0 = 29$ kWh/(m <sup>3</sup> rok) przy $A/V \leq 0,20$

	<p>odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2002 r. nr 75, poz. 690 z późn. zm.</p> <p>Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.</p>	<p><math>E_0 = 26,6 + 12 A/V</math> kWh/(m<sup>3</sup>rok) przy <math>0,20 &lt; A/V &lt; 0,90</math></p> <p><math>E_0 = 37,4</math> kWh/(m<sup>3</sup>rok) przy <math>A/V \geq 0,90</math></p>
--	---	--

Źródło: Opracowanie MCBE PK z 2016 r.

#### 6.3.4 Poziom izolacyjności cieplnej przegród budynku wybudowanych w latach 2002-2008 według opracowania pł. " Podręcznik typologii budynków mieszkalnych z przykładami działań mających na celu zmniejszenie ich energochłonności – TABULA".

W roku 2002 pojawił się dokument zatytułowany „Warunki techniczne jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” w którym w załączniku w zamieszczona wymagania izolacyjności cieplnej i inne wymagania związane z oszczędnością energii. Załącznik 2 do Warunków technicznych – Wymagania związane z oszczędnością energii Izolacyjność cieplna przegród i podłóg na gruncie. Wartości współczynnika przenikania ciepła U ścian, stropów i stropodachów, obliczone zgodnie z Polskimi Normami dotyczącymi obliczania oporu cieplnego i współczynnika przenikania ciepła, nie mogą być większe niż wartości U(max) określone w poniższych tabelach.

Budynek mieszkalny i zamieszkania zbiorowego

**Tab. 39 Współczynniki U(max) dla przegród nieprzeźroczystych dla budynku mieszkalnego i zamieszkania zbiorowego:**

Lp.	Rodzaj przegrody i temperatura w pomieszczeniu t - temperatura obliczeniowa w pomieszczeniu zgodnie z par. 134 ust 2	Współczynnik U(max) W/(m <sup>2</sup> K)
1.	Ściany zewnętrzne (stykające się z powietrzem zewnętrznym, niezależnie od rodzaju ściany): a) przy $t_i > 16^{\circ}\text{C}$ b) przy $t_i < 16^{\circ}\text{C}$	0,30 0,80
2	Ściany wewnętrzne między pomieszczeniami ogrzewanymi a nieogrzewanymi, klatkami schodowymi lub korytarzami	1,00
3	Ściany przylegające do szczelin dylatacyjnych o szerokości: a) do 5 cm, trwale zamkniętych i wypełnionych izolacją cieplną na głębokość co najmniej 20 cm b) powyżej 5 cm, niezależnie od przyjętego sposobu zamknięcia i zaizolowania szczeliny	1,00 0,70
4	Ściany nieogrzewanych kondygnacji podziemnych	bez wymagań
5	Dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami: a) przy $t > 16^{\circ}\text{C}$ b) przy $8^{\circ}\text{C} < t < 16^{\circ}\text{C}$	0,25 0,50
6	Stropy nad piwnicami nieogrzewanymi i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi, podłogi na gruncie	0,45
7	Stropy nad ogrzewanymi kondygnacjami podziemnymi	bez wymagań
8	Ściany wewnętrzne oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	1,00

Źródło: Podręcznik typologii budynków mieszkalnych z przykładami działań mających na celu zmniejszenie ich energochłonności – TABULA

## Budynek użyteczności publicznej

Tab. 40 Współczynniki  $U(\max)$  dla przegród nieprzeźroczystych dla budynku użyteczności publicznej:

Lp.	Rodzaj przegrody i temperatura w pomieszczeniu $t$ - temperatura obliczeniowa w pomieszczeniu zgodnie z par. 134 ust 2	Współczynnik $U(\max)$ $W/(m^2K)$
1.	Ściany zewnętrzne (stykające się z powietrzem zewnętrznym, niezależnie od rodzaju ściany): a) przy $t_i > 16^\circ C$ b) przy $t_i < 16^\circ C$	0,30 0,65
2	Ściany wewnętrzne między pomieszczeniami ogrzewanymi a klatkami schodowymi lub korytarzami	3,00*
3	Ściany przylegające do szczelin dylatacyjnych o szerokości: a) do 5 cm, trwale zamkniętych i wypełnionych izolacją cieplną na głębokość co najmniej 20 cm b) powyżej 5 cm, niezależnie od przyjętego sposobu zamknięcia i zaizolowania szczeliny	3,00 0,70
4	Ściany nieogrzewanych kondygnacji podziemnych	bez wymagań
5	Dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami: a) przy $t > 16^\circ C$ b) przy $8^\circ C < t_j < 16^\circ C$	0,25 0,50
6	Stropy nad nieogrzewanymi kondygnacjami podziemnymi i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi, posadzki na gruncie	0,45
7	Stropy nad piwnicami ogrzewanymi	bez wymagań

Źródło: Podręcznik typologii budynków mieszkalnych z przykładami działań mających na celu zmniejszenie ich energochłonności – TABULA

Budynek produkcyjny, magazynowy, gospodarczy

**Tab. 41 Współczynniki  $U(\max)$  dla przegród nieprzeźroczystych dla budynku produkcyjnego, magazynowego i gospodarczego:**

Lp.	Rodzaj przegrody i temperatura w pomieszczeniu $t$ - temperatura obliczeniowa w pomieszczeniu zgodnie z par. 134 ust 2	Współczynnik $U(\max)$ $W/(m^2K)$
1	Ściany zewnętrzne (stykające się z powietrzem zewnętrznym, niezależnie od rodzaju ściany): a) przy $t > 16^\circ C$ b) przy $8^\circ C < t < 16^\circ C$ c) przy $t < 8^\circ C$	0,30 0,65 0,90
2	Ściany wewnętrzne i stropy międzykondygnacyjne a) dla $AM > 16K$ b) dla $8K < AM < 16K$ c) dla $AM < 8K$	1,00 1,40 bez wymagań
3	Stropodachy, stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami a) przy $t_i > 16^\circ C$ b) przy $8^\circ C < t_i < 16^\circ C$ c) przy $t_i < 8^\circ C$	0,25 0,50 0,70
4	Stropy nad nieogrzewanymi kondygnacjami podziemnymi i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi, posadzki na gruncie a) przy $t_i > 16^\circ C$ b) przy $8^\circ C < t_i < 16^\circ C$ c) przy $t_i < 8^\circ C$	0,80 1,20 1,50
5	Stropy nad piwnicami ogrzewanymi	bez wymagań

Źródło: Podręcznik typologii budynków mieszkalnych z przykładami działań mających na celu zmniejszenie ich energochłonności – TABULA

Okna w budynku mieszkalnym i zamieszkania zbiorowego

**Tab. 42 Współczynniki  $U(\max)$  dla okien, drzwi balkonowych i powierzchni przeźroczystych dla budynku mieszkalnego i zamieszkania zbiorowego:**

Lp.	Okna, drzwi balkonowe i drzwi zewnętrzne	$U(\max)$ $W/(m^2K)$
1	Okna (z wyjątkiem połaciowych), drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne w pomieszczeniach o $t > 16^\circ C$ a) w I, II i III strefie klimatycznej b) w IV i V strefie klimatycznej	1,8 1,7
2	Okna połaciowe (bez względu na strefę klimatyczną) w pomieszczeniach o $t_j > 16^\circ C$	1,8
3	Okna w ścianach oddzielających pomieszczenia ogrzewane od nie-ogrzewanych	2,6
4	Okna pomieszczeń piwnicznych i poddaszy nieogrzewanych oraz nad klatkami schodowymi nieogrzewanymi	bez wymagań
5	Drzwi zewnętrzne wejściowe	2,6

Źródło: Podręcznik typologii budynków mieszkalnych z przykładami działań mających na celu zmniejszenie ich energochłonności – TABULA



## Okna w budynku użyteczności publicznej

**Tab. 43 Współczynniki  $U(\max)$  dla okien, drzwi balkonowych i powierzchni przezroczystych dla budynku użyteczności publicznej:**

Lp.	Okna, drzwi balkonowe, świetliki i drzwi zewnętrzne	$U_k(\max)$ W/(m <sup>2</sup> K)
1	Okna (z wyjątkiem połaciowych), drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste: a) przy $t_i > 16^\circ\text{C}$ b) przy $8^\circ\text{C} < t_i < 16^\circ\text{C}$	1,8 2,6
2	Okna połaciowe i świetliki	1,7
3	Okna i drzwi balkonowe w pomieszczeniach o szczególnych wymaganiach higienicznych (pomieszczenia przeznaczone na stały pobyt ludzi w szpitalach, żłobkach i przedszkolach)	1,8
4	Okna pomieszczeń piwnicznych i poddaszy nieogrzewanych oraz świetliki nad klatkami schodowymi nieogrzewanymi	bez wymagań
5	Drzwi zewnętrzne wejściowe do budynków	2,6

Źródło: Podręcznik typologii budynków mieszkalnych z przykładami działań mających na celu zmniejszenie ich energochłonności – TABULA

## Okna w budynku produkcyjnym, magazynowym i gospodarczym

**Tab. 44 Współczynniki  $U(\max)$  dla okien, drzwi balkonowych i powierzchni przezroczystych dla budynku produkcyjnego, magazynowego i gospodarczego**

Lp.	Okna, świetliki, drzwi i wrota	$U_k(\max)$ W/(m <sup>2</sup> K)
1	Okna (z wyjątkiem połaciowych), drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne w pomieszczeniach o $t > 16^\circ\text{C}$ a) w I, II i III strefie klimatycznej	1,9
2	Okna połaciowe bez względu na strefę klimatyczną w pomieszczeniach o $t < 16^\circ\text{C}$	1,8
3	Okna w ścianach oddzielających pomieszczenia ogrzewane od nieogrzewanych	2,6
4	Drzwi i wrota w przegrodach zewnętrznych	2,6

$t_i$ - temperatura obliczeniowa w pomieszczeniu wg Warunków Technicznych lub określona w procesie technologicznym.

Źródło: Podręcznik typologii budynków mieszkalnych z przykładami działań mających na celu zmniejszenie ich energochłonności – TABULA

## Dodatkowe wymagania

W budynku mieszkalnym, zamieszkania zbiorowego, budynku użyteczności publicznej, a także w budynku produkcyjnym przegrody zewnętrzne nieprzezroczyste, złącza między przegrodami i częściami przegród oraz połączenia okien z ościeżami należy projektować i wykonywać tak, aby osiągnąć całkowitą szczelność na przenikanie powietrza. W Warunkach Technicznych zawarte są także wymagania dotyczące ochrony przed powierzchniową kondensacją pary wodnej.

### 6.3.5 Konstrukcja ścian (Tabuła)

Najczęściej spotykane obecnie rozwiązania ścian murowanych to: ściany jedno-, dwu- i trójwarstwowe.

*Ściany jednowarstwowe* to takie, które są wymurowane z jednego rodzaju elementów na całej grubości. Zakłada się, że ściany jednowarstwowe powinny mieć współczynnik przenikania ciepła  $U$  nie większy niż  $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ , co powoduje konieczność zastosowania odpowiednich materiałów budowlanych takich jak bloczki z betonu komórkowego czy gazobetonu, bloczki keramzytowe, których otwory wypełnione są styropianem lub porowata ceramika. Zastosowane elementy łączą się bardzo cienkimi spoinami, które eliminują możliwość powstawania ewentualnych mostków termicznych. Ściany nośne zewnętrzne i wewnętrzne mogą być również wykonane z kształtek styropianowych łączonych specjalnymi zamkami i zalewanych na budowie betonem. Od wewnątrz wykańcza się je płytami gipsowo-kartonowymi, a na zewnątrz tynkuje lub obkłada cegłą klinkierową bądź licówką. Zgodnie z wymaganiami przytoczonymi powyżej, ściana taka powinna już na wstępie być ocieplona.

*Ściany dwuwarstwowe* wykonuje się podobnie jak ściany jednowarstwowe z tą różnicą, że dociepla się je od zewnątrz. W ścianach dwuwarstwowych warstwę wewnętrzną, nośną stanowią materiały konstrukcyjne - cegły pełne czy pustaki, a warstwę zewnętrzną - materiał termoizolacyjny, taki jak styropian czy wełna mineralna, zabezpieczony cienkowarstwowym tynkiem strukturalnym. Współczynnik przenikania ciepła  $U$  w ścianach dwuwarstwowych powinien być nie większy niż  $0,3 \text{ W / m}^2\text{K}$ .

*Ściany trójwarstwowe* składają się z trzech warstw: wewnętrznej warstwy nośnej, warstwy izolacji termicznej oraz zewnętrznej warstwy osłonowej, fakturowanej, często od-dzielonej od ocieplenia wentylowaną pustką powietrzną o grubości od 3 do 5cm (szczególnie, jeśli elewacja wykonana jest z materiału o niskiej paroprzepuszczalności). Warstwa zewnętrzna jest połączona z warstwą nośną specjalnymi kotwami. Ściany takie mogą być wykonane z różnych materiałów, ale ważne jest, aby poszczególne warstwy tworzyły razem przegrodę o odpowiedniej izolacyjności cieplnej, tzn. aby współczynnik przenikania ciepła  $k$  był niższy niż  $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Ściany trójwarstwowe są bardziej pracochłonne i droższe w wykonaniu niż ściany jedno- i dwuwarstwowe, jednak charakteryzują się one bardzo dobrymi parametrami wytrzymałościowymi i termoizolacyjnymi. Dodatkowa warstwa zewnętrzna chroni ścianę przed czynnikami atmosferycznymi i ewentualnymi uszkodzeniami mechanicznymi. Wentylowana szczelina powietrzna pełni dwie funkcje - odprowadza wykraplającą się wewnątrz ściany parę wodną poprzez specjalne otwory znajdujące się w warstwie licującej oraz chłodzi i wentyluje warstwę zewnętrzną, wykonaną niejednokrotnie z ceramiki licowej lub klinkierowej. W ścianie bez szczeliny powietrznej brak chłodzenia warstwy zewnętrznej od wewnątrz przy intensywnym nasłonecznieniu prowadzi do powstania mikrozarysowań, a utrudnione odprowadzenie wilgoci ze ściany do atmosfery powoduje znaczne zawilgocenie ściany i pogorszenie parametrów izolacyjności termicznej.

Do konstrukcji ścian zewnętrznych stosuje się również cegłę albo bloczki wapienno-piaskowe (silikatowe). Są one produkowane z naturalnych surowców: piasku, wapna oraz wody i wykazują wysoką odporność na działanie mrozu, wody i ognia, a także na grzyby i pleśń. Podobnie jak cegła ceramiczna, posiadają dużą zdolność akumulacji ciepła.

### 6.3.6 Przykładowe budynki referencyjne zgodne z opracowaniem pt. " Podręcznik typologii budynków mieszkalnych z przykładami działań mających na celu zmniejszenie ich energochłonności – TABULA".

Przykładowy budynek mieszkalny jednorodzinny– typowy dla rozpatrywanego okresu (zdjęcie poglądowe) – zgodnie z dokumentem pt. " Podręcznik typologii budynków mieszkalnych z przykładami działań mających na celu zmniejszenie ich energochłonności – TABULA".

#### Dane ogólne



typ budynku	jednorodzinny (SFH)
okres budowy	po 2009
Ilość pięter	2
Ilość mieszkań	1
Kubatura ogrzewana:	500 m <sup>3</sup>
Powierzchnia ogrzewana	172 m <sup>2</sup>

STAN WYJŚCIOWY (przed modernizacją)				
PRZEGRODY ZEWNĘTRZNE				
				wartość U
ściany		cegła, z dociepleniem	0,3	W/m <sup>2</sup> K
dach		dach skośny, wentylowany	0,3	W/m <sup>2</sup> K
podłoga		podpiwniczony	0,45	W/m <sup>2</sup> K
okna		PCV, dwukomorowe	1,3	W/m <sup>2</sup> K
SYSTEMY				
OGRZEWANIE				
wytwarzanie		zasobnik		przesył
kocioł gazowy, dwufunkcyjny		brak		brak
$\eta=0,87$		1		1
CIEPŁA WODA				
wytwarzanie		zasobnik		przesył
kocioł gazowy, dwufunkcyjny		brak		pobór miejscowy
$\eta=0,87$				0,8

Rys. 16 Typowy budynek jednorodzinny wg opracowania TABULA

Przykładowy budynek mieszkalny wielorodzinny A– typowy dla rozpatrywanego okresu (zdjęcie poglądowe) – zgodnie z dokumentem TABULA

### Dane ogólne



typ budynku	wielorodzinny
okres budowy	2003-2008
ilość pięter	7
ilość mieszkań	71
Kubatura ogrzewana:	11691 m <sup>3</sup>
Powierzchnia ogrzewana	3878 m <sup>2</sup>

STAN WYJŚCIOWY (przed modernizacją)				
PRZEGRODY ZEWNĘTRZNE				
				wartość U
ściany		cegła silikatowa	0,3	W/m <sup>2</sup> K
dach		dach płaski, izolowany	0,4	W/m <sup>2</sup> K
podłoga		podłoga na gruncie, izolowana	0,45	W/m <sup>2</sup> K
okna		PCV jednokomorowe	1,8	W/m <sup>2</sup> K
SYSTEMY				
OGRZEWANIE				
wytwarzanie	zasobnik	przesył		
scentralizowane	brak	brak		
$\eta=0,93$	1	1		
CIEPŁA WODA				
wytwarzanie	zasobnik	przesył		
scentralizowane	brak	pobór miejscowy		
$\eta=0,95$		0,5		

Rys. 17 Typowy budynek wielorodzinny wg opracowania TABULA

#### 6.3.7 Wybór budynków referencyjnych przeznaczonych do głębokiej termomodernizacji.

W opracowaniu oparto się na modelach budynków z poprzedniej ekspertyzy, przy zachowaniu pełnej zgodności z rozporządzeniem delegowanym 244/2012/UE".

Ponieważ, zgodnie z zapisami ROZPORZĄDZENIE Delegowanego KOMISJI (UE) NR 244/2012:

„1. OKREŚLENIE BUDYNKÓW REFERENCYJNYCH

Państwa członkowskie określają budynki referencyjne dla następujących kategorii budynków:

- 1) budynki jednorodzinne;
- 2) bloki mieszkalne i budynki wielorodzinne;
- 3) budynki biurowe.

Oprócz budynków biurowych, państwa członkowskie określają budynki referencyjne dla innych kategorii budynków niemieszkalnych wymienionych w pkt 5 lit. d)–i) załącznika I do dyrektywy 2010/31/UE, w przypadku których istnieją szczególne wymagania dotyczące charakterystyki energetycznej.

*Jeżeli państwo członkowskie jest w stanie wykazać w sprawozdaniu, o którym mowa w art. 6 niniejszego rozporządzenia, że określony budynek referencyjny może być stosowany w odniesieniu do więcej niż jednej kategorii budynku, może ono ograniczyć liczbę stosowanych budynków referencyjnych i w związku z tym liczbę obliczeń. Państwa członkowskie uzasadniają takie podejście na podstawie analizy wykazującej, że budynek referencyjny, który jest stosowany w odniesieniu do kilku kategorii budynków, jest reprezentatywny dla budynków należących do wszystkich uwzględnionych kategorii.*

oraz

*Zgodnie z ROZPORZĄDZENIEM DELEGOWANYM KOMISJI (UE) NR 244/2012 (załącznik I pkt 4) Dla każdej kategorii budynku należy określić co najmniej jeden budynek referencyjny w przypadku nowych budynków oraz co najmniej dwa w przypadku istniejących budynków, które mają zostać poddane ważniejszej renowacji. Budynki referencyjne można określić na podstawie podkategorii budynków (zróżnicowanych np. w zależności od wielkości, wieku, struktury kosztów, materiałów budowlanych, profilu użytkowania lub strefy klimatycznej), które uwzględniają specyfikę krajowych budynków. Budynki referencyjne i ich cechy powinny być zgodne ze strukturą bieżących lub planowanych wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej."*

oraz

typów budynku przyjętych w ekspertyzie z 2016 roku:

Cyt.:

„Budynek referencyjny dla istniejących budynków (gruntowny remont)

W kategorii:

1) Budynki jednorodzinne i podkategorie

Budynek jednorodzinny parterowy

Budynek jednorodzinny dwukondygnacyjny

2) Budynki mieszkalne wielorodzinne

Budynek wielorodzinny trzykondygnacyjny

Budynek wielorodzinny pięciokondygnacyjny

3) Budynki biurowe i podkategorie

Budynek biurowy (Budynek biurowy z 4 kondygnacjami)

Budynek biurowy z częścią usługową (Budynek biurowy z 4 kondygnacjami z częścią sportową na parterze)

4) Inne kategorie budynków niemieszkalnych

Budynek szkoły

Budynek przychodni”

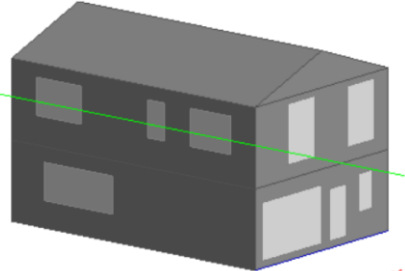

### **Wybór budynków istniejących do głębokiej modernizacji:**

Budynki jednorodzinne

1. Budynek jednorodzinny dwukondygnacyjny (6.3.2.1): geometria i powierzchnia budynku zostaje przyjęta jak dla budynku jednorodzinnego nowego (z uwagi na podobne parametry z budynkiem wskazanym w opracowaniu TABULA). Parametry izolacyjności cieplnej przegród zostaną przyjęte zgodnie z tabelami 38 i 41. Systemy grzewcze przyjęto zgodnie z ustaleniami tak jak dla budynków nowych. Wentylacja grawitacyjna. Lokalizacja – strefa III (Warszawa),

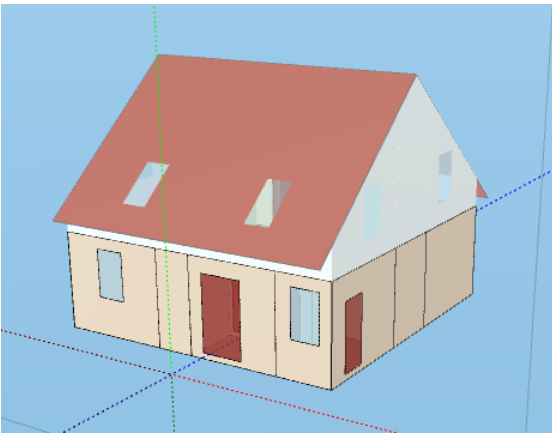
2. Budynek jednorodzinny parterowy (6.3.2.2). Parametry izolacyjności cieplnej przegród zostaną przyjęte zgodnie z tabelami 38 i 41. Systemy grzewcze przyjęto zgodnie z ustaleniami tak jak dla budynków nowych. Wentylacja grawitacyjna. Lokalizacja – strefa III (Warszawa),

**Tab. 45 Opis przyjętych do analizy budynków referencyjnych przeznaczonych do gruntowej termomodernizacji.**

Kategoria	Budynek referencyjny przyjęty do analizy	Fotografia lub model obrazująca budynek referencyjny	Symbol												
<p><b>1. Budynki jednorodzinne i podkategorie</b></p> <p>Budynek jednorodzinny dwukondygnacyjny.</p> <p><i>Uwaga:</i></p> <p>Budynek geometrycznie i polem powierzchni zbliżony do budynku wskazanego w ramach opracowania jako typowy dla rozpatrywanego okresu czasu</p>	<p>Budynek mieszkalny jednorodzinny wolnostojący dwukondygnacyjny zlokalizowany w Warszawie.</p> <p>Budynek na planie prostokąta</p> <p>Powierzchnia użytkowa <b>158,4 m<sup>2</sup></b>, a kubatura – 459,3 m<sup>3</sup>.</p> <p>Współczynnik zwartości: <math>A/V_e=0,65</math> [1/m].</p> <p>Lokalizacja: Warszawa</p> <p>Ilość kondygnacji: 2</p> <p>Źródła ciepła:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kocioł węglowy</li> <li>- Kocioł gazowy (kocioł kondensacyjny)</li> <li>- Kotłownia na olej opałowy (kocioł kondensacyjny)</li> <li>- Kotłownia na biomasę (pelet)</li> <li>- Ogrzewanie elektryczne</li> <li>- Pompa ciepła powietrze-woda</li> <li>- Pompa ciepła powietrzna</li> <li>- Gruntowa pompa ciepła</li> </ul>	<p>NASZ</p>  <p>TABULA</p>  <table border="0" data-bbox="1167 963 1621 1155"> <tr> <td>typ budynku</td> <td>jednorodzinny (SFH)</td> </tr> <tr> <td>okres budowy</td> <td>po 2009</td> </tr> <tr> <td>ilość pięter</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ilość mieszkań</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Kubatura ogrzewana:</td> <td>500 m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Powierzchnia ogrzewana</td> <td>172 m<sup>2</sup></td> </tr> </table>	typ budynku	jednorodzinny (SFH)	okres budowy	po 2009	ilość pięter		ilość mieszkań	1	Kubatura ogrzewana:	500 m <sup>3</sup>	Powierzchnia ogrzewana	172 m <sup>2</sup>	<p>j.2.1</p> <p>Budynek wykorzystany w wielu symulacjach. Potwierdzona jakość modelu. Budynek wirtualny.</p>
typ budynku	jednorodzinny (SFH)														
okres budowy	po 2009														
ilość pięter															
ilość mieszkań	1														
Kubatura ogrzewana:	500 m <sup>3</sup>														
Powierzchnia ogrzewana	172 m <sup>2</sup>														

	<p>Przygotowanie c.w.u.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Źródła jak w przypadku ogrzewania</li> <li>- Podgrzewacz przepływowy gazowy</li> <li>- Bojler elektryczny</li> </ul> <p>Wentylacja: grawitacyjna</p> <p>szczelność powietrzna <math>n_{50}=3,0</math> [h<sup>-1</sup>].</p> <p>Rok budowy (2002 – 2008)</p> <p>Rozpatrywane warianty termomodernizacji:</p> <p>Wariant 1,2,3,4</p> <p>Lokalizacja: Strefa klimatyczna 3 (Warszawa)</p>		
--	---	--	--



<p><b>2. Budynki</b>  <b>jednorodzinne</b>  <b>podkategorie</b>                  Budynek                  jednorodzinny                  parterowy</p>	<p><b>i</b> Budynek mieszkalny jednorodzinny wolnostojący jednokondygnacyjny zlokalizowany w Warszawie.</p> <p>Budynek na planie prostokąta</p> <p>Powierzchnia użytkowa <b>140,5</b> m<sup>2</sup>, a kubatura – 354,9 m<sup>3</sup>.</p> <p>Współczynnik zwartości: <math>A/V_e=0,66</math> [1/m].</p> <p>Lokalizacja: Warszawa</p> <p>Ilość kondygnacji: 1</p> <p>Źródła ciepła:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kocioł węglowy</li> <li>- Kocioł gazowy (kocioł kondensacyjny)</li> <li>- Kotłownia na olej opałowy (kocioł kondensacyjny)</li> <li>- Kotłownia na biomasę (pelet)</li> <li>- Ogrzewanie elektryczne</li> <li>- Pompa ciepła powietrze-woda</li> <li>- Pompa ciepła powietrzna</li> <li>- Gruntowa pompa ciepła</li> </ul> <p>Przygotowanie c.w.u.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Źródła jak w przypadku ogrzewania</li> </ul>		<p>j.2.2</p>
--	---	--	--------------

	<p>- Podgrzewacz przepływowy gazowy</p> <p>- Bojler elektryczny</p> <p>Wentylacja: grawitacyjna</p> <p>szczerłość powietrzna <math>n_{50}=3,0</math> [<math>h^{-1}</math>].</p> <p>Rok budowy (2002 – 2008)</p> <p>Rozpatrywane warianty termomodernizacji:</p> <p>Wariant 1,2,3,4</p> <p>Lokalizacja: Strefa klimatyczna 3 (Warszawa)</p>		
--	--	--	--

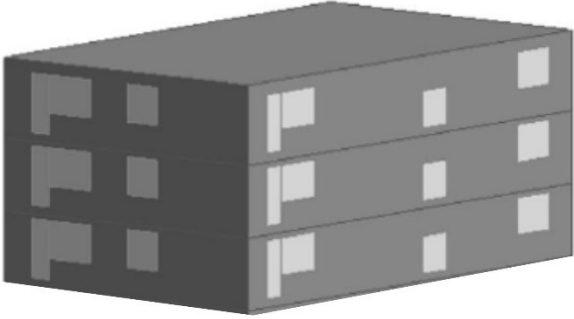
### Budynki wielorodzinne

1. Budynek wielorodzinny (w2.1): geometria i powierzchnia budynku zostaje przyjęta jak dla budynku jednorodzinne nowego (z uwagi na podobne parametry z budynkiem wskazanym w opracowaniu TABULA). Liczba kondygnacji 3 (zgodnie z uzgodnieniami)

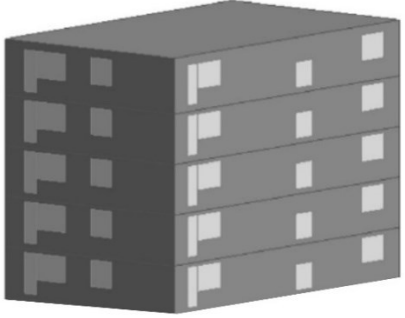
Parametry izolacyjności cieplnej przegród zostaną przyjęte zgodnie z tabelami 8 i 11. Systemy grzewcze przyjęto zgodnie z ustaleniami tak jak dla budynków nowych. Wentylacja grawitacyjna. Lokalizacja – strefa III (Warszawa).

2. Budynek wielorodzinny (w2.2). jak wyżej. Liczba kondygnacji 5 (zgodnie z uzgodnieniami)

Budynki w ramach 2 kategorii (budynki wielorodzinne) są zróżnicowane pod względem lokalizacji.

<p><b>1) Bloki mieszkalne i budynki wielorodzinne</b> <b>podkategorie</b> Budynek wielorodzinny pięciokondygnacyjny</p>	<p>Analizowany budynek wielorodzinny</p> <p>Wymiary zewnętrzne kondygnacji :12,38 m x 20,16 m.</p> <p>Lokalizacja: Warszawa</p> <p>Ilość kondygnacji: 3 kondygnacji</p> <p>naziemnych ogrzewanych oraz 1 kondygnacja podziemną nieogrzewaną.</p> <p>Źródła ciepła:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kocioł węglowy</li> <li>- Kocioł gazowy (kocioł kondensacyjny)</li> <li>- Kotłownia na olej opałowy (kocioł kondensacyjny)</li> <li>- Ogrzewanie elektryczne</li> <li>- Pompa ciepła powietrze-woda</li> <li>- Pompa ciepła gruntowa</li> </ul>		<p>w.2.1 (nowa propozycja).</p> <p>Budynek wirtualny.</p>
---	---	--	---

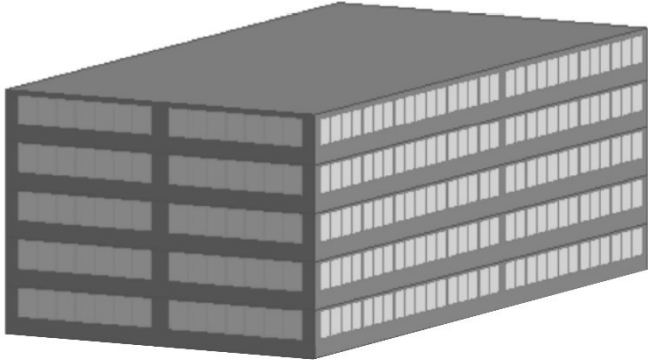
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ciepło sieciowe z kogeneracji</li> <li>- Ciepło sieciowe z ciepłowni.</li> </ul> <p>Przygotowanie c.w.u.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Źródła jak w przypadku ogrzewania</li> <li>- Podgrzewacz przepływowy gazowy</li> <li>- Bojler elektryczny</li> </ul> <p>Wentylacja: grawitacyjna</p> <p>szczelność powietrzna <math>n_{50}=3,0</math> [h<sup>-1</sup>].</p> <p>Rok budowy (2002 – 2008)</p> <p>Rozpatrywane warianty: Wariant 1,2,3,4</p> <p>Lokalizacja: Strefa klimatyczna 3 (Warszawa)</p>		
--	--	--	--

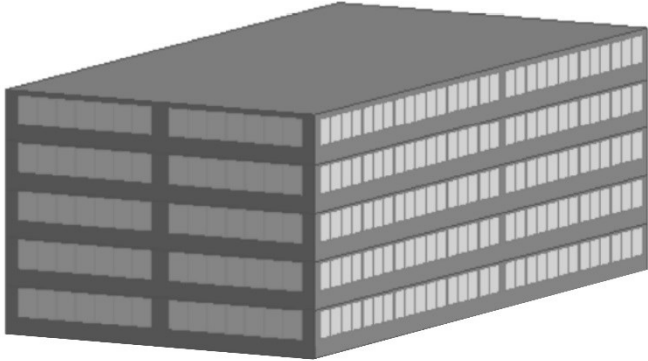
<p><b>2) Bloki mieszkalne i budynki wielorodzinne</b>  <b>podkategorie</b>                  Budynek wielorodzinny pięciokondygnacyjny</p>	<p>jw.                  5 kondygnacji</p>		<p>w.2.2 (nowa propozycja).                  Budynek wirtualny.</p>
---	---	--	---

### Budynki biurowe

Ponieważ w opracowaniu TABULA nie ujęto budynków biurowych, Wykonawca proponuje:

1. przyjąć budynek biurowy o geometrii zatwierdzonej jak dla kategorii budynków nowych
2. Budynek biurowy (b2.1): Parametry izolacyjności cieplnej przegród zostaną przyjęte zgodnie z tabelami 9 i 12. Systemy grzewcze przyjęto zgodnie z ustaleniami tak jak dla budynków nowych. Wentylacja grawitacyjna. Lokalizacja – strefa III (Warszawa). Wszystkie kondygnacje mieszkalne
2. Budynek biurowy (b2.2). jak wyżej. Parter funkcji usługowa

<p><b>1) Budynki biurowe i podkategorie</b></p>	<p>Budynek biurowy (Budynek biurowy z 4 kondygnacjami)</p> <p>Wymiary zewnętrzne kondygnacji :25,26 m x 48,66 m.</p> <p>Lokalizacja: Warszawa</p> <p>Ilość kondygnacji: 4 kondygnacje naziemnych ogrzewane oraz 1 kondygnacja podziemną nieogrzewaną.</p> <p>Źródła ciepła:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kocioł węglowy</li> <li>- Kocioł gazowy (kocioł kondensacyjny)</li> <li>- Kocioł na olej opałowy (kocioł kondensacyjny)</li> <li>- Ogrzewanie elektryczne</li> <li>- Pompa ciepła powietrze-woda</li> <li>- Pompa ciepła gruntowa</li> <li>- Ciepło sieciowe z kogeneracji</li> <li>- Ciepło sieciowe z ciepłowni.</li> </ul> <p>Przygotowanie c.w.u.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Źródła jak w przypadku ogrzewania</li> </ul>		<p>b.2.1 (nowa propozycja). Budynek wirtualny.</p>
---	--	---	--

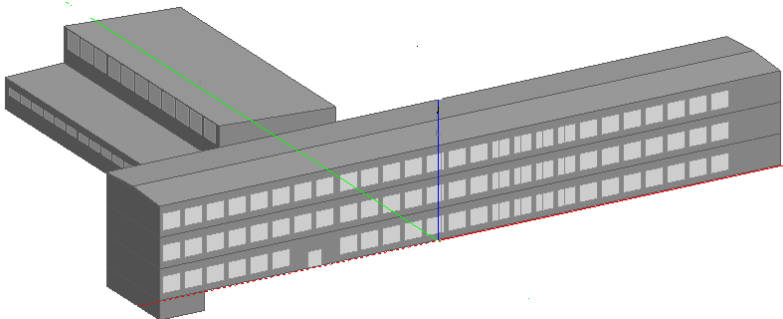
	<p>- Podgrzewacz przepływowy gazowy                  - Bojler elektryczny</p> <p>Wentylacja:                  grawitacyjna</p> <p>szczelność powietrzna <math>n_{50}=3,0 [h^{-1}]</math>.</p> <p>Rok budowy (2002 – 2008)</p> <p>Rozpatrywane warianty:                  Wariant 1,2,3,4</p> <p>Lokalizacja:                  Strefa klimatyczna 3 (Warszawa)</p>		
<p><b>2) Budynki biurowe i podkategorie</b></p>	<p>jw.                  Parter – funkcje usługowe</p>		<p>b.2.2 (nowa propozycja).                  Budynek wirtualny.</p>

## Inne kategorie budynków niemieszkalnych

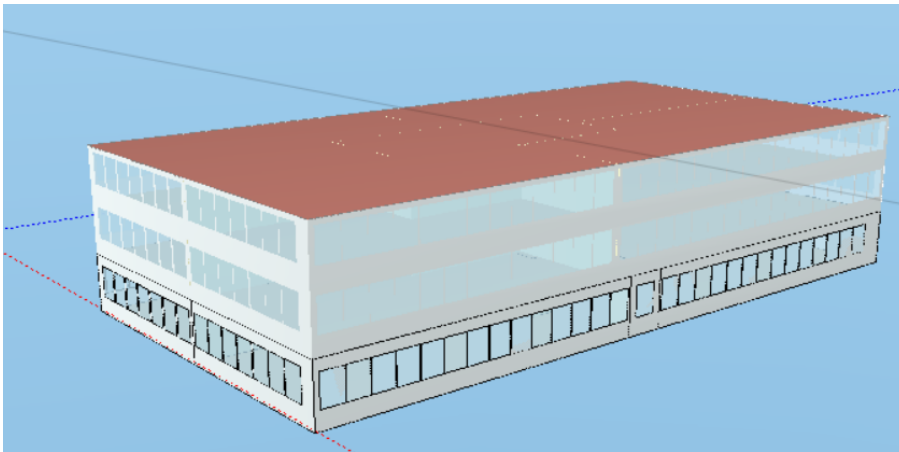
Ponieważ w opracowaniu TABULA nie ujęto budynków biurowych, Wykonawca proponuje przyjąć funkcje budynków zgodnie z ustaleniami:

1. budynek szkoły (I2.1) o geometrii zatwierdzonej jak dla kategorii budynków nowych (?). Parametry izolacyjności cieplnej przegród zostaną przyjęte zgodnie z tabelami 9 i 12. Systemy grzewcze przyjęto zgodnie z ustaleniami tak jak dla budynków nowych. Wentylacja grawitacyjna. Lokalizacja – strefa III (Warszawa).

2. budynek przychodni (I2.2): Parametry izolacyjności cieplnej przegród zostaną przyjęte zgodnie z tabelami 9 i 12. Systemy grzewcze przyjęto zgodnie z ustaleniami tak jak dla budynków nowych. Wentylacja grawitacyjna. Lokalizacja – strefa III (Warszawa).

<p><b>1) Inne kategorie budynków niemieszkalnych</b></p>	<p>Budynek szkoły</p> <p>Źródła ciepła:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kocioł węglowy</li> <li>- Kocioł gazowy (kocioł kondensacyjny)</li> <li>- Kotłownia na olej opałowy (kocioł kondensacyjny)</li> <li>- Ogrzewanie elektryczne</li> <li>- Pompa ciepła powietrze-woda</li> <li>- Pompa ciepła gruntowa</li> <li>- Ciepło sieciowe z kogeneracji</li> <li>- Ciepło sieciowe z ciepłowni.</li> </ul> <p>Przygotowanie c.w.u.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Źródła jak w przypadku ogrzewania</li> </ul>		<p>I.2.1 (nowa propozycja)</p> <p>Budynek wirtualny.</p>
--	---	---	--



	<p>- Podgrzewacz przepływowy gazowy                  - Bojler elektryczny</p> <p>Wentylacja:                  grawitacyjna</p> <p>szczelność powietrzna <math>n_{50}=3,0</math> [h<sup>-1</sup>].</p> <p>Rok budowy (2002 – 2008)</p> <p>Rozpatrywane warianty:                  Wariant 1,2,3,4</p> <p>Lokalizacja: Warszawa</p>		
<p><b>2) Inne kategorie budynków niemieszkalnych</b></p>	<p>Przychodnia</p> <p>budynek trzykondygnacyjny, niepodpiwniczony o prostokątnym rzucie</p> <p>Wymiary zewnętrzne kondygnacji :48,65 m x 25,2 m.</p> <p>Lokalizacja: Warszawa</p> <p>Ilość kondygnacji: 3 kondygnacji naziemnych ogrzewanych</p> <p>Źródła ciepła:</p>		<p>I.2.2 (nowa propozycja)</p> <p>·</p> <p>Budynek wirtualny.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kocioł węglowy</li> <li>- Kocioł gazowy (kocioł kondensacyjny)</li> <li>- Kotłownia na olej opałowy (kocioł kondensacyjny)</li> <li>- Ogrzewanie elektryczne</li> <li>- Pompa ciepła powietrze-woda</li> <li>- Pompa ciepła gruntowa</li> <li>- Ciepło sieciowe z kogeneracji</li> <li>- Ciepło sieciowe z ciepłowni.</li> </ul> <p>Przygotowanie c.w.u.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Źródła jak w przypadku ogrzewania</li> <li>- Podgrzewacz przepływowy gazowy</li> <li>- Bojler elektryczny</li> </ul> <p>Wentylacja: grawitacyjna</p> <p>szczelność powietrzna <math>n_{50}=3,0</math> [h<sup>-1</sup>].</p> <p>Rok budowy (2002-2008)</p> <p>Rozpatrywane warianty: Wariant 1,2,3,4</p> <p>Lokalizacja: Warszawa</p>		
--	---	--	--

Dla porównania, w tabeli nr 7 przedstawiono budynki poddane analizie w ramach opracowania w 2016 roku.

Kategoria	Budynek referencyjny przyjęty do analizy	Fotografia obrazująca budynek referencyjny	Symbol
<p>Budynki jednorodzinne</p>	<p>Budynek mieszkalny jednorodzinny wolnostojący parterowy z poddaszem użytkowym, zlokalizowany w Warszawie</p> <p>Budynek wybudowany w 2009 r.</p> <p>Współczynnik zwartości: <math>A/V_e=0,80</math> [1/m].</p>		<p>j.1.1</p>
	<p>Budynek mieszkalny jednorodzinny wolnostojący dwukondygnacyjny zlokalizowany w Warszawie.</p> <p>Budynek na planie prostokąta o wymiarach 11 m (długość) x 11 m (szerokość) x 8,5 m (wysokość)</p> <p>Współczynnik zwartości: <math>A/V_e=0,65</math> [1/m].</p>		<p>j.1.2</p>

<p>bloki mieszkalne/budynki wielorodzinne</p>	<p>Budynek mieszkalny wielorodzinny z 3 kondygnacjami z 9-cioma lokalami mieszkalnymi, zlokalizowany w Warszawie.</p> <p>Budynek wybudowany w 2009r.</p> <p>Budynek na planie prostokąta.</p> <p>Współczynnik zwartości: <math>A/V_e=0,53</math> [1/m].</p>		<p>w.1.1</p>
	<p>Budynek mieszkalny wielorodzinny z 5 kondygnacjami z 75 lokalami mieszkalnymi zlokalizowany w Warszawie. Budynek na planie prostokąta o wymiarach: 51,20 m (długość) x 12,42 m (szerokość) x 16,90 m (wysokość)</p> <p>Współczynnik zwartości: <math>A/V_e=0,34</math> [1/m].</p>		<p>w.1.2</p>

<p>budynki biurowe</p>	<p>Budynek biurowy z 4 kondygnacjami zlokalizowany w Warszawie. Budynek na planie prostokąta o wymiarach: 42,50 m (długość) x 15,30 m (szerokość) x 15,10 m (wysokość) Współczynnik zwartości: <math>A/V_e=0,33</math> [1/m].</p>		<p>b.1.1</p>
	<p>Budynek biurowy z 4 kondygnacjami z częścią sportową na parterze, zlokalizowany w Warszawie. Budynek wybudowany w 2009r. Budynek na planie prostokąta Współczynnik zwartości: <math>A/V_e=0,25</math> [1/m].</p>		<p>b.1.2</p>

<p>inne kategorie budynków niemieszkalnych</p>	<p>Budynek szkoły, 3 kondygnacyjny z salą gimnastyczną, zlokalizowany w Warszawie. Budynek na planie prostokąta o wymiarach 82 m (długość) x 12,9 m (szerokość) x 11 m (wysokość). Współczynnik zwartości: <math>A/V_e=0,46</math> [1/m].</p>		<p>s.1.1</p>
	<p>Budynek przychodnia z 2 kondygnacjami zlokalizowany w Warszawie. Budynek wybudowany w 2009r. Budynek na planie prostokąta. Współczynnik zwartości: <math>A/V_e=0,41</math> [1/m].</p>		<p>p.1.1</p>

#### 6.4 Wybór technologii wznoszenia budynków oraz analiza instalacji HVAC, oświetlenia i automatyki.

W Polsce około 90% wszystkich budynków jednorodzinnych budowanych jest w technologii murowanej zwanej też tradycyjną. W tym około 44% stanowią przegrody wykonane z ceramiki tradycyjnej, 32% ścian realizowanych jest z bloczków z betonu komórkowego a 3% z silikatów. W technologii szkieletowej powstaje około 8% wszystkich budynków w Polsce, pozostałe 9% to inne technologie budowlane – prefabrykowana, ściany murowane z bloczków keramzytobetonowych, itp. W budownictwie wielomieszkaniowym, przemysłowym oraz w obszarze budynków użyteczności publicznej dominuje budownictwo monolityczne o konstrukcji nośnej z żelbetu i wypełnieniu przegród w technologii murowanej. Obiekty halowe często budowane są jako konstrukcje stalowe lub z drewna klejonego warstwowo ze ścianami zewnętrznymi z płyt warstwowych.

W Polsce najczęściej stosowanym sposobem na ogrzewanie budynków jest centralne ogrzewanie (CO). W skład instalacji CO wchodzi kocioł albo węzeł ciepłowniczy lub pompa ciepła z systemem rur rozprowadzających czynnik grzewczy (zazwyczaj ciepłą wodę) i grzejników, które oddają ciepło do pomieszczenia. Tym sposobem dostarczane jest ciepło do każdego miejsca w budynku, gdzie tylko poprowadzona jest instalacja.

Kotły grzewcze mogą być: na paliwo stałe (węgiel i biomasę), na paliwa gazowe (ziemny i LPG) lub olej opałowy.

Ostatnio coraz częściej stosowane jest ogrzewanie elektryczne oporowe zasilane z lokalnych instalacji fotowoltaicznych (PV).

W zakresie systemów wentylacyjnych i klimatyzacyjnych trudno określić dominującą technologię. Istnieje wiele systemów, które można podzielić ze względu na:

- sposób działania (scentralizowane lub zdecentralizowane),
- liczbę i rodzaj czynników odprowadzających ciepło,
- stały lub zmienny przepływ powietrza,
- realizację procesu chłodzenia powietrza (bezpośrednie lub pośrednie odparowanie czynnika chłodniczego),
- stały lub zmienny przepływ czynnika chłodniczego.

Dla każdego budynku projektant podejmuje decyzję wyboru systemu wentylacji i klimatyzacji, która powinna być poprzedzona staranną analizą przeznaczenia, sposobu wykorzystania i cech charakteryzujących budynek oraz potrzeb i wymagań użytkowników.

W zakresie oświetlenia dominującą technologią jest wykorzystanie źródeł światła typu LED.

#### 6.5 Analiza energetyczna budynków o różnym przeznaczeniu

Wszystkie budynki znajdują się w strefie stacji klimatycznej Warszawa Okęcie. Do analizy przyjęto następujące budynki:

- Budynek jednorodzinny jednokondygnacyjny
- Budynek jednorodzinny dwukondygnacyjny
- Budynek wielorodzinny trzykondygnacyjny
- Budynek wielorodzinny pięciokondygnacyjny
- Budynek biurowy

- Budynek biurowy z funkcją usługową
- Szkoła
- Przychodnia

Każdy z budynków przeanalizowano dla wybranych dziewięciu typów ogrzewania i c.w.u.:

- Kotłownia węglowa
- Kotłownia gazowa (kocioł kondensacyjny)
- Kotłownia na olej opałowy (kocioł kondensacyjny)
- Kotłownia na biomasę (pelet)
- Ogrzewanie elektryczne
- Pompa ciepła powietrze-woda
- Pompa ciepła gruntowa
- Ogrzewanie sieciowe
- Ogrzewanie sieciowe z kogeneracji

Analizowane nowe budynki w wersji podstawowej wyposażone są w mechaniczną o sprawności odzysku ciepła 73%. Budynki poddawane termomodernizacji w wersji podstawowej bazują na wentylacji grawitacyjnej.

Dla analizowanych budynków przyjęto w wersji podstawowej/referencyjnej:

- W przypadku budynków poddanych głębokiej termomodernizacji budynki spełniające wymagania izolacyjności cieplnej obudowy zgodne z WT2002,
- W przypadku budynków nowych, budynki spełniające wymagania izolacyjności cieplnej obudowy zgodne z WT2021.

#### **6.5.1 Budynki nowe**

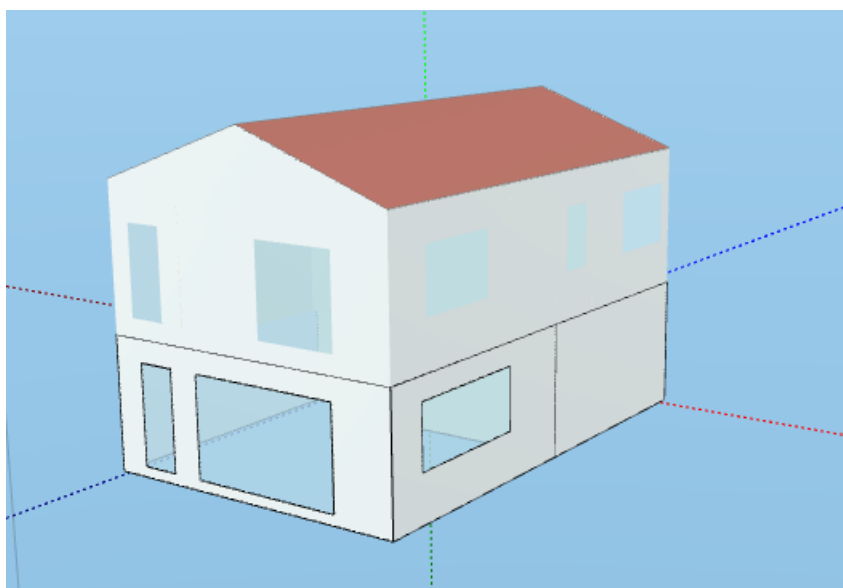
Zgodnie z Rozporządzenie Delegowanym w opracowaniu do analizy zostały przyjęte

w odniesieniu do budynków nowych po jednym przypadku dla każdej z kategorii:

- budynki jednorodzinne,
- bloki mieszkalne/budynki wielorodzinne,
- budynki biurowe; oraz,
- inne kategorie budynków niemieszkalnych wymienione w załączniku I pkt 5 do dyrektywy 2010/31/UE, w przypadku których istnieją szczególne minimalne wymagania dotyczące charakterystyki energetycznej.



## 6.5.1.1 Budynek mieszkalny jednorodzinny, wolnostojący dwukondygnacyjny



Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Rys. 18 Model budynku mieszkalnego jednorodzinnego**

**Tab. 46 Parametry domu jednorodzinnego**

L.p.	Wielkość	Wartość	Jednostka
1.	Powierzchnia $A_f$	158,42	$m^2$
2.	Kubatura	459,3	$m^3$
3.	Średnia temperatura	18,9	$^{\circ}C$
4.	A/V	0,53	1/m

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 47 Zestawienie powierzchni**

L.p.	Wielkość	Powierzchnia [ $m^2$ ]
1.	Ściany zewnętrzne	232,85
2.	Dach	87,94
3.	Drzwi zewnętrzne	10,33
4.	Okna	46,25

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 48 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2021)**

Stacja meteorologiczna	WT 2021 [kWh]
Warszawa	1497,0

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 49 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji w odniesieniu do powierzchni ogrzewanej (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2021)**

Stacja meteorologiczna	WT 2021 [kWh/m <sup>2</sup> ]
Warszawa	9,4

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 50 Zapotrzebowanie na energię użytkową na potrzeby c.w.u.**

L.p.	Wielkość	Wartość	Jednostka
1.	$k_r$ - Współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.u.	0,9	-
2.	$V_{wi}$ - Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u.	1,4	[dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> dzień)]
3.	Dobowe zapotrzebowanie na c.w.u.	0,2	m <sup>3</sup>
4.	Roczne zapotrzebowanie na c.w.u.	72,86	m <sup>3</sup>
5.	Zapotrzebowanie na energię użytkową dla c.w.u.	3815,9	kWh
6.	Zapotrzebowanie na energię użytkową dla c.w.u.	24,09	[kWh/m <sup>2</sup> ]

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 51 Wartości sprawności źródła i instalacji dla potrzeb c.o. i wentylacji**

Rodzaj źródła	Sprawność źródła	Iloczyn sprawności przesyłu, regulacji i akumulacji
Kotłownia węglowa	0,82	0,85
Kotłownia gazowa (kocioł kondensacyjny)	0,94	0,85
Kotłownia na olej opałowy (kocioł kondensacyjny)	0,95	0,85
Kotłownia na biomasę (pelet)	0,65	0,85
Pompa ciepła powietrze-woda	3	0,85
Pompa ciepła gruntowa	4	0,85

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 52 Zapotrzebowanie na energię użytkową budynku w odniesieniu do powierzchni ogrzewanej (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2021)**

Stacja meteorologiczna	EU [kWh/m <sup>2</sup> *rok]
Warszawa	35,7

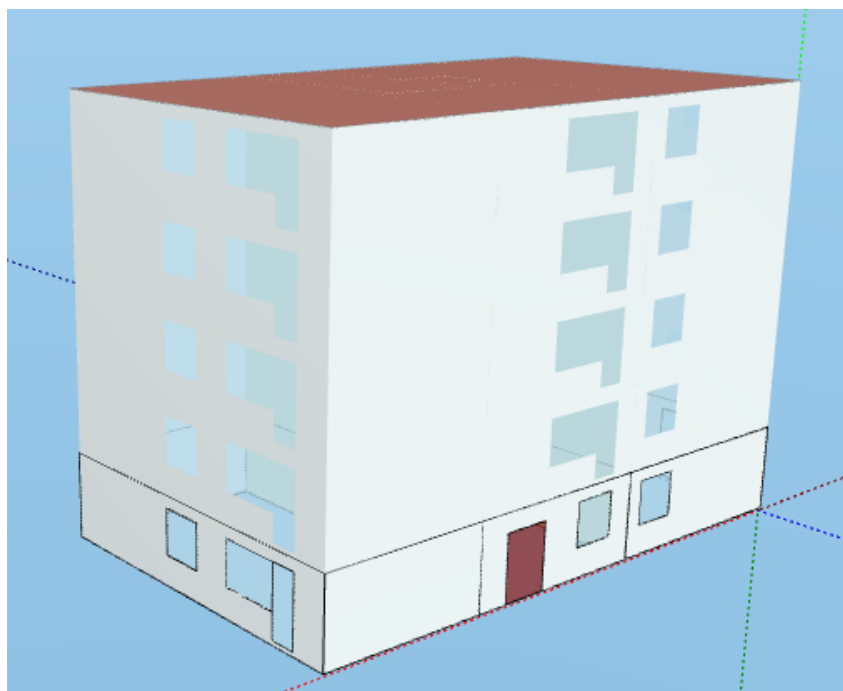
Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 53 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię końcową i pierwotną w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane źródła c.w.u. (Na zielono oznaczono wartości EP spełniające WT2021)**

Źródło ogrzewania	Źródło c.w.u.	EK [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	EP [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	jak c.o.	72,7	105,0
	pod przepływowy gazowy	69,9	98,7
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	65,2	163,6
Kotłownia gazowa	jak c.o.	70,5	102,7
	pod przepływowy gazowy	67,8	96,3
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	63,0	161,2
Olej opałowy	jak c.o.	69,4	101,4
	pod przepływowy gazowy	67,6	96,2
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	62,9	161,0
Kotłownia na biomasę	jak c.o.	77,3	52,4
	pod przepływowy gazowy	74,3	84,4
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	69,6	149,3
Pompa ciepła woda-powietrze	jak c.o.	26,4	79,3
	pod przepływowy gazowy	54,5	84,2
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	49,7	149,1
Pompa ciepła gruntowa	jak c.o.	25,3	75,8
	pod przepływowy gazowy	53,3	80,8
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	48,5	145,6

Źródło: Opracowanie własne KAPE

6.5.1.2 Budynek mieszkalny wielorodzinny, pięciokondygnacyjny z czternastoma lokalami mieszkalnymi



Źródło: Opracowanie własne KAPE

Rys. 19 Model budynku mieszkalnego wielorodzinnego

Tab. 54 Parametry budynku mieszkalnego wielorodzinnego

L.p.	Wielkość	Wartość	Jednostka
1.	Powierzchnia A <sub>f</sub>	1093,42	m <sup>2</sup>
2.	Kubatura	2842,9	m <sup>3</sup>
3.	Średnia temperatura	19,0	°C
4.	A/V	0,28	1/m

Źródło: Opracowanie własne KAPE

Tab. 55 Zestawienie powierzchni

L.p.	Wielkość	Powierzchnia [m <sup>2</sup> ]
1.	Ściany zewnętrzne	788,69
2.	Dach	245,24
3.	Drzwi zewnętrzne	3,60
4.	Okna	159,45

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 56 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2021)**

Stacja meteorologiczna	WT 2021 [kWh]
Warszawa	8639,5

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 57 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji w odniesieniu do powierzchni ogrzewanej (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2021)**

Stacja meteorologiczna	WT 2021 [kWh/m <sup>2</sup> ]
Warszawa	7,9

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 58 Zapotrzebowanie na energię użytkową na potrzeby c.w.u.**

L.p.	Wielkość	Wartość	Jednostka
1.	$k_r$ - Współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.u.	0,9	-
2.	$V_{wi}$ - Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u.	1,6	[dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> dzień)]
3.	Dobowe zapotrzebowanie na c.w.u.	1,57	m <sup>3</sup>
4.	Roczne zapotrzebowanie na c.w.u.	574,7	m <sup>3</sup>
5.	Zapotrzebowanie na energię użytkową dla c.w.u.	30100,0	kWh
6.	Zapotrzebowanie na energię użytkową dla c.w.u.	27,5	[kWh/m <sup>2</sup> ]

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 59 Wartości sprawności źródła i instalacji dla potrzeb c.o. i wentylacji**

Rodzaj źródła	Sprawność źródła	Iloczyn sprawności przesyłu, regulacji i akumulacji
Kotłownia węglowa	0,82	0,85
Kotłownia gazowa (kocioł kondensacyjny)	0,94	0,85
Kotłownia na olej opałowy (kocioł kondensacyjny)	0,95	0,85
Kotłownia na biomasę (pelet)	0,65	0,85
Ogrzewanie sieciowe kogeneracja	0,98	0,85
Ogrzewanie sieciowe z ciepłowni	0,98	0,85
Ogrzewanie elektryczne	0,94	0,85
Pompa ciepła powietrze-woda	3	0,85
Pompa ciepła gruntowa	4	0,85

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 60 Zapotrzebowanie na energię użytkową budynku w odniesieniu do powierzchni ogrzewanej (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2021)**

Stacja meteorologiczna	EU [kWh/m <sup>2</sup> *rok]
Warszawa	38,7

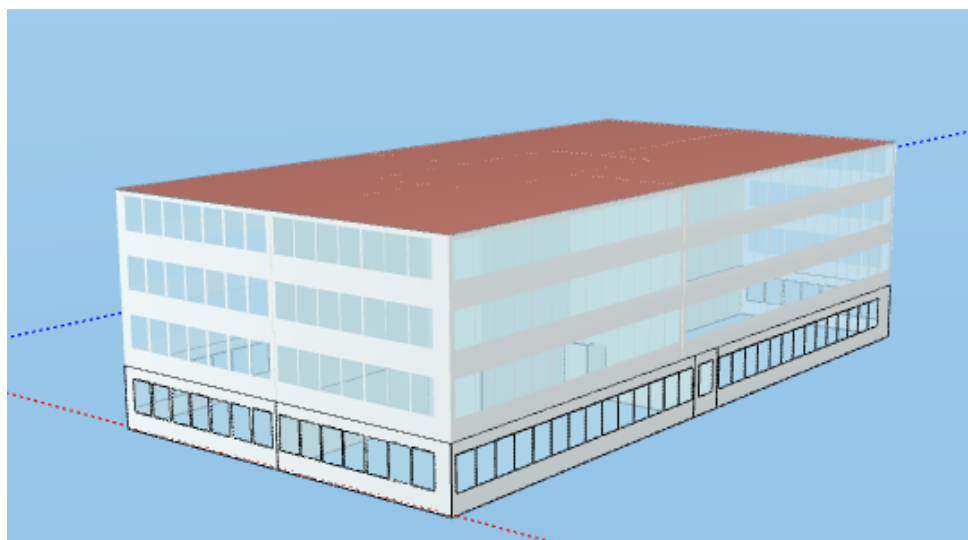
Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 61 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię końcową i pierwotną w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane źródła c.w.u. (Na zielono oznaczono wartości EP spełniające WT2021)**

Źródło ogrzewania	Źródło c.w.u.	EK [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	EP [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	jak c.o.	82,5	100,1
	pod przepływowy gazowy	84,4	101,9
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	77,1	200,7
Kotłownia gazowa	jak c.o.	80,4	97,9
	pod przepływowy gazowy	82,4	99,6
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	75,1	198,5
Olej opałowy	jak c.o.	80,3	97,7
	pod przepływowy gazowy	82,2	99,5
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	74,9	198,3
Kotłownia na biomasę	jak c.o.	86,7	31,2
	pod przepływowy gazowy	88,6	88,2
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	81,4	187,0
Ogrzewanie sieciowe kogeneracja	jak c.o.	73,8	69,1
	pod przepływowy gazowy	81,6	94,4
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	74,3	193,3
Ogrzewanie sieciowe z ciepłowni	jak c.o.	73,8	103,7
	pod przepływowy gazowy	81,6	101,2
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	74,3	200,0
Ogrzewanie elektryczne	jak c.o.	75,8	227,3
	pod przepływowy gazowy	83,1	128,5
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	75,8	227,3
Pompa ciepła woda-powietrze	jak c.o.	30,9	92,7
	pod przepływowy gazowy	73,4	99,5
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	66,1	198,3
Pompa ciepła gruntowa	jak c.o.	27,0	81,1
	pod przepływowy gazowy	72,3	96,2
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	65,0	195,0

Źródło: Opracowanie własne KAPE

### 6.5.1.3 Czterokondygnacyjny budynek użyteczności publicznej - biurowiec



Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Rys. 20 Model budynku biurowego**

**Tab. 62 Parametry budynku biurowego**

L.p.	Wielkość	Wartość	Jednostka
1.	Powierzchnia $A_f$	4735,79	m <sup>2</sup>
2.	Kubatura	15426,5	m <sup>3</sup>
3.	Średnia temperatura	20	°C
4.	A/V	0,17	1/m

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 63 Zestawienie powierzchni**

L.p.	Wielkość	Powierzchnia [m <sup>2</sup> ]
1.	Ściany zewnętrzne	1091,46
2.	Dach	1240,60
3.	Drzwi zewnętrzne	3,6
4.	Okna	1049,4

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 64 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2021)**

Stacja meteorologiczna	WT 2021 [kWh]
Warszawa	12798,1

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 65 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji w odniesieniu do powierzchni ogrzewanej (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2021)**

Stacja meteorologiczna	WT 2021 [kWh/m <sup>2</sup> ]
Warszawa	2,7

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 66 Zapotrzebowanie na energię użytkową na potrzeby c.w.u.**

L.p.	Wielkość	Wartość	Jednostka
1.	$k_r$ - Współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.u.	0,7	-
2.	$V_{wi}$ - Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u.	0,35	[dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> dzień)]
3.	Dobowe zapotrzebowanie na c.w.u.	1,2	m <sup>3</sup>
4.	Roczne zapotrzebowanie na c.w.u.	423,5	m <sup>3</sup>
5.	Zapotrzebowanie na energię użytkową dla c.w.u.	22180,7	kWh
6.	Zapotrzebowanie na energię użytkową dla c.w.u.	4,7	[kWh/m <sup>2</sup> ]

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 67 Wartości sprawności źródła i instalacji dla potrzeb c.o. i wentylacji**

Rodzaj źródła	Sprawność źródła	Iloczyn sprawności przesyłu, regulacji i akumulacji
Kotłownia węglowa	0,82	0,85
Kotłownia gazowa (kocioł kondensacyjny)	0,94	0,85
Kotłownia na olej opałowy (kocioł kondensacyjny)	0,95	0,85
Kotłownia na biomasę (pelet)	0,65	0,85
Ogrzewanie sieciowe kogeneracja	0,98	0,85
Ogrzewanie sieciowe z ciepłowni	0,98	0,85
Ogrzewanie elektryczne	0,94	0,88
Pompa ciepła powietrze-woda	3	0,85
Pompa ciepła gruntowa	4	0,85

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 68 Zapotrzebowanie na energię użytkową budynku w odniesieniu do powierzchni ogrzewanej (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2021)**

Stacja meteorologiczna	EU [kWh/m <sup>2</sup> *rok]
Warszawa	52,6

Źródło: Opracowanie własne KAPE

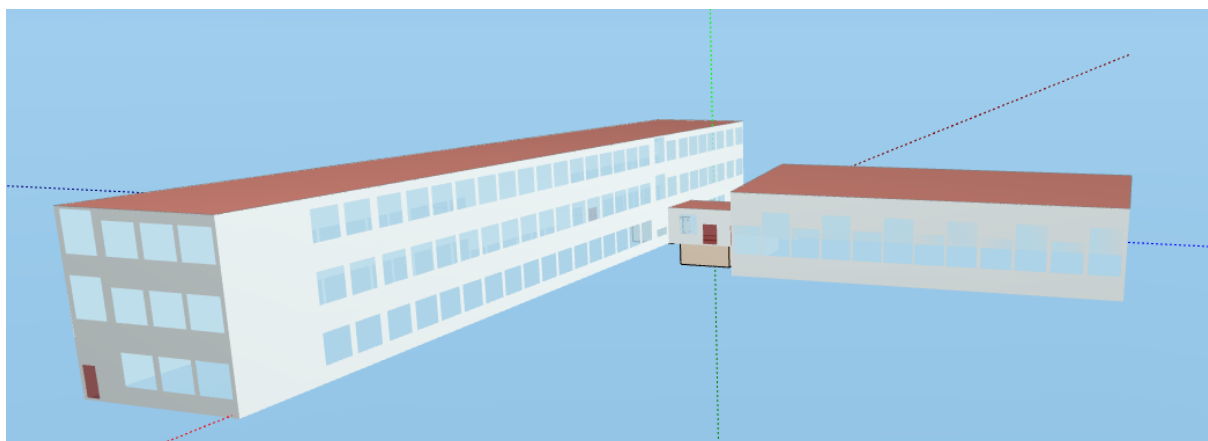


**Tab. 69 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię końcową i pierwotną w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane źródła c.w.u. (Na zielono oznaczono wartości EP spełniające WT2021)**

Źródło ogrzewania	Źródło c.w.u.	EK [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	EP [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	jak c.o.	58,2	141,8
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	58,3 57,1	141,6 158,4
Kotłownia gazowa	jak c.o.	57,3	140,9
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	57,5 56,2	140,7 157,5
Olej opałowy	jak c.o.	57,3	140,8
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	57,4 56,2	140,6 157,4
Kotłownia na biomasę	jak c.o.	60,0	126,9
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	60,1 58,9	135,9 152,7
Ogrzewanie sieciowe kogeneracja	jak c.o.	55,8	134,2
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	57,1 55,9	138,4 155,2
Ogrzewanie sieciowe z ciepłowni	jak c.o.	55,8	141,6
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	57,1 55,9	141,2 158,0
Ogrzewanie elektryczne	jak c.o.	55,4	166,3
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	56,7 55,4	149,5 166,3
Pompa ciepła woda- powietrze	jak c.o.	47,3	141,8
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	54,3 53,0	142,2 159,1
Pompa ciepła gruntowa	jak c.o.	46,3	139,0
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	53,8 52,6	140,9 157,7

Źródło: Opracowanie własne KAPE

#### 6.5.1.4 Budynek użyteczności publicznej – szkoła



Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Rys. 21 Model budynku użyteczności publicznej - szkoły**

**Tab. 70 Parametry budynku użyteczności publicznej - szkoły**

L.p.	Wielkość	Wartość	Jednostka
1.	Powierzchnia A <sub>f</sub>	3676,0	m <sup>2</sup>
2.	Kubatura	17094,7	m <sup>3</sup>
3.	Średnia temperatura	18,7	°C
4.	A/V	0,24	l/m

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 71 Zestawienie powierzchni**

L.p.	Wielkość	Powierzchnia [m <sup>2</sup> ]
1.	Ściany zewnętrzne	2565,4
2.	Dach	1988,7
3.	Drzwi zewnętrzne	19,87
4.	Okna	1032,0

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 72 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2021)**

Stacja meteorologiczna	WT 2021 [kWh]
Warszawa	31604,3

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 73 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji w odniesieniu do powierzchni ogrzewanej (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2021)**

Stacja meteorologiczna	WT 2021 [kWh/m <sup>2</sup> ]
Warszawa	8,6

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 74 Zapotrzebowanie na energię użytkową na potrzeby c.w.u.**

L.p.	Wielkość	Wartość	Jednostka
1.	$k_r$ - Współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.u.	0,55	-
2.	$V_{wi}$ - Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u.	0,8	[dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> dzień)]
3.	Dobowe zapotrzebowanie na c.w.u.	1,62	m <sup>3</sup>
4.	Roczne zapotrzebowanie na c.w.u.	590,37	m <sup>3</sup>
5.	Zapotrzebowanie na energię użytkową dla c.w.u.	37414,0	kWh
6.	Zapotrzebowanie na energię użytkową dla c.w.u.	10,2	[kWh/m <sup>2</sup> ]

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 75 Wartości sprawności źródła i instalacji dla potrzeb c.o. i wentylacji**

Rodzaj źródła	Sprawność źródła	Iloczyn sprawności przesyłu, regulacji i akumulacji
Kotłownia węglowa	0,82	0,85
Kotłownia gazowa (kocioł kondensacyjny)	0,94	0,85
Kotłownia na olej opałowy (kocioł kondensacyjny)	0,95	0,85
Kotłownia na biomasę (pelet)	0,65	0,85
Ogrzewanie sieciowe kogeneracja	0,98	0,85
Ogrzewanie sieciowe z ciepłowni	0,98	0,85
Ogrzewanie elektryczne	0,94	0,88
Pompa ciepła powietrze-woda	3	0,85
Pompa ciepła gruntowa	4	0,85

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 76 Zapotrzebowanie na energię użytkową budynku w odniesieniu do powierzchni ogrzewanej (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2021)**

Stacja meteorologiczna	EU [kWh/m <sup>2</sup> *rok]
Warszawa	23,0

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 77 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię końcową i pierwotną w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane źródła c.w.u. (Na zielono oznaczono wartości EP spełniające WT2021)**

Źródło ogrzewania	Źródło c.w.u.	EK [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	EP [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	jak c.o.	63,0	117,0
	pod przepływowy gazowy	63,5	117,0
Kotłownia gazowa	podgrzewacz przepływowy elektryczny	61,1	148,3
	jak c.o.	60,7	114,4
Olej opałowy	pod przepływowy gazowy	61,1	114,4
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	58,8	145,7
Kotłownia na biomasę	jak c.o.	60,5	114,2
	pod przepływowy gazowy	60,9	114,2
Ogrzewanie sieciowe kogeneracja	podgrzewacz przepływowy elektryczny	58,6	145,5
	jak c.o.	67,9	83,8
Ogrzewanie sieciowe z ciepłowni	pod przepływowy gazowy	68,3	101,3
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	66,0	132,6
Ogrzewanie elektryczne	jak c.o.	57,8	100,5
	pod przepływowy gazowy	60,3	108,6
Pompa ciepła woda-powietrze	podgrzewacz przepływowy elektryczny	58,0	139,9
	jak c.o.	57,8	117,1
Pompa ciepła gruntowa	pod przepływowy gazowy	60,3	116,3
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	58,0	147,6
Pompa ciepła woda-powietrze	jak c.o.	57,4	172,3
	pod przepływowy gazowy	59,7	141,0
Pompa ciepła gruntowa	podgrzewacz przepływowy elektryczny	57,4	172,3
	jak c.o.	37,8	113,4
Pompa ciepła woda-powietrze	pod przepływowy gazowy	51,0	114,8
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	48,7	146,1
Pompa ciepła gruntowa	jak c.o.	35,7	107,0
	pod przepływowy gazowy	49,7	111,0
Pompa ciepła woda-powietrze	podgrzewacz przepływowy elektryczny	47,4	142,3

Źródło: Opracowanie własne KAPE

### 6.5.2 Warianty poprawy efektywności energetycznej w budynkach nowych

Poprawę efektywności energetycznej osiągnięto poprzez warianty/pakiety poprawiające poziom izolacyjności cieplnej elementów obudowy budynków. Dodatkowo przeanalizowano warianty położenia budynku w I (Szczecin Dąbie), III (Warszawa Okęcie) oraz V (Zakopane) strefie klimatycznej Polski.

Wszystkie analizowane nowe budynki poddane zostały analizie poprawy efektywności energetycznej poprzez następujące warianty:

**Wariant 1** - Poprawę izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych budynku: ścian ( $U=0,15$  W/(m<sup>2</sup>K)); dachu/stropodachu ( $U=0,12$  W/(m<sup>2</sup>K)); podłogi na gruncie ( $U=0,20$  W/(m<sup>2</sup>K)).

**Wariant 2** - Poprawę izolacyjności cieplnej okien ( $U=0,8$  W/(m<sup>2</sup>K)) i drzwi ( $U=1,1$  W/(m<sup>2</sup>K)).

**Wariant 3** - Zastosowanie instalacji PV\* na dachu budynku, tak aby spełnić wymagania WT2021 dotyczące energii pierwotnej. Za priorytet przyjęto pokrycie zapotrzebowania na c.w.u.\*\*.

**Wariant 4** - Zastosowanie wszystkich powyższych środków poprawy efektywności energetycznej.

\* Moc instalacji PV przyjęto na poziome 400kWp na jeden moduł o powierzchni 2,2m<sup>2</sup>; średnie nasłonecznienie przyjęte do obliczeń - 1000kWh/m<sup>2</sup>. Moc instalacji na budynku jednorodzinym – 4,8kW; wielorodzinnym – 38Kw; biurowym – 72kW; szkoły – 108kW.

\*\* W budynku jednorodzinym instalacja PV jest w stanie pokryć zapotrzebowanie na c.w.u. w 85% (4968 kWh), resztę zapotrzebowania tj. 15% (876 kWh) pokryto za pomocą energii elektrycznej z sieci. W budynku wielorodzinnym instalacja PV jest w stanie pokryć 58% (38003 kWh) zapotrzebowania na c.w.u.; resztę zapotrzebowania 42% (27519 kWh) pokryto za pomocą kotła dwufunkcyjnego (CO + c.w.u.); W budynku biurowym instalacja PV pokrywa zapotrzebowanie na c.w.u. w 100% (45303 kWh), dodatkowo pokrywa 30% (24289 kWh) zapotrzebowania na chłodzenie, pozostałe 70% (56676 kWh) mocny na chłodzenie jest uzyskiwane z sieci energii elektrycznej; W budynku szkoły instalacja PV całkowicie 100% (65500 kWh) pokrywa zapotrzebowanie na c.w.u., dodatkowo instalacja pokrywa w 35% (40377 kWh) zapotrzebowanie na energię elektryczną na potrzeby oświetlenia i wentylacji mechanicznej, pozostałe 65% (74986 kWh) jest pokryte z sieci energii elektrycznej.

## 6.5.2.1 Budynek mieszkalny jednorodzinny, wolnostojący dwukondygnacyjny

Tab. 78 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane warianty poprawy efektywności energetycznej

Źródło ciepła	Warianty	Warszawa [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	Szczecin [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	Zakopane [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	Budynek referencyjny	35,7	32,6	33,9
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	31,8	29,4	30,1
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	33,9	31,1	32,1
	Instalacja PV	35,7	32,6	33,9
	Wszystkie powyższe razem	30,2	28,1	28,6
Kotłownia gazowa	Budynek referencyjny	35,7	32,6	33,9
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	31,8	29,4	30,1
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	33,9	31,1	32,1
	Instalacja PV	35,7	32,6	33,9
	Wszystkie powyższe razem	30,2	28,1	28,6
Olej opałowy	Budynek referencyjny	35,7	32,6	33,9
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	31,8	29,4	30,1
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	33,9	31,1	32,1
	Instalacja PV	35,7	32,6	33,9
	Wszystkie powyższe razem	30,2	28,1	28,6
Kotłownia na biomasę	Budynek referencyjny	35,8	32,7	34,0
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	31,8	29,4	30,1
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	33,9	31,3	32,1
	Instalacja PV	35,7	32,6	33,9
	Wszystkie powyższe razem	30,2	28,1	28,6
Pompa ciepła woda-powietrze	Budynek referencyjny	35,7	32,6	33,9
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	31,8	29,4	30,1
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	33,9	31,1	32,1
	Instalacja PV	35,7	32,6	33,9
	Wszystkie powyższe razem	30,2	28,1	28,6
Pompa ciepła gruntowa	Budynek referencyjny	35,7	32,6	33,9
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	31,8	29,4	30,1
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	33,9	31,1	32,1
	Instalacja PV	35,7	32,6	33,9
	Wszystkie powyższe razem	30,2	28,1	28,6

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 79 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię końcową w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane warianty poprawy efektywności energetycznej**

Źródło ciepła	Warianty	Warszawa [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	Szczecin [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	Zakopane [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	Budynek referencyjny	72,7	68,2	70,1
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	67,0	63,5	64,5
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	70,1	66,6	67,5
	Instalacja PV	65,2	60,7	62,6
	Wszystkie powyższe razem	57,1	54,2	54,9
Kotłownia gazowa	Budynek referencyjny	70,5	66,6	68,3
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	65,5	62,5	63,4
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	68,3	64,7	66,0
	Instalacja PV	63,0	59,1	60,8
	Wszystkie powyższe razem	56,0	53,4	54,1
Olej opałowy	Budynek referencyjny	69,4	65,5	67,1
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	64,4	61,4	62,3
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	67,1	63,6	64,9
	Instalacja PV	62,9	59,0	60,6
	Wszystkie powyższe razem	55,9	53,4	54,0
Kotłownia na biomasę	Budynek referencyjny	77,3	71,6	74,0
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	70,0	65,6	66,9
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	73,8	68,7	70,5
	Instalacja PV	69,6	63,9	66,3
	Wszystkie powyższe razem	59,4	55,7	56,6
Pompa ciepła woda-powietrze	Budynek referencyjny	26,4	25,0	25,5
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	24,6	23,7	24,0
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	25,5	24,4	24,8
	Instalacja PV	49,7	48,5	49,0
	Wszystkie powyższe razem	47,5	46,7	46,9
Pompa ciepła gruntowa	Budynek referencyjny	25,3	24,1	24,5
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	23,9	23,2	23,4
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	24,5	23,7	24,0
	Instalacja PV	48,5	47,6	48,0
	Wszystkie powyższe razem	46,9	46,3	46,4

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 80 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię pierwotną w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane warianty poprawy efektywności energetycznej**

Źródło ciepła	Warianty	Warszawa [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	Szczecin [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	Zakopane [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	Budynek referencyjny	105,0	100,1	102,2
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	98,7	94,9	96,0
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	102,2	97,7	99,3
	Instalacja PV	69,5	64,5	66,6
	Wszystkie powyższe razem	60,6	57,4	58,2
Kotłownia gazowa	Budynek referencyjny	102,7	98,4	100,2
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	97,2	93,9	94,8
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	100,2	96,3	97,7
	Instalacja PV	67,1	62,8	64,6
	Wszystkie powyższe razem	59,4	56,5	57,2
Olej opałowy	Budynek referencyjny	101,4	97,2	98,9
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	96,0	92,7	93,6
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	98,9	95,1	96,5
	Instalacja PV	66,9	62,7	64,5
	Wszystkie powyższe razem	59,3	56,5	57,2
Kotłownia na biomasę	Budynek referencyjny	52,4	51,3	51,8
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	51,0	50,1	50,4
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	51,7	50,7	51,1
	Instalacja PV	55,2	54,1	54,6
	Wszystkie powyższe razem	53,2	52,4	52,6
Pompa ciepła woda-powietrze	Budynek referencyjny	79,3	74,9	76,4
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	73,9	71,0	71,9
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	76,4	73,1	74,3
	Instalacja PV	55,0	51,3	52,8
	Wszystkie powyższe razem	48,4	46,0	46,5
Pompa ciepła gruntowa	Budynek referencyjny	75,8	72,4	73,5
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	71,6	69,5	70,1
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	73,5	71,0	71,9
	Instalacja PV	51,5	48,8	49,9
	Wszystkie powyższe razem	46,6	44,8	45,2

Źródło: Opracowanie własne KAPE



## 6.5.2.2 Budynek mieszkalny wielorodzinny, pięciokondygnacyjny z czternastoma lokalami mieszkalnymi

Tab. 81 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane warianty poprawy efektywności energetycznej

Źródło ciepła	Warianty	Warszawa [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	Szczecin [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	Zakopane [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	Budynek referencyjny	38,7	36,2	41,1
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	36,0	33,7	37,7
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	37,8	35,4	40,0
	Instalacja PV	38,7	36,2	41,1
	Wszystkie powyższe razem	35,1	33,0	36,7
Kotłownia gazowa	Budynek referencyjny	38,7	36,2	41,1
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	36,0	33,7	37,7
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	37,8	35,4	40,0
	Instalacja PV	38,7	36,2	41,1
	Wszystkie powyższe razem	35,1	33,0	36,7
Olej opałowy	Budynek referencyjny	38,7	36,2	41,1
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	36,0	33,7	37,7
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	37,8	35,4	40,0
	Instalacja PV	38,7	36,2	41,1
	Wszystkie powyższe razem	35,1	33,0	36,7
Kotłownia na biomasę	Budynek referencyjny	38,7	36,2	41,1
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	36,0	33,7	37,7
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	37,8	35,4	40,0
	Instalacja PV	38,7	36,2	41,1
	Wszystkie powyższe razem	35,1	33,0	36,7
Ogrzewanie sieciowe kogeneracja	Budynek referencyjny	38,7	36,2	41,1
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	36,0	33,7	37,7
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	37,8	35,4	40,0
	Instalacja PV	38,7	36,2	41,1
	Wszystkie powyższe razem	35,1	33,0	36,7
Ogrzewanie sieciowe ciepłowni	Budynek referencyjny	38,7	36,2	41,1
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	36,0	33,7	37,7
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	37,8	35,4	40,0
	Instalacja PV	38,7	36,2	41,1
	Wszystkie powyższe razem	35,1	33,0	36,7
Ogrzewanie elektryczne	Budynek referencyjny	38,7	36,2	41,1
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	36,0	33,7	37,7
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	37,8	35,4	40,0
	Instalacja PV	38,7	36,2	41,1
	Wszystkie powyższe razem	35,1	33,0	36,7
Pompa ciepła	Budynek referencyjny	38,7	36,2	41,1
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	36,0	33,7	37,7

	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	37,8	35,4	40,0
	Instalacja PV	38,7	36,2	41,1
	Wszystkie powyższe razem	35,1	33,0	36,7
Pompa ciepła gruntowa	Budynek referencyjny	38,7	36,2	41,1
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	36,0	33,7	37,7
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	37,8	35,4	40,0
	Instalacja PV	38,7	36,2	41,1
	Wszystkie powyższe razem	35,1	33,0	36,7

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 82 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię końcową w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane warianty poprawy efektywności energetycznej**

Źródło ciepła	Warianty	Warszawa [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	Szczecin [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	Zakopane [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	Budynek referencyjny	82,5	78,8	86,1
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	78,4	75,2	81,1
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	81,1	77,6	84,5
	Instalacja PV	81,1	77,4	84,7
	Wszystkie powyższe razem	75,8	72,7	78,1
Kotłownia gazowa	Budynek referencyjny	80,4	77,2	83,6
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	76,9	74,0	79,2
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	79,2	76,2	82,2
	Instalacja PV	79,0	75,8	82,2
	Wszystkie powyższe razem	74,4	71,7	76,4
Olej opałowy	Budynek referencyjny	80,3	77,1	83,4
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	76,8	74,0	79,1
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	79,1	76,1	82,0
	Instalacja PV	78,8	75,7	82,0
	Wszystkie powyższe razem	74,3	71,6	76,3
Kotłownia na biomasę	Budynek referencyjny	86,7	82,1	91,2
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	81,6	77,5	84,9
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	85,0	80,6	89,2
	Instalacja PV	85,3	80,7	89,8
	Wszystkie powyższe razem	78,7	74,7	81,6
Ogrzewanie sieciowe kogeneracja	Budynek referencyjny	73,8	70,7	76,8
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	70,4	67,7	72,6
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	72,7	69,7	75,4
	Instalacja PV	74,1	71,1	77,1
	Wszystkie powyższe razem	69,7	67,1	71,7
Ogrzewanie sieciowe z ciepłowni	Budynek referencyjny	73,8	70,7	76,8
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	70,4	67,7	72,6
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	72,7	69,7	75,4
	Instalacja PV	74,1	71,1	77,1

	Wszystkie powyższe razem	69,7	67,1	71,7
Ogrzewanie elektryczne	Budynek referencyjny	75,8	72,6	78,9
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	72,3	69,4	74,5
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	74,6	71,6	77,5
	Instalacja PV	75,8	72,6	78,9
	Wszystkie powyższe razem	71,2	68,5	73,2
Pompa ciepła woda-powietrze	Budynek referencyjny	30,9	29,9	31,9
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	29,8	28,9	30,5
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	30,5	29,6	31,5
	Instalacja PV	51,5	50,5	52,5
	Wszystkie powyższe razem	50,0	49,2	50,7
Pompa ciepła gruntowa	Budynek referencyjny	27,0	26,3	27,8
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	26,2	25,5	26,8
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	26,8	26,0	27,5
	Instalacja PV	49,2	48,5	50,0
	Wszystkie powyższe razem	48,1	47,5	48,6

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 83 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię pierwotną w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane warianty poprawy efektywności energetycznej**

Źródło ciepła	Warianty	Warszawa [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	Szczecin [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	Zakopane [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	Budynek referencyjny	100,1	96,2	104,5
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	95,6	92,0	98,7
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	98,6	94,8	102,6
	Instalacja PV	62,7	58,8	67,0
	Wszystkie powyższe razem	56,8	53,3	59,6
Kotłownia gazowa	Budynek referencyjny	97,9	94,4	101,7
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	93,9	90,7	96,7
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	96,6	93,2	100,1
	Instalacja PV	60,5	57,0	64,3
	Wszystkie powyższe razem	55,2	52,2	57,7
Olej opałowy	Budynek referencyjny	97,7	94,3	101,5
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	93,7	90,7	96,5
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	96,4	93,1	99,9
	Instalacja PV	60,3	56,9	64,1
	Wszystkie powyższe razem	55,1	52,1	57,6
Kotłownia na biomasę	Budynek referencyjny	31,2	30,4	32,6
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	30,0	29,2	31,1
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	30,8	30,0	32,1
	Instalacja PV	24,4	23,6	25,8
	Wszystkie powyższe razem	22,9	22,1	23,8
Ogrzew	Budynek referencyjny	69,1	66,7	71,8
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	66,3	64,1	68,3

	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	68,2	65,9	70,7
	Instalacja PV	43,3	40,9	46,0
	Wszystkie powyższe razem	39,6	37,5	41,4
Ogrzewanie sieciowe z ciepłowni	Budynek referencyjny	103,7	99,8	107,9
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	99,2	95,7	102,3
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	102,2	98,4	106,0
	Instalacja PV	61,7	57,8	65,9
	Wszystkie powyższe razem	55,9	52,5	58,6
Ogrzewanie elektryczne	Budynek referencyjny	227,3	217,8	236,7
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	216,8	208,3	223,6
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	223,9	214,7	232,4
	Instalacja PV	129,5	120,0	138,8
	Wszystkie powyższe razem	115,8	107,7	121,8
Pompa ciepła woda-powietrze	Budynek referencyjny	92,7	89,8	95,8
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	89,4	86,7	91,6
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	91,6	88,8	94,5
	Instalacja PV	56,6	53,7	59,7
	Wszystkie powyższe razem	52,2	49,7	54,3
Pompa ciepła gruntowa	Budynek referencyjny	81,1	78,9	83,5
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	78,6	76,6	80,3
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	80,3	78,1	82,5
	Instalacja PV	49,8	47,6	52,2
	Wszystkie powyższe razem	46,5	44,6	48,1

Źródło: Opracowanie własne KAPE

### 6.5.2.3 Czterokondygnacyjny budynek użyteczności publicznej - biurowiec

**Tab. 84 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane warianty poprawy efektywności energetycznej**

Źródło ciepła	Warianty	Warszawa [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	Szczecin [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	Zakopane [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	Budynek referencyjny	52,6	49,4	41,4
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	52,4	49,7	41,1
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	52,4	49,7	41,2
	Instalacja PV	52,6	49,4	41,4
	Wszystkie powyższe razem	52,6	50,1	41,1
Kotłownia gazowa	Budynek referencyjny	52,6	49,4	41,4
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	52,4	49,7	41,1
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	52,4	49,7	41,2
	Instalacja PV	52,6	49,4	41,4
	Wszystkie powyższe razem	52,6	50,1	41,1
Olej opałowy	Budynek referencyjny	52,6	49,4	41,4
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	52,4	49,7	41,1
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	52,4	49,7	41,2

	Instalacja PV	52,6	49,4	41,4
	Wszystkie powyższe razem	52,6	50,1	41,1
Kotłownia na biomasę	Budynek referencyjny	52,6	49,4	41,4
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	52,4	49,7	41,1
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	52,4	49,7	41,2
	Instalacja PV	52,6	49,4	41,4
	Wszystkie powyższe razem	52,6	50,1	41,1
Ogrzewanie sieciowe kogeneracja	Budynek referencyjny	52,6	49,4	41,4
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	52,4	49,7	41,1
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	52,4	49,7	41,2
	Instalacja PV	52,6	49,4	41,4
	Wszystkie powyższe razem	52,6	50,1	41,1
Ogrzewanie sieciowe z ciepłowni	Budynek referencyjny	52,6	49,4	41,4
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	52,4	49,7	41,1
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	52,4	49,7	41,2
	Instalacja PV	52,6	49,4	41,4
	Wszystkie powyższe razem	52,6	50,1	41,1
Ogrzewanie elektryczne	Budynek referencyjny	52,6	49,4	41,4
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	52,4	49,7	41,1
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	52,4	49,7	41,2
	Instalacja PV	52,6	49,4	41,4
	Wszystkie powyższe razem	52,6	50,1	41,1
Pompa ciepła woda-powietrze	Budynek referencyjny	52,6	49,4	41,4
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	52,4	49,7	41,1
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	52,4	49,7	41,2
	Instalacja PV	52,6	49,4	41,4
	Wszystkie powyższe razem	52,6	50,1	41,1
Pompa ciepła gruntowa	Budynek referencyjny	52,6	49,4	41,4
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	52,4	49,7	41,1
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	52,4	49,7	41,2
	Instalacja PV	52,6	49,4	41,4
	Wszystkie powyższe razem	52,6	50,1	41,1

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 85 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię końcową w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane warianty poprawy efektywności energetycznej**

Źródło ciepła	Warianty	Warszawa [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	Szczecin [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	Zakopane [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	Budynek referencyjny	58,2	55,2	56,0
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	56,9	54,4	54,6
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	57,0	54,5	54,8
	Instalacja PV	57,1	54,1	54,9
	Wszystkie powyższe razem	55,1	52,7	52,5
Kotłownia gazowa	Budynek referencyjny	57,3	54,6	54,8
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	56,2	54,0	53,6
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	56,3	54,0	53,7
	Instalacja PV	56,2	53,5	53,7
	Wszystkie powyższe razem	54,6	52,4	51,6
Olej opałowy	Budynek referencyjny	57,3	54,5	54,7
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	56,2	53,9	53,5
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	56,2	54,0	53,6
	Instalacja PV	56,2	53,5	53,6
	Wszystkie powyższe razem	54,5	52,3	51,5
Kotłownia na biomasę	Budynek referencyjny	60,0	56,4	58,6
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	58,3	55,4	56,8
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	58,4	55,5	57,0
	Instalacja PV	58,9	55,3	57,5
	Wszystkie powyższe razem	56,2	53,5	54,2
Ogrzewanie sieciowe kogeneracja	Budynek referencyjny	55,8	53,2	53,2
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	54,8	52,7	52,1
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	54,9	52,7	52,2
	Instalacja PV	55,9	53,3	53,2
	Wszystkie powyższe razem	54,3	52,3	51,3
Ogrzewanie sieciowe z ciepłowni	Budynek referencyjny	55,8	53,2	53,1
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	54,8	52,6	52,0
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	54,8	52,7	52,1
	Instalacja PV	55,9	53,3	53,2
	Wszystkie powyższe razem	54,3	52,3	51,3
Ogrzewanie elektryczne	Budynek referencyjny	55,4	52,9	52,7
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	54,5	52,5	51,6
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	54,5	52,6	51,7
	Instalacja PV	55,4	53,2	52,9
	Wszystkie powyższe razem	54,3	52,5	51,0
Pompa ciepła woda-powietrze	Budynek referencyjny	47,3	45,9	42,9
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	47,1	46,0	42,7
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	47,2	46,0	42,8
	Instalacja PV	53,0	51,7	48,6

	Wszystkie powyższe razem	53,0	51,8	48,5
Pompa ciepła gruntowa	Budynek referencyjny	46,3	45,1	41,7
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	46,3	45,2	41,7
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	46,3	45,3	41,7
	Instalacja PV	52,6	51,4	48,0
	Wszystkie powyższe razem	52,7	51,6	48,0

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 86 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię pierwotną w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane warianty poprawy efektywności energetycznej**

Źródło ciepła	Warianty	Warszawa [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	Szczecin [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	Zakopane [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	Budynek referencyjny	141,8	137,0	129,7
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	140,9	136,6	128,7
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	141,0	136,7	128,8
	Instalacja PV	114,4	110,1	106,9
	Wszystkie powyższe razem	112,6	108,6	104,7
Kotłownia gazowa	Budynek referencyjny	140,9	136,4	128,3
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	140,2	136,1	127,6
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	140,3	136,1	127,7
	Instalacja PV	113,4	109,5	105,6
	Wszystkie powyższe razem	112,0	108,2	103,7
Olej opałowy	Budynek referencyjny	140,8	136,3	128,2
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	140,1	136,0	127,5
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	140,2	136,1	127,6
	Instalacja PV	113,3	109,4	105,5
	Wszystkie powyższe razem	111,9	108,1	103,7
Kotłownia na biomasę	Budynek referencyjny	126,9	123,9	112,2
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	127,3	124,3	112,7
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	127,3	124,3	112,7
	Instalacja PV	108,6	106,3	98,7
	Wszystkie powyższe razem	109,0	106,1	99,0
Ogrzewanie sieciowe kogeneracja	Budynek referencyjny	134,2	130,4	120,7
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	134,0	130,5	120,5
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	134,1	130,6	120,6
	Instalacja PV	111,1	107,9	102,3
	Wszystkie powyższe razem	110,5	107,3	101,5
Ogrzewanie sieciowe z ciepłowni	Budynek referencyjny	141,6	136,9	129,4
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	140,8	136,6	128,5
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	140,9	136,7	128,6
	Instalacja PV	113,9	109,8	106,4
	Wszystkie powyższe razem	112,3	108,5	104,3
Ogrzewanie	Budynek referencyjny	166,3	158,7	158,0
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	163,4	157,5	154,9

	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	163,6	157,7	155,2
	Instalacja PV	122,2	116,0	119,3
	Wszystkie powyższe razem	118,1	113,3	113,0
Pompa ciepła woda-powietrze	Budynek referencyjny	141,8	137,8	128,6
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	141,4	137,9	128,2
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	141,5	137,9	128,3
	Instalacja PV	115,0	111,6	106,6
	Wszystkie powyższe razem	114,2	111,1	105,3
Pompa ciepła gruntowa	Budynek referencyjny	139,0	135,4	125,2
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	139,0	135,7	125,2
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	139,0	135,8	125,2
	Instalacja PV	113,6	110,6	104,6
	Wszystkie powyższe razem	113,3	110,5	104,0

Źródło: Opracowanie własne KAPE

#### 6.5.2.4 Budynek użyteczności publicznej - szkoła

**Tab. 87 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane warianty poprawy efektywności energetycznej**

Źródło ciepła	Warianty	Warszawa [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	Szczecin [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	Zakopane [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	Budynek referencyjny	23,0	20,0	25,4
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	20,8	18,1	22,2
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	21,3	19,0	23,4
	Instalacja PV	23,0	20,0	24,9
	Wszystkie powyższe razem	19,6	17,1	20,9
Kotłownia gazowa	Budynek referencyjny	23,0	20,0	25,4
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	20,8	18,1	22,2
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	21,3	19,0	23,4
	Instalacja PV	23,0	20,0	24,9
	Wszystkie powyższe razem	19,6	17,1	20,9
Olej opałowy	Budynek referencyjny	23,0	20,0	25,4
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	20,8	18,1	22,2
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	21,3	19,0	23,4
	Instalacja PV	23,0	20,0	24,9
	Wszystkie powyższe razem	19,6	17,1	20,9
Kotłownia na biomasę	Budynek referencyjny	23,0	20,0	25,4
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	20,8	18,1	22,2
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	21,3	19,0	23,4
	Instalacja PV	23,0	20,0	24,9
	Wszystkie powyższe razem	19,6	17,1	20,9
Ogrzewanie sieciowe	Budynek referencyjny	23,0	20,0	25,4
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	20,8	18,1	22,2
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	21,3	19,0	23,4



	Instalacja PV	23,0	20,0	24,9
	Wszystkie powyższe razem	19,6	17,1	20,9
Ogrzewanie sieciowe z ciepłowni	Budynek referencyjny	23,0	20,0	25,4
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	20,8	18,1	22,2
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	21,3	19,0	23,4
	Instalacja PV	23,0	20,0	24,9
	Wszystkie powyższe razem	19,6	17,1	20,9
Ogrzewanie elektryczne	Budynek referencyjny	23,0	20,0	25,4
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	20,8	18,1	22,2
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	21,3	19,0	23,4
	Instalacja PV	23,0	20,0	24,9
	Wszystkie powyższe razem	19,6	17,1	20,9
Pompa ciepła woda-powietrze	Budynek referencyjny	23,0	20,0	25,4
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	20,8	18,1	22,2
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	21,3	19,0	23,4
	Instalacja PV	23,0	20,0	24,9
	Wszystkie powyższe razem	19,6	17,1	20,9
Pompa ciepła gruntowa	Budynek referencyjny	23,0	20,0	25,4
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	20,8	18,1	22,2
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	21,3	19,0	23,4
	Instalacja PV	23,0	20,0	24,9
	Wszystkie powyższe razem	19,6	17,1	20,9

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 88 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię końcową w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane warianty poprawy efektywności energetycznej**

Źródło ciepła	Warianty	Warszawa [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	Szczecin [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	Zakopane [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	Budynek referencyjny	63,0	58,7	66,6
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	59,8	55,9	61,9
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	60,5	57,2	63,7
	Instalacja PV	61,1	56,9	63,9
	Wszystkie powyższe razem	56,2	52,6	58,1
Kotłownia gazowa	Budynek referencyjny	60,7	56,9	63,8
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	57,8	54,4	59,7
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	58,5	55,6	61,3
	Instalacja PV	58,8	55,0	61,2
	Wszystkie powyższe razem	54,5	51,3	56,1
Olej opałowy	Budynek referencyjny	60,5	56,8	63,6
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	57,7	54,3	59,5
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	58,3	55,5	61,1
	Instalacja PV	58,6	54,9	61,0
	Wszystkie powyższe razem	54,4	51,2	55,9
Kotłownia	Budynek referencyjny	67,9	62,5	72,4
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	63,8	58,9	66,4

	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	64,7	60,5	68,7
	Instalacja PV	66,0	60,6	69,5
	Wszystkie powyższe razem	59,8	55,2	62,1
Ogrzewanie sieciowe kogeneracja	Budynek referencyjny	57,8	54,2	60,8
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	55,1	51,8	56,9
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	55,7	52,9	58,4
	Instalacja PV	58,0	54,4	60,3
	Wszystkie powyższe razem	53,9	50,8	55,4
Ogrzewanie sieciowe z ciepłowni	Budynek referencyjny	57,8	54,2	60,8
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	55,1	51,8	56,9
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	55,7	52,9	58,4
	Instalacja PV	58,0	54,4	60,3
	Wszystkie powyższe razem	53,9	50,8	55,4
Ogrzewanie elektryczne	Budynek referencyjny	57,45	53,9	60,4
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	54,7	51,5	56,5
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	55,3	52,6	57,9
	Instalacja PV	57,4	53,9	59,7
	Wszystkie powyższe razem	53,4	50,4	54,8
Pompa ciepła woda-powietrze	Budynek referencyjny	37,8	36,6	38,8
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	36,9	35,8	37,5
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	37,1	36,2	38,0
	Instalacja PV	48,7	47,5	49,5
	Wszystkie powyższe razem	47,3	46,3	47,9
Pompa ciepła gruntowa	Budynek referencyjny	35,7	34,8	36,4
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	35,0	34,2	35,4
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	35,1	34,5	35,8
	Instalacja PV	47,4	46,6	48,0
	Wszystkie powyższe razem	46,4	45,7	46,8

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 89 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię pierwotną w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane warianty poprawy efektywności energetycznej**

Źródło ciepła	Warianty	Warszawa [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	Szczecin [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	Zakopane [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	Budynek referencyjny	117,0	112,2	121,1
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	113,3	109,0	115,8
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	114,1	110,5	117,8
	Instalacja PV	68,8	64,0	71,9
	Wszystkie powyższe razem	63,3	59,3	65,4
Kotłownia gazowa	Budynek referencyjny	114,4	110,2	118,0
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	111,2	107,4	113,4
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	111,9	108,7	115,1
	Instalacja PV	66,2	62,0	68,9

	Wszystkie powyższe razem	61,4	57,9	63,2
Olej opałowy	Budynek referencyjny	114,2	110,1	117,8
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	111,0	107,2	113,2
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	111,7	108,5	114,9
	Instalacja PV	66,0	61,9	68,7
	Wszystkie powyższe razem	61,3	57,8	63,0
Kotłownia na biomasę	Budynek referencyjny	83,8	82,6	85,0
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	82,9	81,8	83,6
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	83,1	82,2	84,1
	Instalacja PV	53,1	52,0	53,9
	Wszystkie powyższe razem	51,7	50,7	52,3
Ogrzewanie sieciowe kogeneracja	Budynek referencyjny	100,5	97,6	103,1
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	98,3	95,6	99,9
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	98,8	96,6	101,1
	Instalacja PV	60,5	57,6	62,5
	Wszystkie powyższe razem	57,2	54,7	58,5
Ogrzewanie sieciowe z ciepłowni	Budynek referencyjny	117,1	112,4	121,2
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	113,5	109,2	115,9
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	114,3	110,7	117,9
	Instalacja PV	68,3	63,6	71,3
	Wszystkie powyższe razem	62,9	58,9	64,9
Ogrzewanie elektryczne	Budynek referencyjny	172,3	161,6	181,1
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	164,2	154,5	169,4
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	166,0	157,8	173,8
	Instalacja PV	93,5	82,8	100,3
	Wszystkie powyższe razem	81,3	72,3	85,7
Pompa ciepła woda-powietrze	Budynek referencyjny	113,4	109,9	116,4
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	110,7	107,5	112,5
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	111,3	108,6	114,0
	Instalacja PV	65,5	62,0	67,8
	Wszystkie powyższe razem	61,5	58,5	63,0
Pompa ciepła gruntowa	Budynek referencyjny	107,0	104,3	109,3
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	105,0	102,5	106,3
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	105,4	103,4	107,5
	Instalacja PV	61,7	59,1	63,5
	Wszystkie powyższe razem	58,7	56,4	59,8

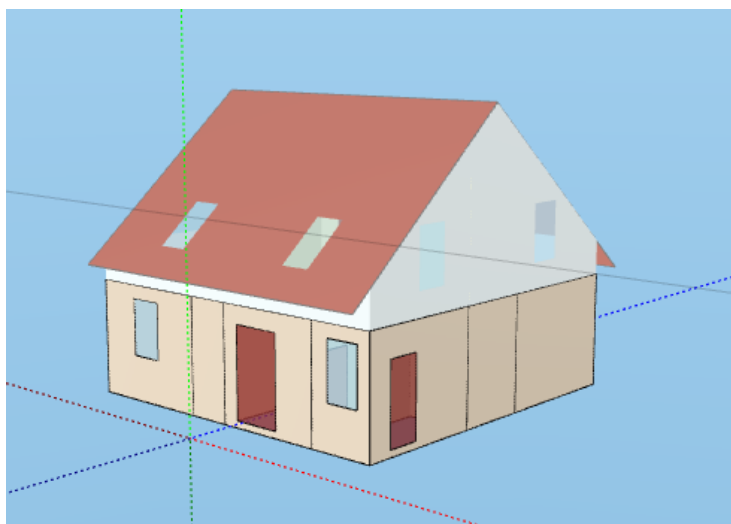
Źródło: Opracowanie własne KAPE

### 6.5.3 Budynki termomodernizowanie

Zgodnie z Rozporządzenie Delegowanym w opracowaniu do analizy zostały przyjęte w odniesieniu do budynków poddanych głębokiej termomodernizacji dwa przypadki dla każdej z kategorii:

- budynki jednorodzinne,
- bloki mieszkalne/budynki wielorodzinne,
- budynki biurowe;
- inne kategorie budynków niemieszkalnych wymienione w załączniku I pkt 5 do dyrektywy 2010/31/UE, w przypadku których istnieją szczególne minimalne wymagania dotyczące charakterystyki energetycznej.

6.5.3.1 *Budynek mieszkalny jednorodzinny, wolnostojący dom parterowy z poddaszem użytkowym.*



Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Rys. 22 Model budynku mieszkalnego jednorodzinnego**

**Tab. 90 Parametry domu jednorodzinnego**

L.p.	Wielkość	Wartość	Jednostka
1.	Powierzchnia A <sub>f</sub>	145,47	m <sup>2</sup>
2.	Kubatura	354,9	m <sup>3</sup>
3.	Średnia temperatura	20,3	°C
4.	A/V	0,66	1/m

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 91 Zestawienie powierzchni**

L.p.	Wielkość	Powierzchnia [m <sup>2</sup> ]
1.	Ściany zewnętrzne	152,36
2.	Dach	67,15
3.	Drzwi zewnętrzne	12,66
4.	Okna	19,41

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 92 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2002)**

Stacja meteorologiczna	WT 2002 [kWh]
Warszawa	22723,7

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 93 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji w odniesieniu do powierzchni ogrzewanej (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2002)**

Stacja meteorologiczna	WT 2002 [kWh/m <sup>2</sup> ]
Warszawa	156,2

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 94 Zapotrzebowanie na energię użytkową na potrzeby c.w.u.**

L.p.	Wielkość	Wartość	Jednostka
1.	$k_r$ - Współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.u.	0,9	-
2.	$V_{wi}$ - Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u.	1,40	[dm <sup>3</sup> /( m <sup>2</sup> dzień)]
3.	Dobowe zapotrzebowanie na c.w.u.	0,18	m <sup>3</sup>
4.	Roczne zapotrzebowanie na c.w.u.	66,90	m <sup>3</sup>
5.	Zapotrzebowanie na energię użytkową dla c.w.u.	3504,0	kWh
6.	Zapotrzebowanie na energię użytkową dla c.w.u.	24,1	[kWh/m <sup>2</sup> ]

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 95 Wartości sprawności źródła i instalacji dla potrzeb c.o. i wentylacji**

Rodzaj źródła	Sprawność źródła	Iloczyn sprawności przesyłu, regulacji i akumulacji
Kotłownia węglowa	0,82	0,75
Kotłownia gazowa (kocioł kondensacyjny)	0,94	0,75
Kotłownia na olej opałowy (kocioł kondensacyjny)	0,95	0,75
Kotłownia na biomasę (pelet)	0,65	0,75
Pompa ciepła powietrze-woda	3	0,75
Pompa ciepła gruntowa	4	0,75

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 96 Zapotrzebowanie na energię użytkową budynku w odniesieniu do powierzchni ogrzewanej (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2002)**

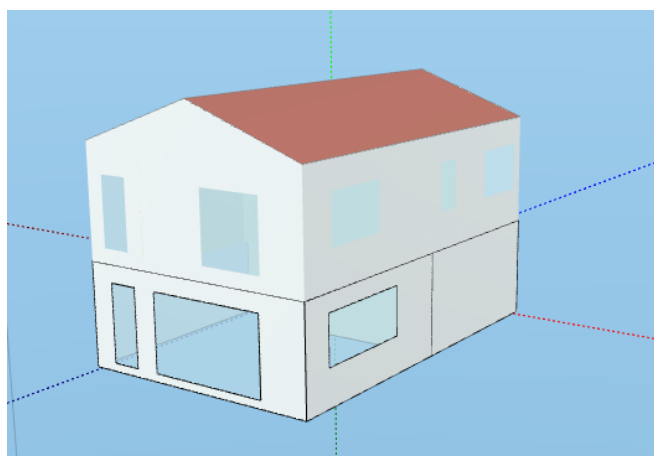
Stacja meteorologiczna	EU [kWh/m <sup>2</sup> *rok]
Warszawa	180,3

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 97 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię końcową i pierwotną w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane źródła c.w.u.**

Źródło ogrzewania	Źródło c.w.u.	EK [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	EP [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	jak c.o.	302,9	343,7
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	295,2	334,2
Kotłownia gazowa	jak c.o.	269,4	306,8
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	262,6	298,4
Olej opałowy	jak c.o.	267,1	304,2
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	260,3	295,8
Kotłownia na biomasę	jak c.o.	249,2	329,9
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	251,6	332,4
Pompa ciepła woda- powietrze	jak c.o.	369,5	89,3
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	361,8	118,3
Pompa ciepła gruntowa	jak c.o.	350,7	152,3
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	85,0	254,9
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	108,2	257,4
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	97,1	291,4
	jak c.o.	67,6	202,7
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	90,8	205,2
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	79,7	239,2

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**6.5.3.2 Budynek mieszkalny jednorodzinny, wolnostojący dwukondygnacyjny**

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Rys. 23 Model budynku mieszkalnego jednorodzinnego**

**Tab. 98 Parametry domu jednorodzinnego**

L.p.	Wielkość	Wartość	Jednostka
1.	Powierzchnia $A_f$	158,42	m <sup>2</sup>
2.	Kubatura	459,3	m <sup>3</sup>
3.	Średnia temperatura	18,9	°C
4.	A/V	0,53	1/m

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 99 Zestawienie powierzchni**

L.p.	Wielkość	Powierzchnia [m <sup>2</sup> ]
1.	Ściany zewnętrzne	232,85
2.	Dach	87,94
3.	Drzwi zewnętrzne	10,33
4.	Okna	46,25

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 100 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2002)**

Stacja meteorologiczna	WT 2002 [kWh]
Warszawa	13083,6

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 101 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji w odniesieniu do powierzchni ogrzewanej (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2002)**

Stacja meteorologiczna	WT 2002 [kWh/m <sup>2</sup> ]
Warszawa	82,6

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 102 Zapotrzebowanie na energię użytkową na potrzeby c.w.u.**

L.p.	Wielkość	Wartość	Jednostka
1.	$k_r$ - Współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.u.	0,9	-
2.	$V_{wi}$ - Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u.	1,4	[dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> dzień)]
3.	Dobowe zapotrzebowanie na c.w.u.	0,2	m <sup>3</sup>
4.	Roczne zapotrzebowanie na c.w.u.	72,86	m <sup>3</sup>
5.	Zapotrzebowanie na energię użytkową dla c.w.u.	3815,9	kWh
6.	Zapotrzebowanie na energię użytkową dla c.w.u.	24,09	[kWh/m <sup>2</sup> ]

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 103 Wartości sprawności źródła i instalacji dla potrzeb c.o. i wentylacji**

Rodzaj źródła	Sprawność źródła	Iloczyn sprawności przesyłu, regulacji i akumulacji
Kotłownia węglowa	0,82	0,85
Kotłownia gazowa (kocioł kondensacyjny)	0,94	0,85
Kotłownia na olej opałowy (kocioł kondensacyjny)	0,95	0,85
Kotłownia na biomasę (pelet)	0,65	0,85
Pompa ciepła powietrze-woda	3	0,85
Pompa ciepła gruntowa	4	0,85

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 104 Zapotrzebowanie na energię użytkową budynku w odniesieniu do powierzchni ogrzewanej (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2002)**

Stacja meteorologiczna	EU [kWh/m <sup>2</sup> *rok]
Warszawa	106,7

Źródło: Opracowanie własne KAPE

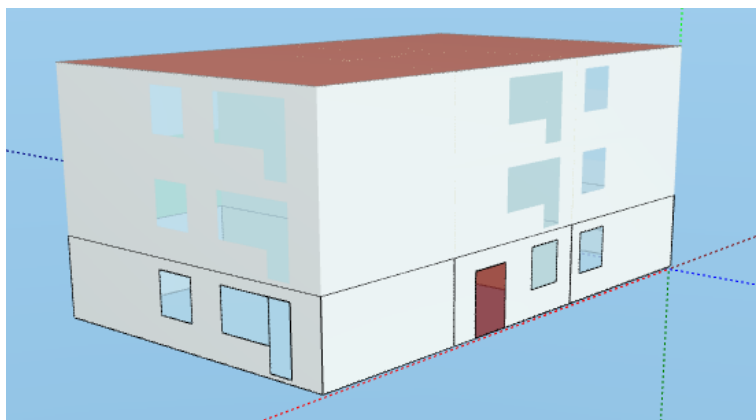
**Tab. 105 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię końcową i pierwotną w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane źródła c.w.u.**

Źródło ogrzewania	Źródło c.w.u.	EK [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	EP [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	jak c.o.	177,9	214,4
	pod przepływowy gazowy	161,7	191,1
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	150,6	225,2
Kotłownia gazowa	jak c.o.	162,7	197,7
	pod przepływowy gazowy	146,4	174,4
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	135,3	208,4
Olej opałowy	jak c.o.	160,7	195,2
	pod przepływowy gazowy	145,3	173,2
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	134,2	207,2
Kotłownia na biomasę	jak c.o.	290,1	69,5
	pod przepływowy gazowy	192,8	90,1
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	181,7	124,1
Pompa ciepła woda-powietrze	jak c.o.	51,7	155,2
	pod przepływowy gazowy	71,8	148,0
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	60,7	182,0
Pompa ciepła gruntowa	jak c.o.	43,6	130,7
	pod przepływowy gazowy	63,6	123,5
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	52,5	157,6

Źródło: Opracowanie własne KAPE



### 6.5.3.3 Budynek mieszkalny wielorodzinny, trzykondygnacyjny z ośmioma lokalami mieszkalnymi



Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Rys. 24 Model budynku mieszkalnego wielorodzinnego**

**Tab. 106 Parametry budynku mieszkalnego wielorodzinnego**

L.p.	Wielkość	Wartość	Jednostka
1.	Powierzchnia $A_f$	656,05	m <sup>2</sup>
2.	Kubatura	1738,5	m <sup>3</sup>
3.	Średnia temperatura	18,8	°C
4.	A/V	0,34	1/m

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 107 Zestawienie powierzchni**

L.p.	Wielkość	Powierzchnia [m <sup>2</sup> ]
1.	Ściany zewnętrzne	481,72
2.	Dach	245,24
3.	Drzwi zewnętrzne	3,60
4.	Okna	93,56

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 108 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2002)**

Stacja meteorologiczna	WT 2002 [kWh]
Warszawa	43838,7

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 109 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji w odniesieniu do powierzchni ogrzewanej (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2002)**

Stacja meteorologiczna	WT 2002 [kWh/m <sup>2</sup> ]
Warszawa	66,8

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 110 Zapotrzebowanie na energię użytkową na potrzeby c.w.u.**

L.p.	Wielkość	Wartość	Jednostka
1.	$k_r$ - Współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.u.	0,9	-
2.	$V_{wi}$ - Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u.	1,6	[dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> dzień)]
3.	Dobowe zapotrzebowanie na c.w.u.	0,94	m <sup>3</sup>
4.	Roczne zapotrzebowanie na c.w.u.	344,82	m <sup>3</sup>
5.	Zapotrzebowanie na energię użytkową dla c.w.u.	18060,0	kWh
6.	Zapotrzebowanie na energię użytkową dla c.w.u.	27,5	[kWh/m <sup>2</sup> ]

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 111 Wartości sprawności źródła i instalacji dla potrzeb c.o. i wentylacji**

Rodzaj źródła	Sprawność źródła	Iloczyn sprawności przesyłu, regulacji i akumulacji
Kotłownia węglowa	0,82	0,85
Kotłownia gazowa (kocioł kondensacyjny)	0,94	0,85
Kotłownia na olej opałowy (kocioł kondensacyjny)	0,95	0,85
Kotłownia na biomasę (pelet)	0,65	0,85
Ogrzewanie sieciowe kogeneracja	0,98	0,85
Ogrzewanie sieciowe z ciepłowni	0,98	0,85
Ogrzewanie elektryczne	0,94	0,85
Pompa ciepła powietrze-woda	3	0,85
Pompa ciepła gruntowa	4	0,85

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 112 Zapotrzebowanie na energię użytkową budynku w odniesieniu do powierzchni ogrzewanej (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2002)**

Stacja meteorologiczna	EU [kWh/m <sup>2</sup> *rok]
Warszawa	94,4

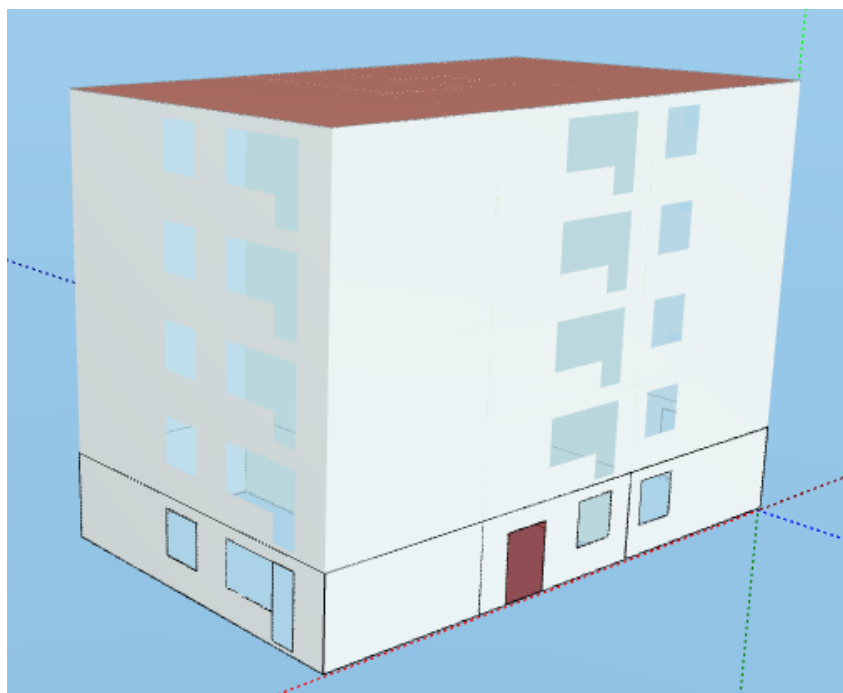
Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 113 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię końcową i pierwotną w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane źródła c.w.u.**

Źródło ogrzewania	Źródło c.w.u.	EK [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	EP [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	jak c.o.	150,5	169,3
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	138,4 125,7	155,0 193,9
Kotłownia gazowa	jak c.o.	138,2	155,7
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	126,1 113,4	141,4 180,3
Olej opałowy	jak c.o.	137,3	154,8
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	125,2 112,5	140,5 179,3
Kotłownia na biomasę	jak c.o.	175,8	40,6
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	163,6 150,9	73,2 112,1
Ogrzewanie sieciowe kogeneracja	jak c.o.	129,5	106,8
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	122,4 109,7	112,6 151,5
Ogrzewanie sieciowe z ciepłowni	jak c.o.	129,5	170,8
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	122,4 109,7	152,9 191,8
Ogrzewanie elektryczne	jak c.o.	132,9	398,7
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	126,5 113,8	302,5 341,4
Pompa ciepła woda- powietrze	jak c.o.	46,4	139,3
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	68,7 56,0	129,2 168,0
Pompa ciepła gruntowa	jak c.o.	37,5	112,5
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	62,1 49,4	109,4 148,3

Źródło: Opracowanie własne KAPE

6.5.3.4 Budynek mieszkalny wielorodzinny, pięciokondygnacyjny z czternastoma lokalami mieszkalnymi



Źródło: Opracowanie własne KAPE

Rys. 25 Model budynku mieszkalnego wielorodzinnego

Tab. 114 Parametry budynku mieszkalnego wielorodzinnego

L.p.	Wielkość	Wartość	Jednostka
1.	Powierzchnia $A_f$	1093,42	m <sup>2</sup>
2.	Kubatura	2842,9	m <sup>3</sup>
3.	Średnia temperatura	19,0	°C
4.	A/V	0,28	1/m

Źródło: Opracowanie własne KAPE

Tab. 115 Zestawienie powierzchni

L.p.	Wielkość	Powierzchnia [m <sup>2</sup> ]
1.	Ściany zewnętrzne	788,69
2.	Dach	245,24
3.	Drzwi zewnętrzne	3,60
4.	Okna	159,45

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 116 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2002)**

Stacja meteorologiczna	WT 2002 [kWh]
Warszawa	64831,5

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 117 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji w odniesieniu do powierzchni ogrzewanej (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2002)**

Stacja meteorologiczna	WT 2002 [kWh/m <sup>2</sup> ]
Warszawa	59,3

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 118 Zapotrzebowanie na energię użytkową na potrzeby c.w.u.**

L.p.	Wielkość	Wartość	Jednostka
1.	$k_r$ - Współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.u.	0,9	-
2.	$V_{wi}$ - Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u.	1,6	[dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> dzień)]
3.	Dobowe zapotrzebowanie na c.w.u.	1,57	m <sup>3</sup>
4.	Roczne zapotrzebowanie na c.w.u.	574,7	m <sup>3</sup>
5.	Zapotrzebowanie na energię użytkową dla c.w.u.	30100,0	kWh
6.	Zapotrzebowanie na energię użytkową dla c.w.u.	27,5	[kWh/m <sup>2</sup> ]

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 119 Wartości sprawności źródła i instalacji dla potrzeb c.o. i wentylacji**

Rodzaj źródła	Sprawność źródła	Iloczyn sprawności przesyłu, regulacji i akumulacji
Kotłownia węglowa	0,82	0,85
Kotłownia gazowa (kocioł kondensacyjny)	0,94	0,85
Kotłownia na olej opałowy (kocioł kondensacyjny)	0,95	0,85
Kotłownia na biomasę (pelet)	0,65	0,85
Ogrzewanie sieciowe kogeneracja	0,98	0,85
Ogrzewanie sieciowe z ciepłowni	0,98	0,85
Ogrzewanie elektryczne	0,94	0,85
Pompa ciepła powietrze-woda	3	0,85
Pompa ciepła gruntowa	4	0,85

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 120 Zapotrzebowanie na energię użytkową budynku w odniesieniu do powierzchni ogrzewanej (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2002)**

Stacja meteorologiczna	EU [kWh/m <sup>2</sup> *rok]
Warszawa	86,8

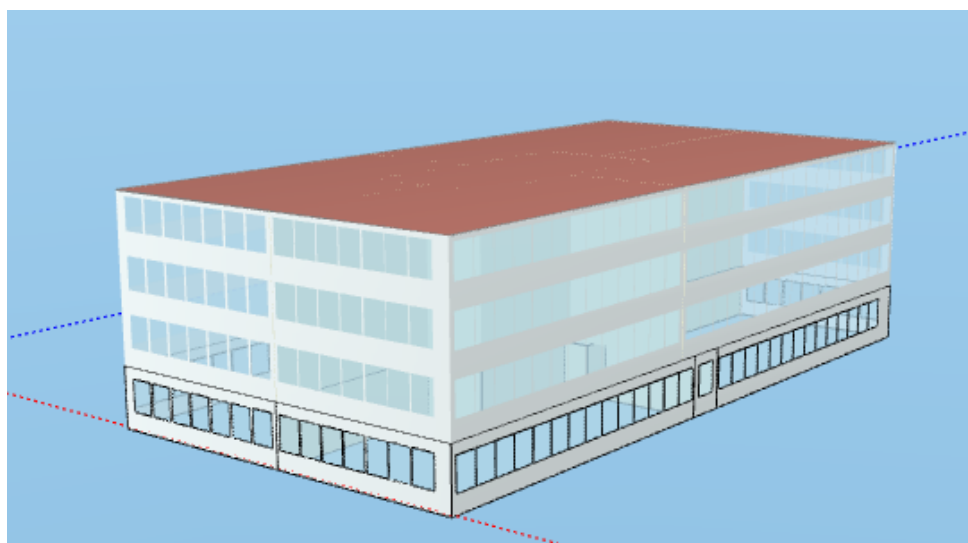
Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 121 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię końcową i pierwotną w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane źródła c.w.u.**

Źródło ogrzewania	Źródło c.w.u.	EK [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	EP [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	jak c.o.	139,6	157,2
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	127,5	142,9
Kotłownia gazowa	jak c.o.	114,8	181,8
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	128,7	145,2
Olej opałowy	jak c.o.	116,6	130,9
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	103,9	169,8
Kotłownia na biomasę	jak c.o.	127,9	144,3
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	115,8	130,0
Ogrzewanie sieciowe kogeneracja	jak c.o.	162,0	37,7
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	149,9	70,4
Ogrzewanie sieciowe z ciepłowni	jak c.o.	120,3	99,4
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	113,2	105,2
Ogrzewanie elektryczne	jak c.o.	100,6	144,1
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	120,3	158,9
Pompa ciepła woda- powietrze	jak c.o.	113,2	141,0
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	100,6	179,9
Pompa ciepła gruntowa	jak c.o.	123,4	370,2
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	117,0	274,0
Pompa ciepła woda- powietrze	jak c.o.	43,4	130,3
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	65,7	120,2
Pompa ciepła gruntowa	jak c.o.	53,0	159,1
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	35,2	105,7
Pompa ciepła woda- powietrze	jak c.o.	59,9	102,6
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	47,2	141,5

Źródło: Opracowanie własne KAPE

### 6.5.3.5 Czterokondygnacyjny budynek użyteczności publicznej - biurowiec



Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Rys. 26 Model budynku biurowego**

**Tab. 122 Parametry budynku biurowego**

L.p.	Wielkość	Wartość	Jednostka
1.	Powierzchnia $A_f$	4735,79	$m^2$
2.	Kubatura	15426,5	$m^3$
3.	Średnia temperatura	20	$^{\circ}C$
4.	A/V	0,17	1/m

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 123 Zestawienie powierzchni**

L.p.	Wielkość	Powierzchnia [ $m^2$ ]
1.	Ściany zewnętrzne	1091,46
2.	Dach	1240,60
3.	Drzwi zewnętrzne	3,6
4.	Okna	1049,4

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 124 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2002)**

Stacja meteorologiczna	WT 2002 [kWh]
Warszawa	287 730,6

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 125 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji w odniesieniu do powierzchni ogrzewanej (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2002)**

Stacja meteorologiczna	WT 2002 [kWh/m <sup>2</sup> ]
Warszawa	60,8

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 126 Zapotrzebowanie na energię użytkową na potrzeby c.w.u.**

L.p.	Wielkość	Wartość	Jednostka
1.	$k_r$ - Współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.u.	0,7	-
2.	$V_{wi}$ - Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u.	0,35	[dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> dzień)]
3.	Dobowe zapotrzebowanie na c.w.u.	1,2	m <sup>3</sup>
4.	Roczne zapotrzebowanie na c.w.u.	423,5	m <sup>3</sup>
5.	Zapotrzebowanie na energię użytkową dla c.w.u.	22180,7	kWh
6.	Zapotrzebowanie na energię użytkową dla c.w.u.	4,7	[kWh/m <sup>2</sup> ]

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 127 Wartości sprawności źródła i instalacji dla potrzeb c.o. i wentylacji**

Rodzaj źródła	Sprawność źródła	Iloczyn sprawności przesyłu, regulacji i akumulacji
Kotłownia węglowa	0,82	0,85
Kotłownia gazowa (kocioł kondensacyjny)	0,94	0,85
Kotłownia na olej opałowy (kocioł kondensacyjny)	0,95	0,85
Kotłownia na biomasę (pelet)	0,65	0,85
Ogrzewanie sieciowe kogeneracja	0,98	0,85
Ogrzewanie sieciowe z ciepłowni	0,98	0,85
Ogrzewanie elektryczne	0,94	0,88
Pompa ciepła powietrze-woda	3	0,85
Pompa ciepła gruntowa	4	0,85

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 128 Zapotrzebowanie na energię użytkową budynku w odniesieniu do powierzchni ogrzewanej (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2002)**

Stacja meteorologiczna	EU [kWh/m <sup>2</sup> *rok]
Warszawa	95,1

Źródło: Opracowanie własne KAPE

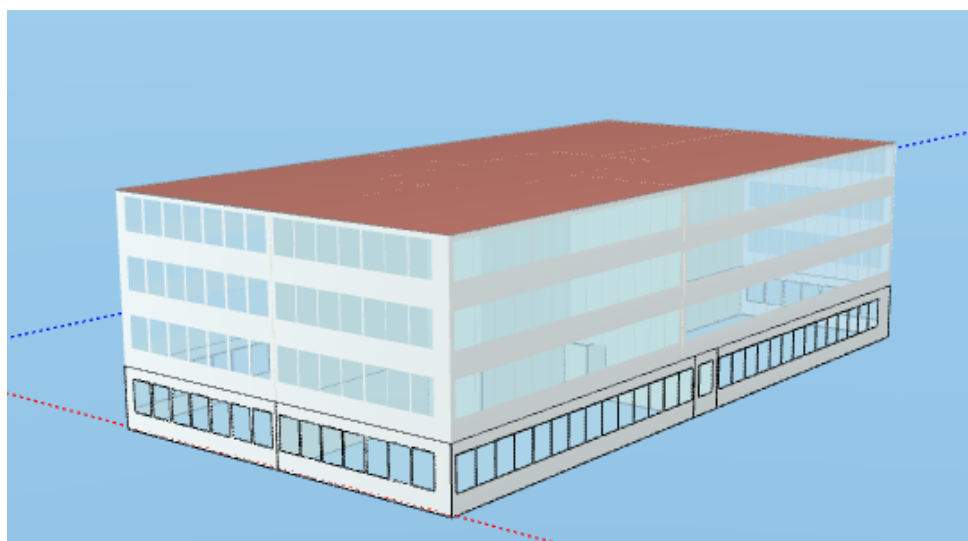


Tab. 129 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię końcową i pierwotną w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane źródła c.w.u.

Źródło ogrzewania	Źródło c.w.u.	EK [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	EP [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	jak c.o.	147,8	259,9
	pod przepływowy gazowy	145,3	256,2
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	143,2	262,9
Kotłownia gazowa	jak c.o.	136,6	247,6
	pod przepływowy gazowy	134,1	243,9
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	132,0	250,5
Olej opałowy	jak c.o.	135,8	246,7
	pod przepływowy gazowy	133,3	243,0
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	131,2	249,7
Kotłownia na biomasę	jak c.o.	170,7	177,6
	pod przepływowy gazowy	168,3	181,9
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	166,1	188,5
Ogrzewanie sieciowe kogeneracja	jak c.o.	132,2	217,3
	pod przepływowy gazowy	130,7	217,6
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	128,5	224,2
Ogrzewanie sieciowe z ciepłowni	jak c.o.	132,2	258,0
	pod przepływowy gazowy	130,7	254,3
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	128,5	260,9
Ogrzewanie elektryczne	jak c.o.	127,4	382,2
	pod przepływowy gazowy	129,6	375,6
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	127,4	382,2
Pompa ciepła woda-powietrze	jak c.o.	78,6	235,9
	pod przepływowy gazowy	82,0	232,8
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	79,8	239,4
Pompa ciepła gruntowa	jak c.o.	72,3	216,8
	pod przepływowy gazowy	76,0	214,8
	podgrzewacz przepływowy elektryczny	73,8	221,4

Źródło: Opracowanie własne KAPE

### 6.5.3.6 Czterokondygnacyjny budynek użyteczności publicznej – biurowiec z parterową częścią usługową



Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Rys. 27 Model budynku biurowego z częścią usługową**

**Tab. 130 Parametry budynku biurowego**

L.p.	Wielkość	Wartość	Jednostka
1.	Powierzchnia $A_f$	4735,79	m <sup>2</sup>
2.	Kubatura	15426,5	m <sup>3</sup>
3.	Średnia temperatura	20	°C
4.	A/V	0,17	1/m

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 131 Zestawienie powierzchni**

L.p.	Wielkość	Powierzchnia [m <sup>2</sup> ]
1.	Ściany zewnętrzne	1091,46
2.	Dach	1240,60
3.	Drzwi zewnętrzne	3,6
4.	Okna	1049,4

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 132 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2002)**

Stacja meteorologiczna	WT 2002 [kWh]
Warszawa	314 009,6

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 133 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji w odniesieniu do powierzchni ogrzewanej (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2002)**

Stacja meteorologiczna	WT 2002 [kWh/m <sup>2</sup> ]
Warszawa	66,3

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 134 Zapotrzebowanie na energię użytkową na potrzeby c.w.u.**

L.p.	Wielkość	Wartość	Jednostka
1.	$k_r$ - Współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.u.	0,72	-
2.	$V_{wi}$ - Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u.	0,41	[dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> dzień)]
3.	Dobowe zapotrzebowanie na c.w.u.	1,40	m <sup>3</sup>
4.	Roczne zapotrzebowanie na c.w.u.	510,27	m <sup>3</sup>
5.	Zapotrzebowanie na energię użytkową dla c.w.u.	27224,3	kWh
6.	Zapotrzebowanie na energię użytkową dla c.w.u.	5,7	[kWh/m <sup>2</sup> ]

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 135 Wartości sprawności źródła i instalacji dla potrzeb c.o. i wentylacji**

Rodzaj źródła	Sprawność źródła	Iloczyn sprawności przesyłu, regulacji i akumulacji
Kotłownia węglowa	0,82	0,85
Kotłownia gazowa (kocioł kondensacyjny)	0,94	0,85
Kotłownia na olej opałowy (kocioł kondensacyjny)	0,95	0,85
Kotłownia na biomasę (pelet)	0,65	0,85
Ogrzewanie sieciowe kogeneracja	0,98	0,85
Ogrzewanie sieciowe z ciepłowni	0,98	0,85
Ogrzewanie elektryczne	0,94	0,88
Pompa ciepła powietrze-woda	3	0,85
Pompa ciepła gruntowa	4	0,85

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 136 Zapotrzebowanie na energię użytkową budynku w odniesieniu do powierzchni ogrzewanej (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2002)**

Stacja meteorologiczna	EU [kWh/m <sup>2</sup> *rok]
Warszawa	98,3

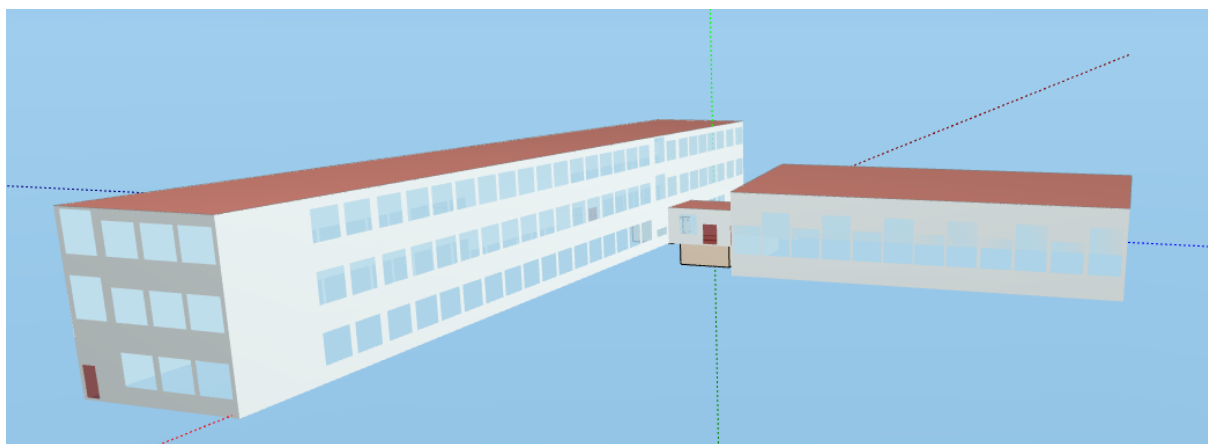
Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 137 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię końcową i pierwotną w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane źródła c.w.u.**

Źródło ogrzewania	Źródło c.w.u.	EK [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	EP [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	jak c.o.	165,9	295,2
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	163,0	291,0
Kotłownia gazowa	jak c.o.	160,3	299,2
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	153,7	281,8
Olej opałowy	jak c.o.	150,8	277,6
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	148,1	285,7
Kotłownia na biomasę	jak c.o.	152,8	280,8
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	149,9	276,6
Ogrzewanie sieciowe kogeneracja	jak c.o.	147,2	284,8
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	191,0	204,3
Ogrzewanie sieciowe z ciepłowni	jak c.o.	188,0	209,9
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	185,4	218,0
Ogrzewanie elektryczne	jak c.o.	148,8	248,4
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	147,0	248,9
Pompa ciepła woda- powietrze	jak c.o.	144,4	257,0
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	148,8	293,4
Pompa ciepła gruntowa	jak c.o.	147,0	288,9
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	144,4	297,1
Pompa ciepła woda- powietrze	jak c.o.	143,2	429,7
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	145,9	421,6
Pompa ciepła gruntowa	jak c.o.	143,2	429,7
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	89,6	268,7
Pompa ciepła woda- powietrze	jak c.o.	93,8	265,3
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	91,1	273,4
Pompa ciepła gruntowa	jak c.o.	82,5	247,6
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	87,2	245,6
Pompa ciepła woda- powietrze	jak c.o.	84,6	253,8
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny		

Źródło: Opracowanie własne KAPE

## 6.5.3.7 Budynek użyteczności publicznej - szkoła



Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Rys. 28 Model budynku użyteczności publicznej - szkoły**

**Tab. 138 Parametry budynku użyteczności publicznej - szkoły**

L.p.	Wielkość	Wartość	Jednostka
1.	Powierzchnia A <sub>f</sub>	3676,0	m <sup>2</sup>
2.	Kubatura	17094,7	m <sup>3</sup>
3.	Średnia temperatura	18,7	°C
4.	A/V	0,24	l/m

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 139 Zestawienie powierzchni**

L.p.	Wielkość	Powierzchnia [m <sup>2</sup> ]
1.	Ściany zewnętrzne	2565,4
2.	Dach	1988,7
3.	Drzwi zewnętrzne	19,87
4.	Okna	1032,0

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 140 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2002)**

Stacja meteorologiczna	WT 2002 [kWh]
Warszawa	392 582,2

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 141 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji w odniesieniu do powierzchni ogrzewanej (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2002)**

Stacja meteorologiczna	WT 2002 [kWh/m <sup>2</sup> ]
Warszawa	106,8

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 142 Zapotrzebowanie na energię użytkową na potrzeby c.w.u.**

L.p.	Wielkość	Wartość	Jednostka
1.	$k_r$ - Współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.u.	0,55	-
2.	$V_{wi}$ - Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u.	0,8	[dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> dzień)]
3.	Dobowe zapotrzebowanie na c.w.u.	1,62	m <sup>3</sup>
4.	Roczne zapotrzebowanie na c.w.u.	590,37	m <sup>3</sup>
5.	Zapotrzebowanie na energię użytkową dla c.w.u.	37414,0	kWh
6.	Zapotrzebowanie na energię użytkową dla c.w.u.	10,2	[kWh/m <sup>2</sup> ]

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 143 Wartości sprawności źródła i instalacji dla potrzeb c.o. i wentylacji**

Rodzaj źródła	Sprawność źródła	Iloczyn sprawności przesyłu, regulacji i akumulacji
Kotłownia węglowa	0,82	0,85
Kotłownia gazowa (kocioł kondensacyjny)	0,94	0,85
Kotłownia na olej opałowy (kocioł kondensacyjny)	0,95	0,85
Kotłownia na biomasę (pelet)	0,65	0,85
Ogrzewanie sieciowe kogeneracja	0,98	0,85
Ogrzewanie sieciowe z ciepłowni	0,98	0,85
Ogrzewanie elektryczne	0,94	0,88
Pompa ciepła powietrze-woda	3	0,85
Pompa ciepła gruntowa	4	0,85

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 144 Zapotrzebowanie na energię użytkową budynku w odniesieniu do powierzchni ogrzewanej (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2002)**

Stacja meteorologiczna	EU [kWh/m <sup>2</sup> *rok]
Warszawa	117,0

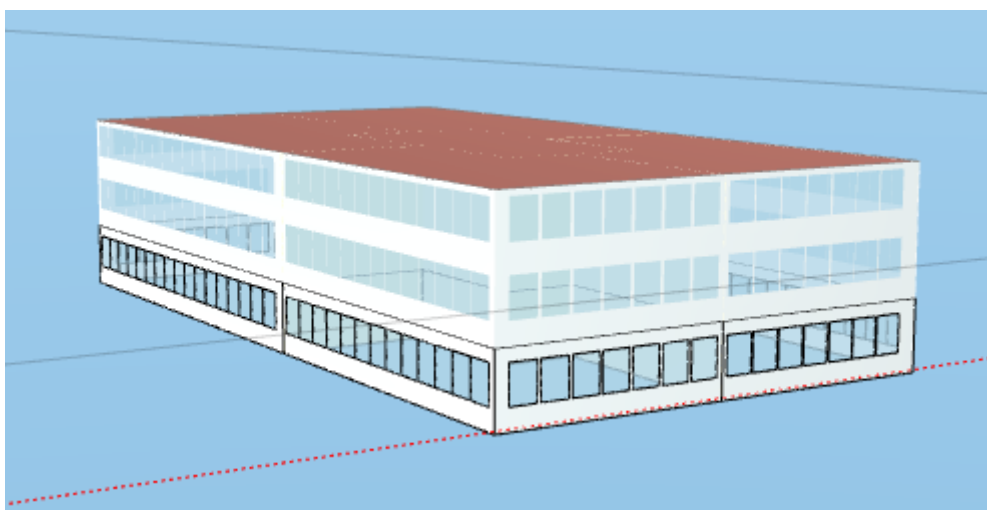
Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 145 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię końcową i pierwotną w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane źródła c.w.u.**

Źródło ogrzewania	Źródło c.w.u.	EK [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	EP [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	jak c.o.	212,2	306,9
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	207,1	300,0
Kotłownia gazowa	jak c.o.	202,4	314,3
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	192,6	285,2
Olej opałowy	jak c.o.	187,4	278,3
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	182,7	292,7
Kotłownia na biomasę	jak c.o.	191,2	283,7
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	186,0	276,8
Ogrzewanie sieciowe kogeneracja	jak c.o.	181,3	291,1
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	181,9	229,0
Ogrzewanie sieciowe z ciepłowni	jak c.o.	181,6	232,6
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	176,9	247,0
Ogrzewanie elektryczne	jak c.o.	181,9	300,9
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	181,6	297,1
Pompa ciepła woda- powietrze	jak c.o.	176,9	311,5
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	175,7	527,1
Pompa ciepła gruntowa	jak c.o.	180,4	512,7
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	175,7	527,1
Pompa ciepła woda- powietrze	jak c.o.	88,0	263,9
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	95,6	258,4
Pompa ciepła gruntowa	jak c.o.	90,9	272,7
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	76,6	229,7
Pompa ciepła woda- powietrze	jak c.o.	85,1	226,8
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	80,4	241,1

Źródło: Opracowanie własne KAPE

## 6.5.3.8 Budynek użyteczności publicznej - przychodnia



Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Rys. 29 Model budynku użyteczności publicznej - przychodni**

**Tab. 146 Parametry domu jednorodzinnego**

L.p.	Wielkość	Wartość	Jednostka
1.	Powierzchnia A <sub>f</sub>	3551,56	m <sup>2</sup>
2.	Kubatura	11862,0	m <sup>3</sup>
3.	Średnia temperatura	20	°C
4.	A/V	0,19	l/m

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 147 Zestawienie powierzchni**

L.p.	Wielkość	Powierzchnia [m <sup>2</sup> ]
1.	Ściany zewnętrzne	835,41
2.	Dach	1240,60
3.	Drzwi zewnętrzne	3,6
4.	Okna	785,4

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 148 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2002)**

Stacja meteorologiczna	WT 2002 [kWh]
Warszawa	291 915,3

Źródło: Opracowanie własne KAPE



**Tab. 149 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji w odniesieniu do powierzchni ogrzewanej (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2002)**

Stacja meteorologiczna	WT 2002 [kWh/m <sup>2</sup> ]
Warszawa	82,2

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 150 Zapotrzebowanie na energię użytkową na potrzeby c.w.u.**

L.p.	Wielkość	Wartość	Jednostka
1.	$k_r$ - Współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.u.	1,0	-
2.	$V_{wi}$ - Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u.	6,5	[dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> dzień)]
3.	Dobowe zapotrzebowanie na c.w.u.	23,1	m <sup>3</sup>
4.	Roczne zapotrzebowanie na c.w.u.	8426,1	m <sup>3</sup>
5.	Zapotrzebowanie na energię użytkową dla c.w.u.	441315,3	kWh
6.	Zapotrzebowanie na energię użytkową dla c.w.u.	124,3	[kWh/m <sup>2</sup> ]

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 151 Wartości sprawności źródła i instalacji dla potrzeb c.o. i wentylacji**

Rodzaj źródła	Sprawność źródła	Iloczyn sprawności przesyłu, regulacji i akumulacji
Kotłownia węglowa	0,82	0,85
Kotłownia gazowa (kocioł kondensacyjny)	0,94	0,85
Kotłownia na olej opałowy (kocioł kondensacyjny)	0,95	0,85
Kotłownia na biomasę (pelet)	0,65	0,85
Ogrzewanie sieciowe kogeneracja	0,98	0,85
Ogrzewanie sieciowe z ciepłowni	0,98	0,85
Ogrzewanie elektryczne	0,94	0,88
Pompa ciepła powietrze-woda	3	0,85
Pompa ciepła gruntowa	4	0,85

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 152 Zapotrzebowanie na energię użytkową budynku w odniesieniu do powierzchni ogrzewanej (w modelu przyjęto współczynnik U dla przegród zgodnie z WT2002)**

Stacja meteorologiczna	EU [kWh/m <sup>2</sup> *rok]
Warszawa	206,5

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 153 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię końcową i pierwotną w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane źródła c.w.u.**

Źródło ogrzewania	Źródło c.w.u.	EK [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	EP [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	jak c.o.	416,2	576,1
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	363,1 305,9	516,8 692,3
Kotłownia gazowa	jak c.o.	401,1	559,5
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	348,0 290,8	500,1 675,7
Olej opałowy	jak c.o.	400,0	558,3
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	346,9 289,7	498,9 674,5
Kotłownia na biomasę	jak c.o.	447,3	263,8
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	394,2 337,0	416,2 591,7
Ogrzewanie sieciowe kogeneracja	jak c.o.	374,5	435,3
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	343,4 286,2	464,6 640,2
Ogrzewanie sieciowe z ciepłowni	jak c.o.	374,5	591,7
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	343,4 286,2	514,3 689,8
Ogrzewanie elektryczne	jak c.o.	284,9	854,6
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	342,1 284,9	679,1 854,6
Pompa ciepła woda- powietrze	jak c.o.	174,7	524,0
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	277,2 219,9	484,3 659,8
Pompa ciepła gruntowa	jak c.o.	155,9	467,8
	pod przepływowy gazowy podgrzewacz przepływowy elektryczny	269,1 211,8	460,0 635,5

Źródło: Opracowanie własne KAPE

#### 6.5.4 Warianty poprawy efektywności energetycznej w budynkach istniejących podlegających termomodernizacji

Poprawę efektywności energetycznej osiągnięto poprzez warianty/pakiety poprawiające poziom izolacyjności cieplnej elementów obudowy budynków.

Wszystkie analizowane budynki podlegające termomodernizacji poddane zostały analizie poprawy efektywności energetycznej poprzez następujące warianty:

**Wariant 1** - Poprawę izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych budynku.

**Wariant 2** - Poprawę izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych budynku oraz poprawę izolacyjności cieplnej okien i drzwi.

**Wariant 3** - Poprawę izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych budynku oraz poprawę izolacyjności cieplnej okien i drzwi. Wymianę wentylacji grawitacyjnej na wentylację mechaniczną z odzyskiem ciepła o sprawności 73% w budynkach poddanych głębokiej termorenowacji oraz w budynkach nowych.

**Wariant 4** - Poprawę izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych budynku oraz poprawę izolacyjności cieplnej okien i drzwi. Wymianę wentylacji grawitacyjnej na wentylację mechaniczną z odzyskiem ciepła o sprawności 73% w budynkach poddanych głębokiej termorenowacji oraz w budynkach nowych. Dywersyfikację dostarczania energii na potrzeby c.w.u. w wysokości 50% udziału OZE (panele fotowoltaiczne).

#### 6.5.4.1 Budynek mieszalny jednorodzinny, wolnostojący dom parterowy z poddaszem użytkowym.

**Tab. 154 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową, końcową i pierwotną w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane warianty termomodernizacji**

Źródło ciepła	Warianty	EU [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	EK [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	EP [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	Budynek referencyjny	180,3	302,9	343,7
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	132,2	224,3	256,6
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	103,7	177,4	204,4
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	83,3	148,2	180,1
	jw. + zastosowanie OZE	83,3	148,2	156,6
Kotłownia gazowa	Budynek referencyjny	180,3	269,4	306,8
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	132,2	200,8	230,8
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	103,7	159,8	185,0
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	83,3	134,8	165,4
	jw. + zastosowanie OZE	83,3	134,8	142,5
Olej opałowy	Budynek referencyjny	180,3	267,1	304,2
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	132,5	199,5	229,4
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	103,7	158,6	183,7
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	83,3	134,0	164,4
	jw. + zastosowanie OZE	83,3	134,0	141,5
Σ	Budynek referencyjny	180,3	369,5	89,3

	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	132,2	270,4	68,7
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	103,7	211,3	55,9
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	83,3	169,1	58,9
	jw. + zastosowanie OZE	83,3	172,2	54,7
Pompa ciepła woda-powietrze	Budynek referencyjny	180,3	85,0	254,9
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	132,2	63,4	190,3
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	103,7	50,6	151,7
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	83,3	45,8	137,3
	jw. + zastosowanie OZE	83,3	45,8	101,9
Pompa ciepła gruntowa	Budynek referencyjny	180,3	67,6	202,7
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	132,2	51,4	154,2
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	103,7	41,7	125,1
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	83,3	39,2	117,5
	jw. + zastosowanie OZE	83,3	39,2	82,1

Źródło: Opracowanie własne KAPE

#### 6.5.4.2 Budynek mieszkalny jednorodzinny, wolnostojący dwukondygnacyjny

**Tab. 155 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową, końcową i pierwotną w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane warianty termomodernizacji**

Źródło ciepła	Warianty	EU [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	EK [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	EP [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	Budynek referencyjny	106,7	177,9	214,4
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	80,5	140,1	172,9
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	44,7	88,4	116,0
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	35,7	78,8	111,8
	jw. + zastosowanie OZE	35,7	79,8	88,1
Kotłownia gazowa	Budynek referencyjny	106,7	162,7	197,7
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	80,5	129,7	161,4
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	44,7	84,6	111,9
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	35,7	77,7	112,6
	jw. + zastosowanie OZE	35,7	77,7	85,7
Olej opałowy	Budynek referencyjny	106,7	160,4	195,2
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	80,5	127,8	159,3

	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	44,7	83,2	110,3
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	35,7	76,4	111,1
	jw. + zastosowanie OZE	35,7	76,4	84,9
Kotłownia na biomasę	Budynek referencyjny	106,7	209,1	69,5
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	80,5	161,4	59,9
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	44,7	96,4	46,9
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	35,7	84,4	56,8
	jw. + zastosowanie OZE	35,7	84,4	51,9
Pompa ciepła woda-powietrze	Budynek referencyjny	106,7	51,7	155,2
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	80,5	41,4	124,2
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	44,7	27,3	81,8
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	35,7	28,1	84,3
	jw. + zastosowanie OZE	35,7	28,1	43,8
Pompa ciepła gruntowa	Budynek referencyjny	106,7	43,6	130,7
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	80,5	35,8	107,5
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	44,7	25,2	75,7
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	35,7	27,0	80,9
	jw. + zastosowanie OZE	35,7	27,0	40,4

Źródło: Opracowanie własne KAPE

#### 6.5.4.3 Budynek mieszkalny wielorodzinny, trzykondygnacyjny z ośmioma lokalami mieszkalnymi

**Tab. 156 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową, końcową i pierwotną w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane warianty termomodernizacji**

Źródło ciepła	Warianty	EU [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	EK [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	EP [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	Budynek referencyjny	94,4	150,5	169,3
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	82,2	133,0	149,8
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	61,5	102,8	116,4
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	43,6	80,3	97,8
	jw. + zastosowanie OZE	43,6	80,3	69,2
Kotłownia gazowa	Budynek referencyjny	94,4	138,2	155,7
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	82,2	122,9	138,7
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	61,5	96,6	109,5
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	43,6	77,4	94,6

	jw. + zastosowanie OZE	43,6	77,4	65,9
Olej opałowy	Budynek referencyjny	94,4	138,2	155,7
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	82,2	122,2	137,9
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	61,5	96,1	109,0
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	43,6	77,2	94,4
	jw. + zastosowanie OZE	43,6	77,2	65,7
Kotłownia na biomasę	Budynek referencyjny	94,4	175,8	40,6
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	82,2	153,6	35,9
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	61,5	115,7	27,9
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	43,6	86,4	31,2
	jw. + zastosowanie OZE	43,6	86,4	26,0
Ogrzewanie sieciowe kogeneracja	Budynek referencyjny	94,4	129,5	106,8
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	82,2	114,8	94,9
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	61,5	89,6	74,4
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	43,6	71,3	67,1
	jw. + zastosowanie OZE	43,6	71,3	48,2
Ogrzewanie sieciowe ciepłowni	Budynek referencyjny	94,4	129,5	170,8
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	82,2	114,8	151,5
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	61,5	89,6	118,6
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	43,6	71,3	69,7
	jw. + zastosowanie OZE	43,6	71,3	69,7
Ogrzewanie elektryczne	Budynek referencyjny	94,4	132,9	398,7
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	82,2	117,6	352,8
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	61,5	91,4	274,2
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	43,6	72,3	216,8
	jw. + zastosowanie OZE	43,6	72,3	77,8
Pompa ciepła woda-powietrze	Budynek referencyjny	94,4	46,4	139,3
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	82,2	41,6	124,8
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	61,5	33,3	100,0
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	43,6	29,7	89,0
	jw. + zastosowanie OZE	43,6	29,7	36,1
Pompa ciepła	Budynek referencyjny	94,4	37,5	112,5
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	82,2	33,9	101,6

	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	61,5	27,6	82,9
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	43,6	25,7	77,2
	jw. + zastosowanie OZE	43,6	25,7	31,3

Źródło: Opracowanie własne KAPE

#### 6.5.4.4 Budynek mieszkalny wielorodzinny, pięciokondygnacyjny z czternastoma lokalami mieszkalnymi

**Tab. 157 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową, końcową i pierwotną w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane warianty termomodernizacji**

Źródło ciepła	Warianty	EU [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	EK [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	EP [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	Budynek referencyjny	86,8	139,6	157,2
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	77,1	125,5	141,6
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	56,5	95,6	108,4
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	39,6	74,4	91,1
	jw. + zastosowanie OZE	39,6	74,4	62,5
Kotłownia gazowa	Budynek referencyjny	86,8	128,7	145,2
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	77,1	116,4	131,5
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	56,5	90,3	102,6
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	39,6	72,2	88,7
	jw. + zastosowanie OZE	39,6	72,2	60,0
Olej opałowy	Budynek referencyjny	86,8	127,9	144,3
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	77,1	115,8	130,8
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	56,5	89,9	102,1
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	39,6	72,0	88,5
	jw. + zastosowanie OZE	39,6	72,0	59,8
Kotłownia na biomasę	Budynek referencyjny	86,8	162,0	37,7
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	77,1	144,3	34,0
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	56,5	106,6	26,1
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	39,6	79,0	29,5
	jw. + zastosowanie OZE	39,6	79,0	24,2
Ogrzewanie sieciowe	Budynek referencyjny	86,8	120,3	99,4
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	77,1	108,6	89,8
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	56,5	83,5	69,6

	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	39,6	66,4	63,0
	jw. + zastosowanie OZE	39,6	66,4	44,1
Ogrzewanie sieciowe z ciepłowni	Budynek referencyjny	86,8	120,3	158,9
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	77,1	108,6	143,4
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	56,5	83,5	110,7
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	39,6	66,4	93,9
	jw. + zastosowanie OZE	39,6	66,4	63,2
Ogrzewanie elektryczne	Budynek referencyjny	86,8	123,4	370,2
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	77,1	111,1	333,4
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	56,5	85,1	255,3
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	39,6	67,2	201,5
	jw. + zastosowanie OZE	39,6	67,2	62,5
Pompa ciepła woda-powietrze	Budynek referencyjny	86,8	43,4	130,3
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	77,1	39,6	118,7
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	56,5	31,4	94,1
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	39,6	28,0	84,1
	jw. + zastosowanie OZE	39,6	28,0	31,2
Pompa ciepła gruntowa	Budynek referencyjny	86,8	35,2	105,7
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	77,1	32,3	97,0
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	56,5	26,2	78,5
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	39,6	24,5	73,5
	jw. + zastosowanie OZE	39,6	24,5	27,6

Źródło: Opracowanie własne KAPE

#### 6.5.4.5 Czterokondygnacyjny budynek użyteczności publicznej - biurowiec

**Tab. 158 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową, końcową i pierwotną w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane warianty termomodernizacji**

Źródło ciepła	Warianty	EU [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	EK [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	EP [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
K o węgla	Budynek referencyjny	95,1	147,8	259,9
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	81,6	124,2	236,5
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	68,2	94,7	210,6
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	52,6	82,7	218,3
	jw. + zastosowanie OZE	52,6	82,7	213,5
K o +	Budynek referencyjny	95,1	136,6	247,6



	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	81,6	116,2	227,7
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	68,2	90,9	206,4
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	52,6	81,8	217,4
	jw. + zastosowanie OZE	52,6	81,8	212,5
Olej opałowy	Budynek referencyjny	95,1	135,8	246,7
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	81,6	115,6	227,1
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	68,2	90,6	206,1
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	52,6	81,8	217,3
Kotłownia na biomasę	Budynek referencyjny	95,1	170,7	177,6
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	81,6	140,6	175,3
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	68,2	102,5	177,3
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	52,6	84,5	204,6
Ogrzewanie sieciowe kogeneracja	Budynek referencyjny	95,1	132,2	217,3
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	81,6	112,6	204,8
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	68,2	88,6	193,2
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	52,6	80,4	211,2
Ogrzewanie sieciowe z ciepłowni	Budynek referencyjny	95,1	132,2	258,0
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	81,6	112,6	235,0
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	68,2	88,6	209,7
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	52,6	80,4	218,0
Ogrzewanie elektryczne	Budynek referencyjny	95,1	127,4	382,2
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	81,6	108,0	324,0
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	68,2	84,2	252,6
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	52,6	76,4	229,2
Pompa ciepła woda-	jw. + zastosowanie OZE	52,6	76,4	212,1
	Budynek referencyjny	95,1	78,6	235,9
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	81,6	73,3	219,8
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	68,2	67,8	203,5

	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	52,6	72,8	218,4
	jw. + zastosowanie OZE	52,6	72,8	209,4
Pompa ciepła gruntowa	Budynek referencyjny	95,1	72,3	216,8
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	81,6	68,6	205,7
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	68,2	65,4	196,2
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	52,6	72,0	215,9
	jw. + zastosowanie OZE	52,6	72,0	208,0

Źródło: Opracowanie własne KAPE

#### 6.5.4.6 Czterokondygnacyjny budynek użyteczności publicznej – biurowiec z parterową częścią usługową

**Tab. 159 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową, końcową i pierwotną w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane warianty termomodernizacji**

Źródło ciepła	Warianty	EU [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	EK [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	EP [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	Budynek referencyjny	98,3	165,9	295,2
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	84,1	141,7	270,9
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	69,2	110,8	242,8
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	50,9	93,9	245,8
	jw. + zastosowanie OZE	50,9	93,9	239,9
Kotłownia gazowa	Budynek referencyjny	98,3	153,7	281,8
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	84,1	132,7	261,0
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	69,2	106,2	237,7
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	50,9	92,9	244,7
	jw. + zastosowanie OZE	50,9	92,9	238,7
Olej opałowy	Budynek referencyjny	98,3	152,8	280,8
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	84,1	132,1	260,3
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	69,2	105,9	237,4
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	50,9	92,8	244,6
	jw. + zastosowanie OZE	50,9	92,8	238,7
Kotłownia na biomasę	Budynek referencyjny	98,3	191,0	204,3
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	84,1	160,1	201,5
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	69,2	120,1	202,2
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	50,9	96,0	229,3
	jw. + zastosowanie OZE	50,9	96,0	228,2
C	Budynek referencyjny	98,3	148,8	248,4

	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	84,1	128,7	235,1
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	69,2	103,5	221,9
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	50,9	91,3	237,4
	jw. + zastosowanie OZE	50,9	91,3	233,4
Ogrzewanie sieciowe z ciepłowni	Budynek referencyjny	98,3	148,8	293,4
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	84,1	128,7	269,4
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	69,2	103,5	242,0
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	50,9	91,3	245,6
	jw. + zastosowanie OZE	50,9	91,3	233,4
Ogrzewanie elektryczne	Budynek referencyjny	98,3	143,2	429,7
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	84,1	123,3	369,9
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	69,2	98,2	294,7
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	50,9	86,4	259,3
	jw. + zastosowanie OZE	50,9	86,4	241,9
Pompa ciepła woda-powietrze	Budynek referencyjny	98,3	89,6	268,7
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	84,1	83,9	251,7
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	69,2	77,9	233,7
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	50,9	81,8	245,4
	jw. + zastosowanie OZE	50,9	81,8	234,3
Pompa ciepła gruntowa	Budynek referencyjny	98,3	82,5	247,6
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	84,1	78,6	235,9
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	69,2	74,9	224,8
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	50,9	80,8	242,3
	jw. + zastosowanie OZE	50,9	80,8	232,7

Źródło: Opracowanie własne KAPE

#### 6.5.4.7 Budynek użyteczności publicznej - szkoła

**Tab. 160 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową, końcową i pierwotną w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane warianty termomodernizacji**

Źródło ciepła	Warianty	EU [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	EK [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	EP [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	Budynek referencyjny	117,0	212,2	306,9
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	76,2	153,2	241,4
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	48,7	113,2	197,1

	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	23,0	89,4	196,1
	jw. + zastosowanie OZE	23,0	89,4	185,4
Kotłownia gazowa	Budynek referencyjny	117,0	192,6	285,2
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	76,2	141,0	228,0
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	48,7	106,1	189,3
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	23,0	87,0	193,5
	jw. + zastosowanie OZE	23,0	87,0	182,8
Olej opałowy	Budynek referencyjny	117,0	191,2	283,7
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	76,2	140,1	227,0
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	48,7	105,6	188,7
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	23,0	86,9	193,3
	jw. + zastosowanie OZE	23,0	86,9	182,6
Kotłownia na biomasę	Budynek referencyjny	117,0	252,6	158,7
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	76,2	178,1	143,1
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	48,7	127,7	132,5
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	23,0	94,2	162,9
	jw. + zastosowanie OZE	23,0	94,2	161,0
Ogrzewanie sieciowe kogeneracja	Budynek referencyjny	117,0	181,9	229,0
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	76,2	132,5	188,9
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	48,7	99,0	161,9
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	23,0	81,4	177,2
	jw. + zastosowanie OZE	23,0	81,4	171,2
Ogrzewanie sieciowe ciepłowni	Budynek referencyjny	117,0	181,9	300,9
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	76,2	132,5	236,3
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	48,7	99,0	192,6
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	23,0	81,4	192,4
	jw. + zastosowanie OZE	23,0	81,4	182,7
Ogrzewanie elektryczne	Budynek referencyjny	117,0	175,7	527,1
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	76,2	126,4	379,3
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	48,7	93,1	279,4
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	23,0	75,9	227,6
	jw. + zastosowanie OZE	23,0	75,9	196,7
P o n t	Budynek referencyjny	117,0	88,0	263,9

	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	76,2	71,8	215,3
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	48,7	60,8	182,4
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	23,0	64,2	192,6
	jw. + zastosowanie OZE	23,0	64,2	172,8
Pompa ciepła gruntowa	Budynek referencyjny	117,0	76,6	229,7
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	76,2	64,4	193,1
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	48,7	56,1	168,4
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	23,0	62,0	186,1
	jw. + zastosowanie OZE	23,0	62,0	169,0

Źródło: Opracowanie własne KAPE

#### 6.5.4.8 Budynek użyteczności publicznej - przychodnia

**Tab. 161 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową, końcową i pierwotną w odniesieniu do powierzchni budynku z podziałem na wybrane warianty termomodernizacji**

Źródło ciepła	Wariant	EU [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	EK [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]	EP [kWh/(m <sup>2</sup> *rok)]
Kotłownia węglowa	Budynek referencyjny	206,5	416,2	576,1
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	192,8	396,4	554,3
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	165,4	356,7	510,1
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	140,3	331,6	503,5
	jw. + zastosowanie OZE	140,3	331,6	374,0
Kotłownia gazowa	Budynek referencyjny	206,5	401,1	559,5
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	192,8	383,8	540,4
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	165,4	349,1	501,8
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	140,3	328,6	500,2
	jw. + zastosowanie OZE	140,3	328,6	370,8
Olej opałowy	Budynek referencyjny	206,5	400,0	558,3
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	192,8	382,9	539,4
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	165,4	348,6	501,2
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	140,3	238,4	500,0
	jw. + zastosowanie OZE	140,3	238,4	370,6
Kotłownia na biomase	Budynek referencyjny	206,5	447,3	263,8
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	192,8	422,3	258,6
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	165,4	372,2	248,0

	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	140,3	337,6	272,0
	jw. + zastosowanie OZE	140,3	337,6	248,5
Ogrzewanie sieciowe kogeneracja	Budynek referencyjny	206,5	374,5	435,3
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	192,8	357,9	422,0
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	165,4	324,7	395,0
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	140,3	305,5	404,1
	jw. + zastosowanie OZE	140,3	305,5	318,7
Ogrzewanie sieciowe z ciepłowni	Budynek referencyjny	206,5	374,5	591,7
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	192,8	357,9	570,1
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	165,4	324,7	526,6
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	140,3	305,5	520,6
	jw. + zastosowanie OZE	140,3	305,5	381,8
Ogrzewanie elektryczne	Budynek referencyjny	206,5	284,9	854,6
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	192,8	268,3	805,0
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	165,4	235,2	705,7
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	140,3	216,3	649,0
	jw. + zastosowanie OZE	140,3	216,3	272,5
Pompa ciepła woda-powietrze	Budynek referencyjny	206,5	174,7	524,0
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	192,8	169,2	507,7
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	165,4	158,3	475,0
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	140,3	159,6	478,9
	jw. + zastosowanie OZE	140,3	159,6	240,0
Pompa ciepła gruntowa	Budynek referencyjny	206,5	155,9	467,8
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg, stropów	192,8	151,8	455,5
	jw. + Wymiana stolarki okiennej drzwiowej	165,4	143,6	430,9
	jw. + wentylacja mechaniczna z rekuperacją (73%)	140,3	147,4	442,3
	jw. + zastosowanie OZE	140,3	147,4	235,2

Źródło: Opracowanie własne KAPE

## 6.6 Ramy metodologii porównawczej do celów obliczenia optymalnego pod względem kosztów poziomu minimalnych wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej budynków i elementów budynków

Do obliczeń optymalnych pod względem kosztów poziomów wymagań minimalnych dotyczących charakterystyki energetycznej budynków i elementów budynku stosuje się ramy

metodologii porównawczej określone w załączniku I do Rozporządzenia delegowanego Komisji UE nr 244/2012 [D3], które oparte są na metodologii wartości bieżącej netto (całkowitych kosztów).

Obliczenia przeprowadza się na poziomie finansowym i/lub makroekonomicznym.

### 6.6.1 Ogólne zasady obliczania kosztów całkowitych w przypadku obliczenia finansowego i makroekonomicznego

#### Obliczanie kosztów całkowitych w przypadku obliczenia finansowego

Określając koszt całkowity w przypadku obliczenia finansowego, koszty, które należy uwzględnić, są to koszty z wszystkimi należnymi podatkami, w tym łącznie z VAT i innymi opłatami.

Całkowite koszty dla budynków i elementów budynków oblicza się poprzez zsumowanie różnych rodzajów kosztów i zastosowanie wobec nich stopy dyskontowej za pomocą współczynnika dyskontowego w celu wyrażenia ich w ujęciu wartościowym w roku zerowym oraz dodanie do nich zdyskontowanej wartości rezydualnej według następującego wzoru:

$$C_g(\tau) = C_I + \sum_j \left[ \sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) \times R_d(i)) - V_{f,\tau}(j) \right]$$

Gdzie:

T - okres obliczeniowy (30 lat w odniesieniu do budynków mieszkalnych i publicznych, 20 lat dla budynków niemieszkalnych o charakterze gospodarczym) T

$C_G(T)$  - koszt całkowity budynku w okresie obliczeniowym,

$C_I$  - początkowe koszty inwestycyjne,

$C_{a,i}(j)$  - roczny koszt eksploatacyjny w roku i w odniesieniu do środka lub zestawu środków j,

$V_{f,\tau}(j)$  - wartość rezydualna środka lub zestawu środków j na koniec okresu obliczeniowego (zdyskontowana do roku zerowego  $\square_0$ ),

$R_d(i)$  - współczynnik dyskontowy dla roku i obliczany ze wzoru:

$$R_d(p) = \left( \frac{1}{1 + r/100} \right)^p$$

Gdzie:

$R_g$  - rzeczywista stopa dyskontowa, %,

p - liczba lat eksploatacji budynku liczona od roku zerowego.

### Obliczanie kosztów całkowitych w przypadku obliczenia makroekonomicznego

Określając koszt całkowity w przypadku obliczenia makroekonomicznego, koszty, które należy uwzględnić, są to koszty z wyłączeniem wszystkich należnych podatków, VAT, opłat i dotacji.

Dodatkowo na poziomie makroekonomicznym, oprócz kategorii kosztów uwzględnionych na poziomie finansowym należy uwzględnić koszt emisji gazów cieplarnianych, co daje następujący wzór obliczania kosztów całkowitych:

$$C_g(\tau) = C_I + \sum_j \left[ \sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j)R_d(i) + C_{c,i}(j)) - V_{f,\tau}(j) \right]$$

gdzie:

$C_{c,i}(j)$  oznacza koszt emisji dwutlenku węgla w roku  $i$  w odniesieniu do środka lub zestawu środków  $j$ .

#### 6.6.2 Założenia i dane do określenia optymalnego pod względem kosztów poziomu minimalnych wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej budynków i elementów wchodzących w skład przegród zewnętrznych budynków

Obliczenia optymalnego pod względem kosztów poziomu minimalnych wymagań przeprowadzono dla:

- budynków nowych – dot. wskaźnika zapotrzebowania na energię pierwotną EP.
- budynków istniejących – dot. współczynnika przenikania ciepła  $U$  dla przegród budowlanych w budynkach.

Powyższe założenia wynikają z obowiązujących wymagań określonych w Rozporządzeniu w sprawie Warunków Technicznych [R9].

Na cele obliczeń przyjęto:

1. Rok zerowy – 2022
2. Okres obliczeniowy: 30 lat w odniesieniu do budynków mieszkalnych i publicznych poddawanych analizie
3. Podział kategorii kosztów:
  - **początkowe koszty inwestycji** – przyjęto na podstawie wykonanych kosztorysów inwestorskich
  - **koszty bieżące** - w przypadku obliczeń dla budynku przyjęto koszty konserwacji urządzeń HVAC oraz koszt wymiany źródła ciepła w budynku po 15 latach, w przypadku obliczeń dla przegród nie uwzględniono tej kategorii kosztów
  - **koszty energii** – przyjęto koszty stanowiące iloczyn wielkości zużycia poszczególnych nośników energii i cen tych nośników w danym roku (na podstawie aktualnych cen oraz ewolucji cen energii w okresie obliczeniowym)



- **koszt emisji gazów cieplarnianych** (przy obliczeniach makroekonomicznych) - *stanowiący iloczyn wielkości zużycia poszczególnych nośników energii przez wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> [KOBIZE] oraz ceny emisji w ramach systemu handel emisjami w danym roku (na podstawie aktualnych cen [ ] i ewolucji cen emisji CO<sub>2</sub> w okresie obliczeniowym)*
4. Wartość rezydualna: określono za pomocą amortyzacji liniowej początkowego kosztu inwestycji do końca okresu obliczeniowego, gdzie wskaźnik amortyzacji dla budynków mieszkalnych przyjęto 1,5%, zaś publicznych 2,5%.
  5. Lokalizacja, dla której zostały wykonane obliczenia: Warszawa.
  - 6.

Obliczenia optymalnych pod względem kosztów wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej budynków i elementów wchodzących w skład przegród zewnętrznych budynków wykonano dla stacji meteorologicznej Warszawa.

Warunki meteorologiczne/klimatyczne panujące w tej lokalizacji są charakterystyczne dla warunków panujących na większości terenu Polski i jednocześnie są najbardziej zbliżone do średniej dla wszystkich stacji w zakresie liczby stopniodni oraz warunków nasłonecznienia.

W związku z czym jest to najbardziej zasadne jest przyjęcie stacji meteorologicznej Warszawa za reprezentatywną dla całego kraju dla której można wykonać takie obliczenia optymalnych pod względem kosztów wymagań charakterystyki energetycznej budynków.

#### 6.6.2.1 Aktualne ceny energii i jej nośników

W instalacjach grzewczych, przygotowania, ciepłej wody użytkowej, wentylacji, a także klimatyzacji i oświetlenia budynków, dla których zostały przeprowadzone obliczenia stosowane są następujące rodzaje energii i paliwa:

- energia elektryczna,
- energia cieplna z miejskiej sieci przesyłowej,
- węgiel kamienny,
- gaz ziemny,
- olej opałowy lekki,
- biomasa (pelet drzewny).

Ciepło sieciowe, gaz ziemny oraz energia elektryczna są dostarczane do budynku poprzez sieć przesyłową. Cena za ich zużycie jest obliczana na podstawie taryf deklarowanych przez dostawców wyżej wymienionych. Pozostałe źródła ciepła są dostarczane do miejsca ich wykorzystania w sposób nieuwzględniający sieci przesyłowych.

Na podstawie przeprowadzonego rozeznania cenowego na terenie Warszawy i okolic poniżej w tabeli zestawiono średnie ceny poszczególnych energii i paliw wykorzystane w analizach przeliczone na zł/kWh.

**Tab. 162 Ceny nośników energii**

Paliwo/energia	Cena 1 kWh
	[zł/kWh]
Gaz ziemny	0,28
Olej opałowy lekki	0,69
Węgiel	0,49
Biomasa	0,59
Ciepło sieciowe	0,24
Energia elektryczna	0,67

Źródło: Opracowanie własne KAPE

Cena gazu wg. ZAŁĄCZNIK DO TARYFY PGNiG Obrót Detaliczny sp. z o.o. w zakresie obrotu paliwami gazowymi nr 11 przy założonej wartości opałowej 36,5 MJ/m<sup>3</sup> wg. Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> (WE) w roku 2019 do raportowania w ramach Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2022.

Średnia cena lekkiego oleju opałowego wynosi brutto 6,88 PLN/l. Wartość opałowa deklarowana przez producenta wynosi 42,6 MJ/kg. Koszt jednej kilowatogodziny wynosi 0,69 PLN/kWh.

Cena węgla kamiennego na podstawie aktualnych ofert internetowych oraz w składach kształtuje się na poziomie 3600-4000 PLN/tonę. Przy wartości opałowej podanej przez producenta węgla na poziomie 26,3 MJ/Kg otrzymuje się koszt jednej kilowatogodziny wynoszący 0,49 PLN/kWh.

Zgodnie z aktualnymi cenami internetowymi oraz w składach biomasy, cena za tonę peletu drzewnego wynosi 3000 PLN/tonę. Zakładając wartość opałową równą 18,3 MJ/kg, cena za wytworzenie jednej kilowatogodziny wynosi 0,59 PLN/kWh

#### 6.6.2.2 Prognozowane ceny energii oraz jej nośników

W związku z aktualną sytuacją na rynku energii w Polsce oraz Europie (stan na październik 2022 r.) spowodowaną przede wszystkim wojną Rosji z Ukrainą, a także epidemią COVID-19, które wpłynęły zarówno na dostęp jak i ostatnie wzrosty cen energii i paliw, jak również z prowadzoną polityką klimatyczno-energetyczną UE, można stwierdzić, że przywołane w Wytycznych do Rozporządzenia [D3] szacunkowe długoterminowe ewolucja cen energii z 2009 mogą być w obecnych warunkach być nieaktualne. Jednocześnie brak jest aktualnych prognoz ewolucji cen energii/paliw dostępnych w dokumentach UE.

Dlatego mając na uwadze wszystko powyżej a przede wszystkim przewidywaną stabilizację na rynku energii oraz cele UE do 2030 a następnie 2050 r. do obliczeń proponuje się przyjęcie następującego scenariusza ewolucji cen energii i paliw opracowane przez KAPE S.A.:

**Tab. 163 Ewolucja cen nośników energii**

Nośnik energii	Średni roczny wskaźnik wzrostu	
	do 2030 r.	do 2052 r.
Energia elektryczna	2,5%	1,25%
Energia ciepła z miejskiej sieci przesyłowej	2%	1%
Węgiel kamienny	3%	1,5%
Gaz ziemny	5%	2,5%

Olej opalowy lekki	5%	2,5%
Biomasa (palet drzewny)	4%	2%

Źródło: Opracowanie własne KAPE

### 6.6.2.3 Aktualne ceny uprawnień do emisji

W analizie makroekonomicznej uwzględniono koszty emisji CO<sub>2</sub>, do obliczeń których przyjęto cenę uprawnień do emisji CO<sub>2</sub> równą 318,77 zł - stan 30 września 2022 r. <sup>35</sup>

### 6.6.2.4 Prognozowane ceny uprawnień do emisji

Podobnie jak w przypadku ewolucji cen energii aktualnie brak dostępnych prognoz UE w zakresie rynku uprawnień do emisji CO<sub>2</sub>, w związku z tym do obliczeń proponuje się przyjęcie następującej ewolucji cen uprawnień opracowane przez KAPE S.A.

Tab. 164 Ewolucja cen uprawnień emisji CO<sub>2</sub>

Rok	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
%	-10,00%	-5,00%	0,00%	7,73%	7,17%	6,69%	6,27%	5,90%	5,57%	5,28%
Zł	286,89	272,55	272,55	293,61	314,67	335,74	356,80	377,86	398,92	419,99
Rok	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
%	5,02%	4,78%	4,56%	4,36%	4,18%	4,01%	3,86%	3,71%	4,83%	4,60%
Zł	441,05	462,11	483,17	504,24	525,30	546,36	567,42	588,49	616,88	645,27
Rok	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052
%	4,40%	4,21%	4,04%	3,89%	3,74%	3,61%	3,48%	3,36%	-1,00%	-1,00%
Zł	673,67	702,06	730,46	758,85	787,25	815,64	844,04	872,43	863,71	855,07

Źródło: Opracowanie własne KAPE

### 6.6.2.5 Określenie stopy dyskonta

Obliczenia zarówno na poziomie finansowym jak i makroekonomicznym wykonano dla dwóch stóp dyskontowych:

- 3%
- 7%.

Przyjęcie do obliczeń stopy dyskontowej 3% wynika z zapisów Rozporządzenia delegowanego [D9], zaś stopa dyskontowa 7% oddaje obecne realia wysokości stóp procentowych zarówno w Polsce jak i na świecie.

## 6.7 Obliczenia optymalnego pod względem kosztów poziomu wymagań minimalnych dla budynków i przegród zewnętrznych

### 6.7.1 Budynki

Do przeprowadzenia obliczeń optymalnego pod względem kosztów poziomu wymagań minimalnych w zakresie wskaźnika zapotrzebowania na energię EP przyjęto 4 nowe budynki

<sup>35</sup> Raport Rynku, KOBiZE, wrzesień 2022 r.

o szczegółowych pramateriach przedstawionych w pkt 6.5.1. Budynek referencyjne spełniają wymagania izolacyjności cieplnej WT2021 i są wyposażone w wentylację mechaniczną z odzyskiem ciepła 73%, zaś budynek biurowy również w klimatyzację.

Budynek referencyjny przyjęty w analizie jako **Wariant 0 (W0)**.

Budynki poddane analizie:

- Budynek mieszkalny jednorodzinny dwukondygnacyjny
- Budynek mieszkalny jednorodzinny dwukondygnacyjny
- Budynek publiczny szkoły
- Budynek biura z częścią użytkową

Jako środki/warianty poprawy efektywności energetycznej dla rozpatrywanych budynków przyjęto:

**Wariant 1** - Poprawę izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych budynku: ścian ( $U=0,15$  W/(m<sup>2</sup>K)); dachu/stropodachu ( $U=0,12$  W/(m<sup>2</sup>K)); podłogi na gruncie ( $U=0,20$  W/(m<sup>2</sup>K)).

**Wariant 2** - Poprawę izolacyjności cieplnej okien ( $U=0,8$  W/(m<sup>2</sup>K) i drzwi ( $U=1,1$  W/(m<sup>2</sup>K)).

**Wariant 3** - Zastosowanie instalacji PV\* na dachu budynku, tak aby spełnić wymagania WT2021 dotyczące energii pierwotnej. Za priorytet przyjęto pokrycie zapotrzebowania na c.w.u.

**Wariant 4** - Zastosowanie wszystkich powyższych środków poprawy efektywności energetycznej.

Każdy zestaw wariantów został przeanalizowany dla przypadku zastosowanie różnych źródeł ciepła W BUDYNKU.

Dla budynku jednorodzinnego:

- Kocioł węglowy
- Kocioł gazowy
- Kocioł na olej opałowy
- Kocioł na biomasę
- Pompa ciepła powietrze-woda
- Gruntowa pompa ciepła

Dla pozostałych budynków:


- Kocioł węglowy
- Kocioł gazowy
- Kocioł na olej opałowy
- Kocioł na biomasę
- Pompa ciepła powietrze-woda
- Gruntowa pompa ciepła
- Ogrzewanie elektryczne
- Ciepło z sieci (ciepłownia)
- Ciepło z sieci (kogeneracja)


Szczegółowe założenia oraz przyjęte dane liczbowe w zakresie:


- początkowych kosztów inwestycji tj. budowy nowych budynków z analizowanym źródłem ciepła na cele c.o i c.w.u.
- kosztów bieżących w zakresie kosztów konserwacji i kosztów odtworzenia
- kosztów energii (uwzględniających wielkość energii dostarczonej, cenę energii/paliwa, ewolucje cen/paliw)
- kosztów emisji CO<sub>2</sub> (uwzględniających wielkość energii dostarczonej, wskaźnik emisji CO<sub>2</sub>, ewolucje cen uprawnień do emisji) – analiza makroekonomiczna
- wielkości wskaźników amortyzacji dla budynków w celu obliczenia wartości rezydualnej oraz modele obliczeniowe całkowitych kosztów dla analizowanych budynków uwzględniającymi różne stopy dyskontowe w ujęciu **finansowym** i **makroekonomicznym** przedstawiono w arkuszach kalkulacyjnych Excel załączonych do niniejszego opracowania.

W pkt 6.7.1.1-4 zestawiono otrzymane wyniki obliczenia optymalnych pod względem kosztów wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej dla analizowanych budynków w perspektywie finansowej i makroekonomicznej.

Wyniki całkowitych kosztów odniesiono do 1 m<sup>2</sup> powierzchni o regulowanej temperaturze budynku, co w zestawieniu z przedstawionymi wskaźnikami zapotrzebowania na energię pierwotną ułatwia interpretację wyników.

 Kolorem żółtym zaznaczono najniższy koszt całkowity środka poprawy efektywności energetycznej (wariantu) spośród analizowanych wariantów przy danym źródła ciepła.

 Kolorem niebieskim zaznaczono najniższy koszt całkowity środka poprawy efektywności energetycznej (wariantu) spośród wszystkich analizowanych wariantów i wszystkich źródeł ciepła

 Kolorem zielonym zaznaczono warianty dla których został spełniony obecnie wymagany wskaźnik zapotrzebowania na energię pierwotną EP [kWh/m<sup>2</sup>/rok] dla przypadku danego źródła ciepła.

### 6.7.1.1 Budynek jednorodzinny dwukondygnacyjny

Poniżej w tabelach zestawiono otrzymane wyniki obliczenia optymalnych pod względem kosztów wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej dla nowego budynku jednorodzinnego w perspektywie finansowej i makroekonomicznej.

Dla budynku jednorodzinnego obowiązująca maksymalna wartość wskaźnika **EP = 70 [kWh/m<sup>2</sup>/rok]**.

#### I. Wyniki analizy finansowej

**Tab. 165 Zdyskontowane całkowite koszty i zapotrzebowanie na energię pierwotną dla budynku jednorodzinnego odniesione do m<sup>2</sup> powierzchni - analiza finansowa dla r=3%**

		Referencyjny	W1	W2	W3	W4
Kocioł węglowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 512,88	4 483,75	4 516,26	4 159,17	4 138,49
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>105,0</b>	<b>98,7</b>	<b>102,2</b>	<b>69,5</b>	<b>60,6</b>
Kocioł gazowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 243,40	4 242,92	4 278,03	4 048,90	4 066,80
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>102,7</b>	<b>97,2</b>	<b>103,3</b>	<b>67,1</b>	<b>59,4</b>
Kocioł na olej opałowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 970,58	4 904,73	4 974,25	4 238,91	4 167,49
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>101,4</b>	<b>96,0</b>	<b>102,1</b>	<b>66,9</b>	<b>59,3</b>
Kocioł na biomasę	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 844,67	4 765,43	4 816,82	4 305,29	4 214,94
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>52,4</b>	<b>51,0</b>	<b>51,0</b>	<b>55,2</b>	<b>53,2</b>
Pompa ciepła powietrze-woda	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	3 842,71	3 885,68	3 873,76	4 020,66	4 099,60
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>79,3</b>	<b>73,9</b>	<b>77,1</b>	<b>55,0</b>	<b>48,4</b>
Gruntowa pompa ciepła	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 214,95	4 258,19	4 246,07	4 392,90	4 472,17
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>75,8</b>	<b>71,6</b>	<b>74,2</b>	<b>51,5</b>	<b>46,6</b>

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 166 Zdyskontowane całkowite koszty i zapotrzebowanie na energię pierwotną dla budynku jednorodzinnego odniesione do m<sup>2</sup> powierzchni - analiza finansowa dla r=7%**

		Referencyjny	W1	W2	W3	W4
Kocioł węglowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 777,97	4 785,17	4 800,92	4 628,34	4 661,64
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>105,0</b>	<b>98,7</b>	<b>102,2</b>	<b>69,5</b>	<b>60,6</b>
Kocioł gazowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 596,08	4 622,00	4 639,00	4 552,93	4 611,50
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>102,7</b>	<b>97,2</b>	<b>103,3</b>	<b>67,1</b>	<b>59,4</b>
Kocioł na olej opałowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	5 029,33	5 015,62	5 053,48	4 660,55	4 664,97
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>101,4</b>	<b>96,0</b>	<b>102,1</b>	<b>66,9</b>	<b>59,3</b>
Kocioł na biomasę	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 975,15	4 952,19	4 979,11	4 716,27	4 707,65
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>52,4</b>	<b>51,0</b>	<b>51,0</b>	<b>55,2</b>	<b>53,2</b>
Pompa ciepła powietrze-woda	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 975,15	4 445,69	4 433,98	4 573,66	4 668,70
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>79,3</b>	<b>73,9</b>	<b>77,1</b>	<b>55,0</b>	<b>48,4</b>
Gruntowa pompa ciepła	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 393,86	4 839,68	4 827,77	4 967,39	5 062,75
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>75,8</b>	<b>75,8</b>	<b>74,2</b>	<b>51,5</b>	<b>46,6</b>

Źródło: Opracowanie własne KAPE

## II. Wyniki analizy makroekonomicznej

Tab. 167 Zdyskontowane całkowite koszty i zapotrzebowanie na energię pierwotną dla budynku jednorodzinnego odniesione do m2 powierzchni - analiza makroekonomiczna dla r=3%

		Referencyjny	W1	W2	W3	W4
Kocioł węglowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 499,63	4 447,28	4 491,23	4 017,88	4 983,31
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>105,0</b>	<b>98,7</b>	<b>102,2</b>	<b>69,5</b>	<b>60,6</b>
Kocioł gazowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 140,14	4 126,16	4 149,40	3 877,78	4 895,00
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>102,7</b>	<b>97,2</b>	<b>100,2</b>	<b>67,1</b>	<b>59,4</b>
Kocioł na olej opałowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 913,33	4 830,07	4 889,63	4 082,97	5 005,68
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>101,4</b>	<b>96,0</b>	<b>98,9</b>	<b>66,9</b>	<b>59,3</b>
Kocioł na biomasę	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 951,06	5 015,31	5 003,77	5 130,76	6 865,02
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>52,4</b>	<b>51,0</b>	<b>51,7</b>	<b>55,2</b>	<b>53,2</b>
Pompa ciepła powietrze-woda	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	5 039,92	5 104,16	5 092,62	5 219,62	6 953,88
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>79,3</b>	<b>73,9</b>	<b>76,4</b>	<b>55,0</b>	<b>48,4</b>
Gruntowa pompa ciepła	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	5 494,47	5 558,72	5 547,18	5 674,17	7 408,43
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>75,8</b>	<b>71,6</b>	<b>73,5</b>	<b>51,5</b>	<b>46,6</b>

Źródło: Opracowanie własne KAPE

Tab. 168 Zdyskontowane całkowite koszty i zapotrzebowanie na energię pierwotną dla budynku jednorodzinnego odniesione do m2 powierzchni - analiza makroekonomiczna dla r=7%

		Referencyjny	W1	W2	W3	W4
Kocioł węglowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 581,99	4 573,80	4 596,40	4 353,84	5 587,25
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>105,0</b>	<b>98,7</b>	<b>102,2</b>	<b>69,5</b>	<b>60,6</b>
Kocioł gazowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 347,21	4 363,21	4 372,74	4 259,38	5 525,47
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>102,7</b>	<b>97,2</b>	<b>100,2</b>	<b>67,1</b>	<b>59,4</b>
Kocioł na olej opałowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 809,70	4 783,87	4 815,33	4 378,91	5 587,93
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>101,4</b>	<b>96,0</b>	<b>98,9</b>	<b>66,9</b>	<b>59,3</b>
Kocioł na biomasę	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 306,43	4 362,59	4 352,50	4 463,51	5 979,55
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>52,4</b>	<b>51,0</b>	<b>51,7</b>	<b>55,2</b>	<b>53,2</b>
Pompa ciepła powietrze-woda	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 306,43	4 428,51	4 418,42	4 529,44	6 045,48
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>79,3</b>	<b>73,9</b>	<b>76,4</b>	<b>55,0</b>	<b>48,4</b>
Gruntowa pompa ciepła	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 372,35	4 765,76	4 755,67	4 866,68	6 382,73
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>75,8</b>	<b>75,8</b>	<b>73,5</b>	<b>51,5</b>	<b>46,6</b>

Źródło: Opracowanie własne KAPE

Zgodnie z przedstawionymi wynikami w przypadku analizy finansowej przy stopie równej 3% optymalnym kosztowo rozwiązaniem jest ustanowienie minimalnego wskaźnika EP = 79,3 [kWh/m<sup>2</sup>/rok], zaś przy obliczeniach dla stopy równej 7% EP=75,8 [kWh/m<sup>2</sup>/rok], obie wartości są nieco wyższe niż obecnie obowiązujący wskaźnik EP. W obu przypadkach optymalne wartości otrzymano dla budynku referencyjnego.

W przypadku analizy makroekonomicznej zarówno przy stopie równej 3% oraz 7% optymalnym kosztowo rozwiązaniem jest ustanowienie minimalnego wskaźnika EP = 67,1 [kWh/m<sup>2</sup>/rok], czyli minimalnie niższe niż obecnie obowiązujący wskaźnik EP. W obu przypadkach optymalne wartości otrzymano dla Wariantu 3 tj. budynek referencyjny w którym zastosowano PV na potrzeby c.w.u., w którym źródłem ciepła dla budynku jest kocioł węglowy.

### 6.7.1.2 Budynek wielorodzinny pięciokondygnacyjny

Poniżej w tabelach zestawiono otrzymane wyniki obliczenia optymalnych pod względem kosztów wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej dla nowego budynku wielorodzinnego w perspektywie finansowej i makroekonomicznej dla różnych stóp procentowych.

Dla budynku wielorodzinnego obowiązująca maksymalna wartość wskaźnika **EP = 65 [kWh/m<sup>2</sup>/rok]**.

#### I. Wyniki analizy finansowej

Tab. 169 Zdyskontowane całkowite koszty i zapotrzebowanie na energię pierwotną dla budynku wielorodzinnego odniesione do m<sup>2</sup> powierzchni - analiza finansowa dla r=3%

		Referencyjny	W1	W2	W3	W4
Kocioł węglowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	3 662,50	3 629,86	3 657,42	3 373,97	3 339,16
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>100,10</b>	<b>95,60</b>	<b>98,6</b>	<b>62,7</b>	<b>56,8</b>
Kocioł gazowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	3 429,69	3 417,25	3 431,22	3 267,22	3 257,94
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>97,2</b>	<b>93,9</b>	<b>96,6</b>	<b>60,5</b>	<b>55,2</b>
Kocioł na olej opałowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 364,80	4 307,90	4 351,95	3 757,80	3 689,68
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>97,7</b>	<b>93,7</b>	<b>96,4</b>	<b>60,3</b>	<b>55,1</b>
Kocioł na biomasę	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 064,38	3 997,76	4 048,68	3 630,70	3 551,70
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>31,2</b>	<b>30,0</b>	<b>30,8</b>	<b>24,4</b>	<b>22,9</b>
Pompa ciepła powietrze-woda	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	3 151,77	3 153,28	3 158,19	3 096,06	3 103,99
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>92,7</b>	<b>89,4</b>	<b>91,6</b>	<b>56,6</b>	<b>52,2</b>
Gruntowa pompa ciepła	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	3 245,98	3 252,41	3 255,69	3 216,51	3 231,01
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>81,1</b>	<b>78,6</b>	<b>80,3</b>	<b>49,8</b>	<b>46,5</b>
Ogrzewanie elektryczne	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	3 834,12	3 796,26	3 827,42	3 440,52	3 397,61
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>227,3</b>	<b>216,8</b>	<b>223,9</b>	<b>129,5</b>	<b>115,8</b>
Ogrzewanie z sieci (ciepłownia)	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	3 095,54	3 094,48	3 102,38	3 056,43	3 063,33
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>103,7</b>	<b>99,2</b>	<b>102,2</b>	<b>61,7</b>	<b>55,5</b>
Ogrzewanie z sieci (kogeneracja)	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	3 095,54	3 094,48	3 102,38	3 056,43	3 063,33
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>69,1</b>	<b>66,3</b>	<b>68,2</b>	<b>43,3</b>	<b>39,6</b>

Źródło: Opracowanie własne KAPE



**Tab. 170 Zdyskontowane całkowite koszty i zapotrzebowanie na energię pierwotną dla budynku wielorodzinnego odniesione do m2 powierzchni - analiza finansowa dla r=7%**

		Referencyjny	W1	W2	W3	W4
Kocioł węglowy	LCC [zł/m2]	3 750,26	3 741,11	3 754,54	3 651,15	3 648,10
	EP [kWh/m2/rok]	<b>100,1</b>	<b>95,6</b>	<b>98,6</b>	<b>62,7</b>	<b>56,8</b>
Kocioł gazowy	LCC [zł/m2]	3 633,00	3 637,02	3 641,59	3 618,25	3 631,89
	EP [kWh/m2/rok]	<b>97,2</b>	<b>93,9</b>	<b>96,6</b>	<b>60,5</b>	<b>55,2</b>
Kocioł na olej opałowy	LCC [zł/m2]	4 169,05	4 146,12	4 168,93	3 884,82	3 862,80
	EP [kWh/m2/rok]	<b>97,7</b>	<b>93,7</b>	<b>96,4</b>	<b>60,3</b>	<b>55,1</b>
Kocioł na biomasę	LCC [zł/m2]	3 988,44	3 958,85	3 986,34	3 804,01	3 774,38
	EP [kWh/m2/rok]	<b>31,2</b>	<b>30,0</b>	<b>30,8</b>	<b>24,4</b>	<b>22,9</b>
Pompa ciepła powietrze-woda	LCC [zł/m2]	3 452,15	3 464,25	3 463,60	3 497,55	3 521,09
	EP [kWh/m2/rok]	<b>92,7</b>	<b>89,4</b>	<b>91,6</b>	<b>56,6</b>	<b>52,2</b>
Gruntowa pompa ciepła	LCC [zł/m2]	3 579,11	3 594,30	3 592,62	3 641,02	3 668,70
	EP [kWh/m2/rok]	<b>81,1</b>	<b>78,6</b>	<b>80,3</b>	<b>49,8</b>	<b>46,5</b>
Ogrzewanie elektryczne	LCC [zł/m2]	3 858,47	3 845,79	3 861,66	3 691,20	3 682,75
	EP [kWh/m2/rok]	<b>227,3</b>	<b>216,8</b>	<b>223,9</b>	<b>129,5</b>	<b>115,8</b>
Ogrzewanie z sieci (ciepłownia)	LCC [zł/m2]	3 418,00	3 428,39	3 429,69	3 473,00	3 495,78
	EP [kWh/m2/rok]	<b>103,7</b>	<b>99,2</b>	<b>102,2</b>	<b>61,7</b>	<b>55,5</b>
Ogrzewanie z sieci (kogeneracja)	LCC [zł/m2]	3 418,00	3 428,39	3 429,69	3 473,00	3 495,78
	EP [kWh/m2/rok]	<b>69,10</b>	<b>66,30</b>	<b>68,20</b>	<b>43,30</b>	<b>39,60</b>

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**II. Wyniki analizy makroekonomicznej****Tab. 171 Zdyskontowane całkowite koszty i zapotrzebowanie na energię pierwotną dla budynku wielorodzinnego odniesione do m2 powierzchni - analiza makroekonomiczna dla r=3%**

		Referencyjny	W1	W2	W3	W4
Kocioł węglowy	LCC [zł/m2]	3 733,04	3 684,61	3 721,81	3 318,19	3 262,46
	EP [kWh/m2/rok]	<b>100,10</b>	<b>95,60</b>	<b>98,6</b>	<b>62,7</b>	<b>56,8</b>
Kocioł gazowy	LCC [zł/m2]	3 379,39	3 357,94	3 376,98	3 138,35	3 116,83
	EP [kWh/m2/rok]	<b>97,2</b>	<b>93,9</b>	<b>96,6</b>	<b>60,5</b>	<b>55,2</b>
Kocioł na olej opałowy	LCC [zł/m2]	4 379,03	4 310,48	4 361,39	3 666,89	3 583,02
	EP [kWh/m2/rok]	<b>97,7</b>	<b>93,7</b>	<b>96,4</b>	<b>60,3</b>	<b>55,1</b>
Kocioł na biomasę	LCC [zł/m2]	3 873,50	3 804,58	3 856,04	3 428,18	3 345,81
	EP [kWh/m2/rok]	<b>31,2</b>	<b>30,0</b>	<b>30,8</b>	<b>24,4</b>	<b>22,9</b>
Pompa ciepła powietrze-woda	LCC [zł/m2]	3 137,19	3 129,49	3 139,78	2 986,99	2 981,88
	EP [kWh/m2/rok]	<b>92,7</b>	<b>89,4</b>	<b>91,6</b>	<b>56,6</b>	<b>52,2</b>
Gruntowa pompa ciepła	LCC [zł/m2]	3 190,96	3 190,26	3 198,22	3 078,05	3 082,27
	EP [kWh/m2/rok]	<b>81,1</b>	<b>78,6</b>	<b>80,3</b>	<b>49,8</b>	<b>46,5</b>
Ogrzewanie elektryczne	LCC [zł/m2]	4 132,91	4 069,27	4 116,85	3 502,58	3 425,23
	EP [kWh/m2/rok]	<b>227,3</b>	<b>216,8</b>	<b>223,9</b>	<b>129,5</b>	<b>115,8</b>

Ogrzewanie z sieci (ciepłownia)	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	3 129,95	3 115,08	3 132,00	2 969,93	2 958,91
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>103,7</b>	<b>99,2</b>	<b>102,2</b>	<b>61,7</b>	<b>55,5</b>
Ogrzewanie z sieci (kogeneracja)	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	3 126,52	3 111,83	3 128,63	2 968,10	2 957,30
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>69,1</b>	<b>66,3</b>	<b>68,2</b>	<b>43,3</b>	<b>39,6</b>

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 172 Zdyskontowane całkowite koszty i zapotrzebowanie na energię pierwotną dla budynku wielorodzinnego odniesione do m<sup>2</sup> powierzchni - analiza makroekonomiczna dla r=7%**

		Referencyjny	W1	W2	W3	W4
Kocioł węglowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	3 648,74	3 629,68	3 648,89	3 471,19	3 454,67
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>100,1</b>	<b>95,6</b>	<b>98,6</b>	<b>62,7</b>	<b>56,8</b>
Kocioł gazowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	3 458,64	3 456,58	3 464,34	3 392,30	3 397,35
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>97,2</b>	<b>93,9</b>	<b>96,6</b>	<b>60,5</b>	<b>55,2</b>
Kocioł na olej opałowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 034,88	4 004,37	4 031,38	3 684,12	3 651,53
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>97,7</b>	<b>93,7</b>	<b>96,4</b>	<b>60,3</b>	<b>55,1</b>
Kocioł na biomasę	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	3 739,94	3 708,03	3 736,17	3 541,55	3 508,32
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>31,2</b>	<b>30,0</b>	<b>30,8</b>	<b>24,4</b>	<b>22,9</b>
Pompa ciepła powietrze-woda	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	3 301,44	3 307,33	3 310,05	3 286,29	3 300,80
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>92,7</b>	<b>89,4</b>	<b>91,6</b>	<b>56,6</b>	<b>52,2</b>
Gruntowa pompa ciepła	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	3 398,90	3 409,06	3 410,35	3 406,49	3 426,67
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>81,1</b>	<b>78,6</b>	<b>80,3</b>	<b>49,8</b>	<b>46,5</b>
Ogrzewanie elektryczne	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	3 885,70	3 857,50	3 882,94	3 577,92	3 548,38
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>227,3</b>	<b>216,8</b>	<b>223,9</b>	<b>129,5</b>	<b>115,8</b>
Ogrzewanie z sieci (ciepłownia)	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	3 292,35	3 293,95	3 300,66	3 271,95	3 282,94
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>103,7</b>	<b>99,2</b>	<b>102,2</b>	<b>61,7</b>	<b>55,5</b>
Ogrzewanie z sieci (kogeneracja)	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	3 290,43	3 292,12	3 298,77	3 270,92	3 282,04
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>69,1</b>	<b>66,3</b>	<b>68,2</b>	<b>43,3</b>	<b>39,6</b>

Źródło: Opracowanie własne KAPE

Zgodnie z przedstawionymi wynikami zarówno w przypadku analizy finansowej przy stopie 3% jak i makroekonomicznej przy stopach 3 i 7% optymalne kosztowo rozwiązanie otrzymujemy dla budynku, który podłączony jest do sieci ciepłowniczej zaopatrywanej z ciepłowni lub elektrociepłowni oraz wyposażony w instalacje PV na potrzeby c.w.u. (wariant 3). W zależności od źródła ciepła dla sieci wskaźnik EP jest na poziomie 61,7 [kWh/m<sup>2</sup>/rok] lub 43,3 [kWh/m<sup>2</sup>/rok].

W przypadku analizy finansowej przy stopie równej 7% optymalne kosztowo rozwiązanie jest dla budynku referencyjnego gdzie wskaźniki EP kształtuje się na poziomie 103,7 [kWh/m<sup>2</sup>/rok] (dla ciepła z ciepłowni) i 69,1 [kWh/m<sup>2</sup>/rok] (dla ciepła z elektrociepłowni).

Mając na uwadze, że w Polsce bardziej powszechnym źródłem ciepła w przypadku sieci są ciepłownie niż elektrociepłownie wydaje się zasadne ustanawianie wskaźnika EP biorąc pod uwagę ogrzewanie z sieci zaopatrywanej z ciepłowni.

### 6.7.1.3 Budynek szkoły

Poniżej w tabelach zestawiono otrzymane wyniki obliczenia optymalnych pod względem kosztów wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej dla nowego budynku szkoły w perspektywie finansowej i makroekonomicznej dla różnych stóp procentowych.

Dla analizowanego budynku użyteczności publicznej (szkoły) obliczona obowiązująca maksymalna wartość wskaźnika **EP = 70 [kWh/m<sup>2</sup>/rok]**.

#### I. Wyniki analizy finansowej

**Tab. 173 Zdyskontowane całkowite koszty i zapotrzebowanie na energię pierwotną dla budynku szkoły o odniesione do m<sup>2</sup> powierzchni - analiza finansowa dla r=3%**

		Referencyjny	W1	W2	W3	W4
Kocioł węglowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 502,54	4 481,87	4 499,00	4 247,04	4 236,22
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>117,0</b>	<b>113,3</b>	<b>114,1</b>	<b>68,8</b>	<b>63,3</b>
Kocioł gazowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 385,47	4 380,23	4 392,61	4 201,00	4 213,33
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>114,4</b>	<b>111,2</b>	<b>111,9</b>	<b>66,2</b>	<b>61,4</b>
Kocioł na olej opałowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 826,77	4 784,92	4 807,35	4 389,54	4 346,96
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>114,20</b>	<b>111,00</b>	<b>111,70</b>	<b>66,00</b>	<b>61,30</b>
Kocioł na biomasę	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 747,19	4 697,64	4 719,88	4 407,17	4 353,88
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>83,8</b>	<b>82,9</b>	<b>83,1</b>	<b>53,1</b>	<b>51,7</b>
Pompa ciepła powietrze-woda	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 384,41	4 391,05	4 401,36	4 259,24	4 287,76
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>113,4</b>	<b>110,7</b>	<b>111,3</b>	<b>65,5</b>	<b>61,5</b>
Gruntowa pompa ciepła	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 630,81	4 640,73	4 649,40	4 520,41	4 553,84
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>107,0</b>	<b>105,0</b>	<b>105,4</b>	<b>61,7</b>	<b>58,7</b>
Ogrzewanie elektryczne	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 543,31	4 520,43	4 537,30	4 250,84	4 233,43
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>172,3</b>	<b>164,2</b>	<b>166,0</b>	<b>93,5</b>	<b>81,3</b>
Ogrzewanie z sieci (ciepłownia)	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 192,60	4 198,93	4 209,31	4 088,96	4 115,92
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>117,1</b>	<b>113,5</b>	<b>114,3</b>	<b>68,3</b>	<b>62,9</b>
Ogrzewanie z sieci (kogeneracja)	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 192,60	4 198,93	4 209,31	4 088,96	4 115,92
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>100,5</b>	<b>98,3</b>	<b>98,8</b>	<b>60,5</b>	<b>57,2</b>

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 174 Zdyskontowane całkowite koszty i zapotrzebowanie na energię pierwotną dla budynku szkoły odniesione do m<sup>2</sup> powierzchni - analiza finansowa dla r=7%**

		Referencyjny	W1	W2	W3	W4
Kocioł węglowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 425,79	4 422,57	4 436,47	4 327,74	4 343,58
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>117,0</b>	<b>113,3</b>	<b>114,1</b>	<b>68,8</b>	<b>63,3</b>
Kocioł gazowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 368,12	4 375,01	4 385,84	4 317,67	4 348,67
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>114,4</b>	<b>111,2</b>	<b>111,9</b>	<b>66,2</b>	<b>61,4</b>
Kocioł na olej opałowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 622,73	4 607,43	4 624,34	4 419,06	4 416,77
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>114,2</b>	<b>111,0</b>	<b>111,7</b>	<b>66,0</b>	<b>61,3</b>

Kocioł na biomasę	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 571,88	4 551,27	4 568,21	4 424,10	4 414,38
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>83,8</b>	<b>82,9</b>	<b>83,1</b>	<b>53,1</b>	<b>51,7</b>
Pompa ciepła powietrze-woda	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 408,44	4 422,22	4 431,87	4 391,27	4 431,58
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>113,4</b>	<b>110,7</b>	<b>111,3</b>	<b>65,5</b>	<b>61,5</b>
Gruntowa pompa ciepła	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 664,35	4 680,20	4 688,81	4 656,47	4 699,88
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>107,0</b>	<b>105,0</b>	<b>105,4</b>	<b>61,7</b>	<b>58,7</b>
Ogrzewanie elektryczne	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 450,08	4 445,28	4 459,05	4 327,61	4 339,01
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>172,3</b>	<b>164,2</b>	<b>166,0</b>	<b>93,5</b>	<b>81,3</b>
Ogrzewanie z sieci (ciepłownia)	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 231,69	4 245,22	4 254,92	4 227,61	4 266,84
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>117,1</b>	<b>113,5</b>	<b>114,3</b>	<b>68,3</b>	<b>62,9</b>
Ogrzewanie z sieci (kogeneracja)	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 231,69	4 245,22	4 254,92	4 227,61	4 266,84
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>100,5</b>	<b>98,3</b>	<b>98,8</b>	<b>60,5</b>	<b>57,2</b>

Źródło: Opracowanie własne KAPE

## II. Wyniki analizy makroekonomicznej

Tab. 175 Zdyskontowane całkowite koszty i zapotrzebowanie na energię pierwotną dla budynku szkoły o odniesione do m<sup>2</sup> powierzchni - analiza makroekonomiczna dla r=3%

		Referencyjny	W1	W2	W3	W4
Kocioł węglowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 504,45	4 470,54	4 489,81	4 110,16	4 079,08
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>117,0</b>	<b>113,3</b>	<b>114,1</b>	<b>68,8</b>	<b>63,3</b>
Kocioł gazowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 325,35	4 312,16	4 325,15	4 029,15	4 029,14
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>114,4</b>	<b>111,2</b>	<b>111,9</b>	<b>66,2</b>	<b>61,4</b>
Kocioł na olej opałowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 796,27	4 744,28	4 768,06	4 232,35	4 174,15
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>114,20</b>	<b>111,00</b>	<b>111,70</b>	<b>66,00</b>	<b>61,30</b>
Kocioł na biomasę	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 621,26	4 569,27	4 590,94	4 207,89	4 150,53
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>83,8</b>	<b>82,9</b>	<b>83,1</b>	<b>53,1</b>	<b>51,7</b>
Pompa ciepła powietrze-woda	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 334,10	4 332,78	4 343,89	4 087,25	4 102,72
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>113,4</b>	<b>110,7</b>	<b>111,3</b>	<b>65,5</b>	<b>61,5</b>
Gruntowa pompa ciepła	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 543,78	4 547,12	4 555,90	4 317,90	4 340,36
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>107,0</b>	<b>105,0</b>	<b>105,4</b>	<b>61,7</b>	<b>58,7</b>
Ogrzewanie elektryczne	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 641,20	4 597,92	4 618,36	4 156,62	4 106,83
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>172,3</b>	<b>164,2</b>	<b>166,0</b>	<b>93,5</b>	<b>81,3</b>
Ogrzewanie z sieci (ciepłownia)	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 175,44	4 170,90	4 182,73	3 940,99	3 950,01
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>117,1</b>	<b>113,5</b>	<b>114,3</b>	<b>68,3</b>	<b>62,9</b>
Ogrzewanie z sieci (kogeneracja)	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 175,35	4 170,81	4 182,65	3 940,95	3 949,98
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>100,5</b>	<b>98,3</b>	<b>98,8</b>	<b>60,5</b>	<b>57,2</b>

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 176 Zdyskontowane całkowite koszty i zapotrzebowanie na energię pierwotną dla budynku szkoły o odniesione do m<sup>2</sup> powierzchni - analiza makroekonomiczna dla r=7%**

		Referencyjny	W1	W2	W3	W4
Kocioł węglowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 274,46	4 262,90	4 277,69	4 092,60	4 094,95
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>117,00</b>	<b>113,30</b>	<b>114,10</b>	<b>68,80</b>	<b>63,30</b>
Kocioł gazowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 179,61	4 181,13	4 192,00	4 060,55	4 082,52
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>114,40</b>	<b>111,20</b>	<b>111,90</b>	<b>66,20</b>	<b>61,40</b>
Kocioł na olej opałowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 452,35	4 430,45	4 447,83	4 171,66	4 158,49
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>114,20</b>	<b>111,00</b>	<b>111,70</b>	<b>66,00</b>	<b>61,30</b>
Kocioł na biomasę	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 348,67	4 325,79	4 342,11	4 153,87	4 139,76
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>83,80</b>	<b>82,90</b>	<b>83,10</b>	<b>53,10</b>	<b>51,70</b>
Pompa ciepła powietrze-woda	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 222,54	4 230,94	4 240,74	4 131,17	4 162,05
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>113,40</b>	<b>110,70</b>	<b>111,30</b>	<b>65,50</b>	<b>61,50</b>
Gruntowa pompa ciepła	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 448,20	4 459,45	4 467,83	4 369,62	4 404,76
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>107,00</b>	<b>105,00</b>	<b>105,40</b>	<b>61,70</b>	<b>58,70</b>
Ogrzewanie elektryczne	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 353,05	4 335,89	4 351,37	4 116,79	4 107,90
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>172,30</b>	<b>164,20</b>	<b>166,00</b>	<b>93,50</b>	<b>81,30</b>
Ogrzewanie z sieci (ciepłownia)	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 069,27	4 075,78	4 086,00	3 985,86	4 012,90
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>117,10</b>	<b>113,50</b>	<b>114,30</b>	<b>68,30</b>	<b>62,90</b>
Ogrzewanie z sieci (kogeneracja)	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 069,19	4 075,70	4 085,92	3 985,82	4 012,87
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>100,50</b>	<b>98,30</b>	<b>98,80</b>	<b>60,50</b>	<b>57,20</b>

Źródło: Opracowanie własne KAPE

Podobnie jak w przypadku budynku wielorodzinnego optymalne kosztowo rozwiązanie otrzymujemy dla budynku, który podłączony jest do sieci ciepłowniczej zaopatrywanej z ciepłowni lub elektrociepłowni oraz wyposażony w instalacje PV na potrzeby c.w.u. (wariant 3), zarówno w przypadku analizy finansowej jak i makroekonomicznej.

W zależności od źródła ciepła dla sieci wskaźnik EP jest na poziomie 68,3 [kWh/m<sup>2</sup>/rok] lub 60,5 [kWh/m<sup>2</sup>/rok], są to wartości odpowiednio o 2,4% i 13,6% niższe od obliczonego maksymalnego wskaźnika EP dla rozpatrywanego budynku.

### 6.7.1.4 Budynek biurowy

Poniżej w tabelach zestawiono otrzymane wyniki obliczenia optymalnych pod względem kosztów wymagań dotyczących charakterystyki energetycznej dla nowego budynku biurowego w perspektywie finansowej i makroekonomicznej dla różnych stóp procentowych.

Dla analizowanego budynku użyteczności publicznej (szkoły) obliczona obowiązująca maksymalna wartość wskaźnika **EP=116,9 [kWh/m<sup>2</sup>/rok]**.

#### I. Wyniki analizy finansowej

**Tab. 177 Zdyskontowane całkowite koszty i zapotrzebowanie na energię pierwotną dla budynku biurowego o odniesione do m<sup>2</sup> powierzchni - analiza finansowa dla r=3%**

		Referencyjny	W1	W2	W3	W4
Kocioł węglowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 777,26	4 767,34	4 782,77	4 628,30	4 538,27
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>141,8</b>	<b>140,9</b>	<b>141,0</b>	<b>114,4</b>	<b>112,6</b>
Kocioł gazowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 699,58	4 698,28	4 713,34	4 589,18	4 512,36
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>140,9</b>	<b>140,2</b>	<b>140,3</b>	<b>113,4</b>	<b>112,0</b>
Kocioł na olej opałowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 937,37	4 916,87	4 933,23	4 690,99	4 583,21
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>140,80</b>	<b>140,10</b>	<b>140,20</b>	<b>113,30</b>	<b>111,90</b>
Kocioł na biomasę	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 881,12	4 859,25	4 875,11	4 687,76	4 574,79
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>126,9</b>	<b>127,3</b>	<b>127,3</b>	<b>108,6</b>	<b>109,0</b>
Pompa ciepła powietrze-woda	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 700,32	4 704,06	4 719,87	4 623,73	4 556,71
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>141,8</b>	<b>141,4</b>	<b>141,5</b>	<b>115,0</b>	<b>114,2</b>
Gruntowa pompa ciepła	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 807,58	4 814,60	4 828,77	4 747,40	4 675,46
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>139,0</b>	<b>139,0</b>	<b>139,0</b>	<b>113,6</b>	<b>113,3</b>
Ogrzewanie elektryczne	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 788,26	4 780,52	4 794,69	4 618,18	4 533,12
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>166,3</b>	<b>163,4</b>	<b>163,6</b>	<b>122,2</b>	<b>118,1</b>
Ogrzewanie z sieci (ciepłownia)	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 629,76	3 689,66	3 704,38	4 564,69	4 495,24
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>141,6</b>	<b>140,8</b>	<b>140,9</b>	<b>113,9</b>	<b>112,3</b>
Ogrzewanie z sieci (kogeneracja)	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 629,76	3 691,30	3 706,02	4 564,69	4 495,24
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>134,2</b>	<b>134,0</b>	<b>134,1</b>	<b>111,1</b>	<b>110,5</b>

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 178 Zdyskontowane całkowite koszty i zapotrzebowanie na energię pierwotną dla budynku biurowego o odniesione do m<sup>2</sup> powierzchni - analiza finansowa dla r=7%**

		Referencyjny	W1	W2	W3	W4
Kocioł węglowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 679,40	4 676,40	4 692,46	4 618,14	4 533,02
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>141,80</b>	<b>140,90</b>	<b>141,00</b>	<b>114,40</b>	<b>112,60</b>
Kocioł gazowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 627,06	4 629,66	4 645,47	4 591,61	4 515,10
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>140,90</b>	<b>140,20</b>	<b>140,30</b>	<b>113,40</b>	<b>112,00</b>
Kocioł na olej opałowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 779,62	4 770,59	4 787,19	4 661,75	4 566,47
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>140,80</b>	<b>140,10</b>	<b>140,20</b>	<b>113,30</b>	<b>111,90</b>

Kocioł na biomasę	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 741,29	4 731,15	4 747,46	4 653,93	4 555,01
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>126,90</b>	<b>127,30</b>	<b>127,30</b>	<b>108,60</b>	<b>109,00</b>
Pompa ciepła powietrze-woda	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 645,31	4 650,81	4 667,12	4 628,99	4 558,20
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>141,80</b>	<b>141,40</b>	<b>141,50</b>	<b>115,00</b>	<b>114,20</b>
Gruntowa pompa ciepła	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 757,22	4 764,79	4 780,06	4 751,22	4 677,33
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>139,00</b>	<b>139,00</b>	<b>139,00</b>	<b>113,60</b>	<b>113,30</b>
Ogrzewanie elektryczne	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 684,53	4 682,81	4 698,08	4 609,37	4 527,22
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>166,30</b>	<b>163,40</b>	<b>163,60</b>	<b>122,20</b>	<b>118,10</b>
Ogrzewanie z sieci (ciepłownia)	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 586,04	3 573,43	3 589,06	4 576,72	4 504,34
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>141,60</b>	<b>140,80</b>	<b>140,90</b>	<b>113,90</b>	<b>112,30</b>
Ogrzewanie z sieci (kogeneracja)	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 586,04	3 574,47	3 590,09	4 576,72	4 504,34
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>134,20</b>	<b>134,00</b>	<b>134,10</b>	<b>111,10</b>	<b>110,50</b>

Źródło: Opracowanie własne KAPE

## II. Wyniki analizy makroekonomicznej

Tab. 179 Zdyskontowane całkowite koszty i zapotrzebowanie na energię pierwotną dla budynku biurowego o odniesione do m<sup>2</sup> powierzchni - analiza makroekonomiczna dla r=3%

		Referencyjny	W1	W2	W3	W4
Kocioł węglowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 798,56	4 784,05	4 798,66	4 571,43	4 545,83
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>141,8</b>	<b>140,9</b>	<b>141,0</b>	<b>114,4</b>	<b>112,6</b>
Kocioł gazowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 694,89	4 691,84	4 705,93	4 520,94	4 512,98
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>140,9</b>	<b>140,2</b>	<b>140,3</b>	<b>113,4</b>	<b>112,0</b>
Kocioł na olej opałowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 943,99	4 920,44	4 935,92	4 625,93	4 585,01
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>140,80</b>	<b>140,10</b>	<b>140,20</b>	<b>113,30</b>	<b>111,90</b>
Kocioł na biomasę	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 844,40	4 824,03	4 838,73	4 607,96	4 568,19
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>126,9</b>	<b>127,3</b>	<b>127,3</b>	<b>108,6</b>	<b>109,0</b>
Pompa ciepła powietrze-woda	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 780,74	4 782,52	4 797,86	4 641,12	4 643,16
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>141,8</b>	<b>141,4</b>	<b>141,5</b>	<b>115,0</b>	<b>114,2</b>
Gruntowa pompa ciepła	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 794,74	4 801,19	4 814,19	4 673,52	4 668,56
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>139,0</b>	<b>139,0</b>	<b>139,0</b>	<b>113,6</b>	<b>113,3</b>
Ogrzewanie elektryczne	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 851,59	4 837,06	4 850,07	4 574,22	4 550,62
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>166,3</b>	<b>163,4</b>	<b>163,6</b>	<b>122,2</b>	<b>118,1</b>
Ogrzewanie z sieci (ciepłownia)	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 641,08	4 642,87	4 656,77	4 503,19	4 499,50
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>141,6</b>	<b>140,8</b>	<b>140,9</b>	<b>113,9</b>	<b>112,3</b>
Ogrzewanie z sieci (kogeneracja)	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 640,33	4 644,51	4 658,41	4 502,91	4 499,33
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>134,2</b>	<b>134,0</b>	<b>134,1</b>	<b>111,1</b>	<b>110,5</b>

Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Tab. 180 Zdyskontowane całkowite koszty i zapotrzebowanie na energię pierwotną dla budynku biurowego o odniesione do m<sup>2</sup> powierzchni - analiza makroekonomiczna dla r=7%**

		Referencyjny	W1	W2	W3	W4
Kocioł węglowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 531,63	4 525,76	4 540,76	4 423,44	4 410,89
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>141,80</b>	<b>140,90</b>	<b>141,00</b>	<b>114,40</b>	<b>112,60</b>
Kocioł gazowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 464,53	4 465,85	4 480,53	4 390,36	4 388,92
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>140,90</b>	<b>140,20</b>	<b>140,30</b>	<b>113,40</b>	<b>112,00</b>
Kocioł na olej opałowy	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 622,96	4 611,91	4 627,43	4 461,78	4 440,45
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>140,80</b>	<b>140,10</b>	<b>140,20</b>	<b>113,30</b>	<b>111,90</b>
Kocioł na biomasę	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 560,90	4 551,31	4 566,37	4 446,33	4 424,90
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>126,90</b>	<b>127,30</b>	<b>127,30</b>	<b>108,60</b>	<b>109,00</b>
Pompa ciepła powietrze-woda	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 569,02	4 573,13	4 588,57	4 516,80	4 521,18
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>141,80</b>	<b>141,40</b>	<b>141,50</b>	<b>115,00</b>	<b>114,20</b>
Gruntowa pompa ciepła	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 584,76	4 591,71	4 605,73	4 541,45	4 541,57
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>139,00</b>	<b>139,00</b>	<b>139,00</b>	<b>113,60</b>	<b>113,30</b>
Ogrzewanie elektryczne	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 560,66	4 554,83	4 568,86	4 422,18	4 410,93
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>166,30</b>	<b>163,40</b>	<b>163,60</b>	<b>122,20</b>	<b>118,10</b>
Ogrzewanie z sieci (ciepłownia)	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 432,40	4 436,54	4 451,11	4 379,15	4 380,08
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>141,60</b>	<b>140,80</b>	<b>140,90</b>	<b>113,90</b>	<b>112,30</b>
Ogrzewanie z sieci (kogeneracja)	LCC [zł/m <sup>2</sup> ]	4 431,98	4 437,58	4 452,14	4 378,99	4 379,98
	EP [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	<b>134,20</b>	<b>134,00</b>	<b>134,10</b>	<b>111,10</b>	<b>110,50</b>

Źródło: Opracowanie własne KAPE

Zgodnie z przedstawionymi wynikami w przypadku analizy finansowej optymalne kosztowo rozwiązanie otrzymujemy dla budynku o lepszej izolacyjności przegród (ściany, stropodach, podłoga na gruncie) niż obowiązujące wymagania WT2021 (wariant 1) podłączonego do sieci ciepłowniczej zaopatrywanej z ciepłowni. Wskaźnik EP jest równy 140,8 [kWh/m<sup>2</sup>/rok], a więc wyższy o 21,1 % wyższy od obliczonego maksymalnego wskaźnika EP analizowanego budynku.



### 6.7.2 Przegrody zewnętrzne

Obliczenia optymalnego pod względem kosztów poziomu wymagań minimalnych w zakresie współczynnika przenikania ciepła  $U$  dla przegród zewnętrznych wykonano dla:

- ściany zewnętrznej
- stropodachu
- okna
- drzwi.

Jako środki/warianty poprawy efektywności energetycznej dla rozpatrywanych przegród przyjęto różne grubości materiału izolacyjnego/parametry stolarki okiennej i drzwiowej.

Dane o poszczególnych powierzchniach przegród oraz powierzchnia użytkowa budynku wykorzystane w obliczeniach są to dane budynku jednorodzinnego dwukondygnacyjnego z pkt. 6.5.1.

Obliczenia wykonano dla następujących źródeł ciepła w budynku:

- Kocioł węglowy
- Kocioł gazowy
- Kocioł na olej opałowy
- Kocioł na biomasę
- Pompa ciepła powietrze-woda
- Gruntowa pompa ciepła
- Ogrzewanie elektryczne
- Ciepło z sieci
- 

Szczegółowe założenia przyjęte do obliczeń:

- okres obliczeniowy: 30 lat
- początkowe koszty inwestycji - koszt ocieplenia w zależności od grubości materiału izolacyjnego lub koszt wymiany stolarki okiennej/drzwiowej w zależności od jej parametrów – na podstawie kosztorysów inwestorskich, ofert producentów
- koszty energii (uwzględniających wielkość potrzebnej energii dostarczonej na pokrycie strat przez przenikanie, cenę energii/paliwa, ewolucje cen/paliw) – jak opisano w pkt 6.7
- wielkości wskaźników amortyzacji dla przegród w celu obliczenia wartości rezydualnej – 2,5%
- brak kosztów konserwacji i odtworzenia
- stopy dyskonta: 3% i 7%.

Wzór na wyliczenie kosztów energii w danym roku tj. kosztów ilości ciepła traconego z przestrzeni ogrzewanej budynku przez przegrodę do otoczenia:

$$C_a = \frac{U_c \times Std}{\eta_{og} \times 1000} \times A_p \times K_e$$

gdzie:

$C_a$  - koszt energii w danym roku [PLN]

$U_c$  - współczynnik przenikania ciepła przegrody [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]

$St_g$  - liczba stopniodni ogrzewania dla stacji meteorologicznej Warszawa, K.h

$\Lambda_{og}$  - ogólna sprawność systemu ogrzewania budynku

$A_p$  - powierzchnia przegrody [ $m^2$ ]

$K_e$  - koszt 1kWh uzyskanej z energii lub jej nośnika dostarczonego do budynku w danym roku [zł/kWh]

Wszystkie dane liczbowe i modele obliczeniowe całkowitych kosztów dla analizowanych przegród uwzględniającymi różne stopy dyskontowe w ujęciu finansowym przedstawiono w arkuszach kalkulacyjnych Excel załączonych do niniejszego opracowania.

### 6.7.2.1 Ściany

W obliczeniach kosztów całkowitych dla poszczególnych wariantów pominięto koszt inwestycyjny warstwy murowej, ponieważ rozwiązanie materiałowe tej warstwy nie wpływa w istotny sposób na izolacyjność cieplną ściany zewnętrznej. Elementy warstwy nośnej przegrody w niewielkim wpływają na opór cieplny ocieplonej przegrody.

Obliczenia przeprowadzono dla przypadku ocieplenia przegrody zewnętrznej styropianem EPS o wartości współczynnika przewodzenia ciepła  $\lambda=0,032$  W/(mK) (na podstawie deklaracji producentów).

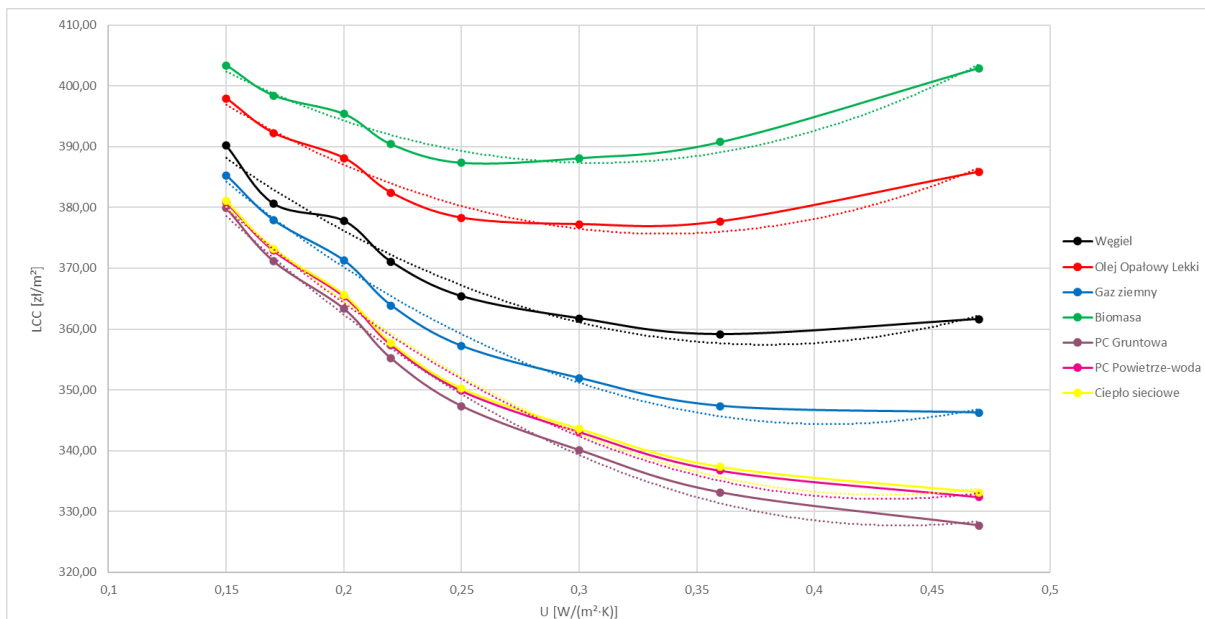
Przyjęte koszty ocieplenia zawierają koszt robocizny i są kwotami brutto.

**Tab. 181 Koszt ocieplenia ścian zewnętrznych w zależności od grubości materiału izolacyjnego**

Grubość izolacji [cm]	6 cm	8 cm	10 cm	12 cm	14 cm	16 cm	18 cm	20 cm	22 cm
Współczynnik $U$ [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]	U=0,47	U=0,36	U=0,30	U=0,25	U=0,22	U=0,20	U=0,17	U=0,15	U=0,14
Koszt brutto [zł]	237,891 6	244,522 8	251,15 4	257,785 2	264,416 4	271,058 4	277,689 6	284,320 8	290,95 2

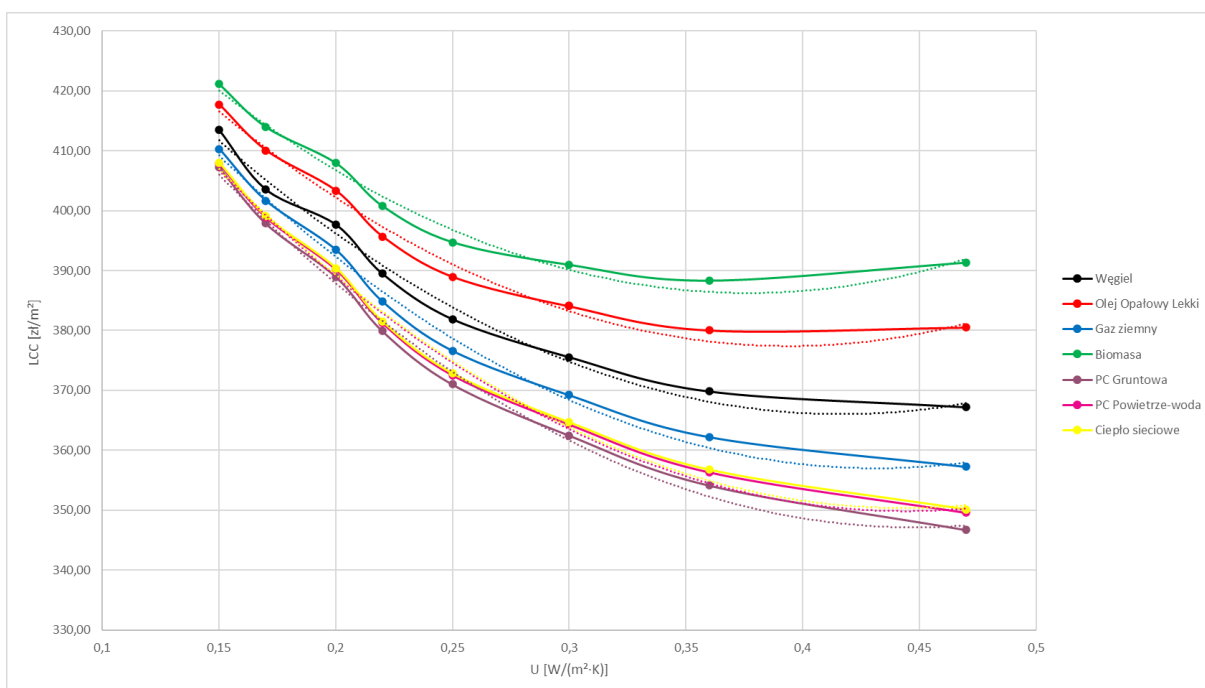
Źródło: Opracowanie własne KAPE

Otrzymane wyniki przedstawiono na poniższych wykresach.



Źródło: Opracowanie własne KAPE

Rys. 30 Zależność kosztu całkowitego ogrzewania ściany zewnętrznej styropianem od jej izolacyjności cieplnej dla stopy dyskonta równej  $r = 3\%$



Źródło: Opracowanie własne KAPE

Rys. 31 Zależność kosztu całkowitego ogrzewania ściany zewnętrznej styropianem od jej izolacyjności cieplnej dla stopy dyskonta równej  $r = 7\%$

### 6.7.2.2 Stropodach

W obliczeniach kosztów całkowitych dla poszczególnych wariantów pominięto koszt inwestycyjny warstwy murowej, ponieważ rozwiązanie materiałowe tej warstwy nie wpływa w istotny sposób na izolacyjność cieplną ściany zewnętrznej. Elementy warstwy nośnej przegrody w niewielkim wpływają na opór cieplny ocieplonej przegrody.

Obliczenia przeprowadzono dla przypadku ocieplenia przegrody zewnętrznej styropianem EPS o wartości współczynnika przewodzenia ciepła  $\lambda=0,032 \text{ W/(mK)}$  (na podstawie deklaracji producentów).

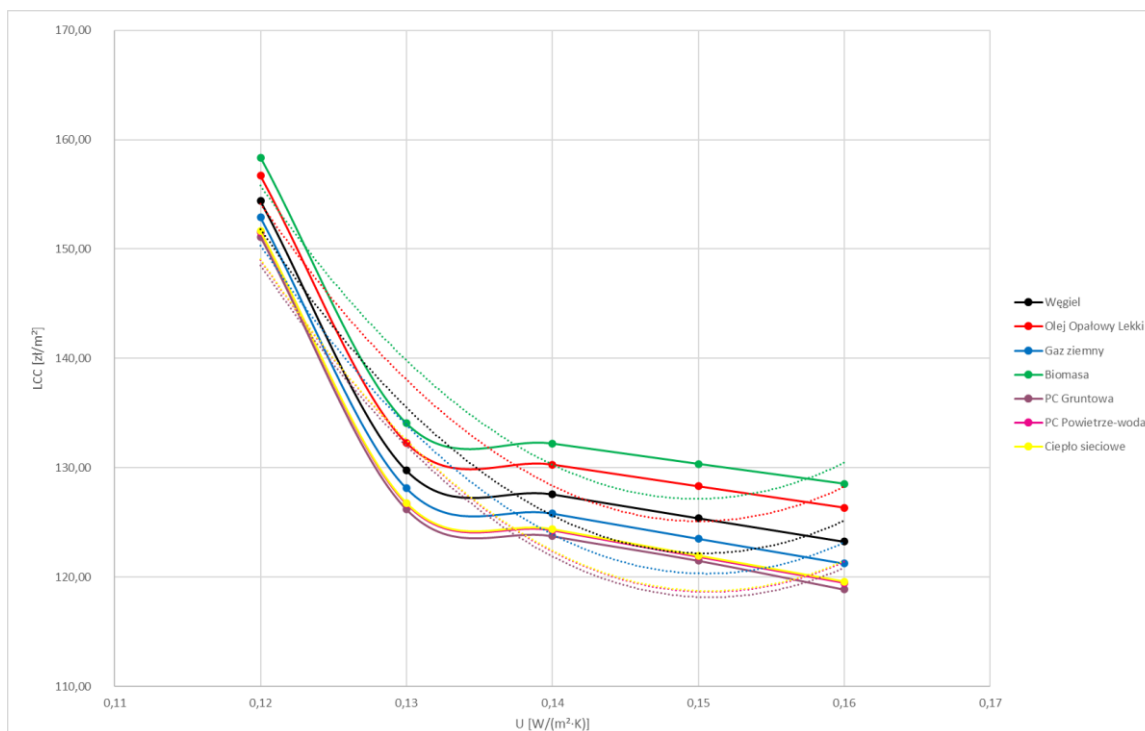
Przyjęte koszty ocieplenia zawierają koszt robocizny i są kwotami brutto:

**Tab. 182 Koszt ocieplenia stropodachu w zależności od grubości materiału izolacyjnego**

Grubość izolacji [cm]	24 cm	26 cm	28 cm	30 cm	32 cm
Współczynnik U [W/(m <sup>2</sup> *K)]	U=0,16	U=0,15	U=0,14	U=0,13	U=0,12
Koszt brutto [zł]	235,11	240,19	245,35	250,51	300,75

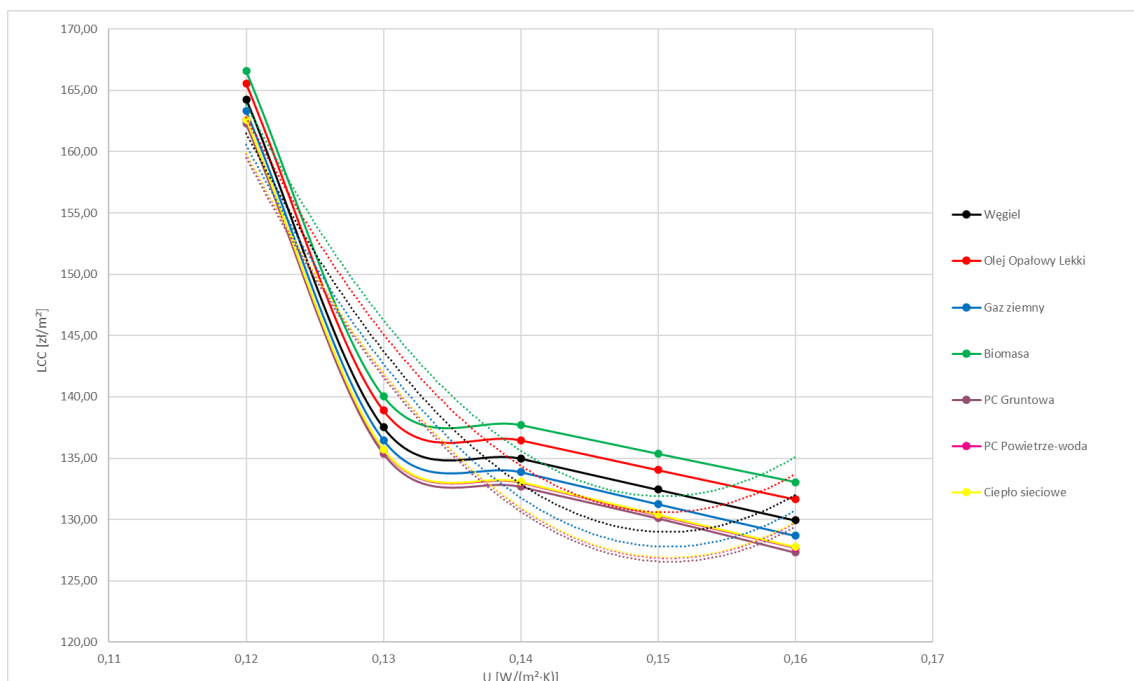
Źródło: Opracowanie własne KAPE

Wyniki przedstawiono na poniższych wykresach.



Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Rys. 32 Zależność kosztu całkowitego ocieplenia stropodachu styropianem od jej izolacyjności cieplnej dla stopy dyskonta równej  $r = 3\%$**



Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Rys. 33** Zależność kosztu całkowitego ogrzewania stropodachu styropianem od jej izolacyjności cieplnej dla stopy dyskonta równej  $r = 7\%$

### 6.7.2.3 Okna

Obliczenia kosztów całkowitych przeprowadzono dla okien o różnych współczynnikach przenikania  $U$  dla całego zestawu okiennego.

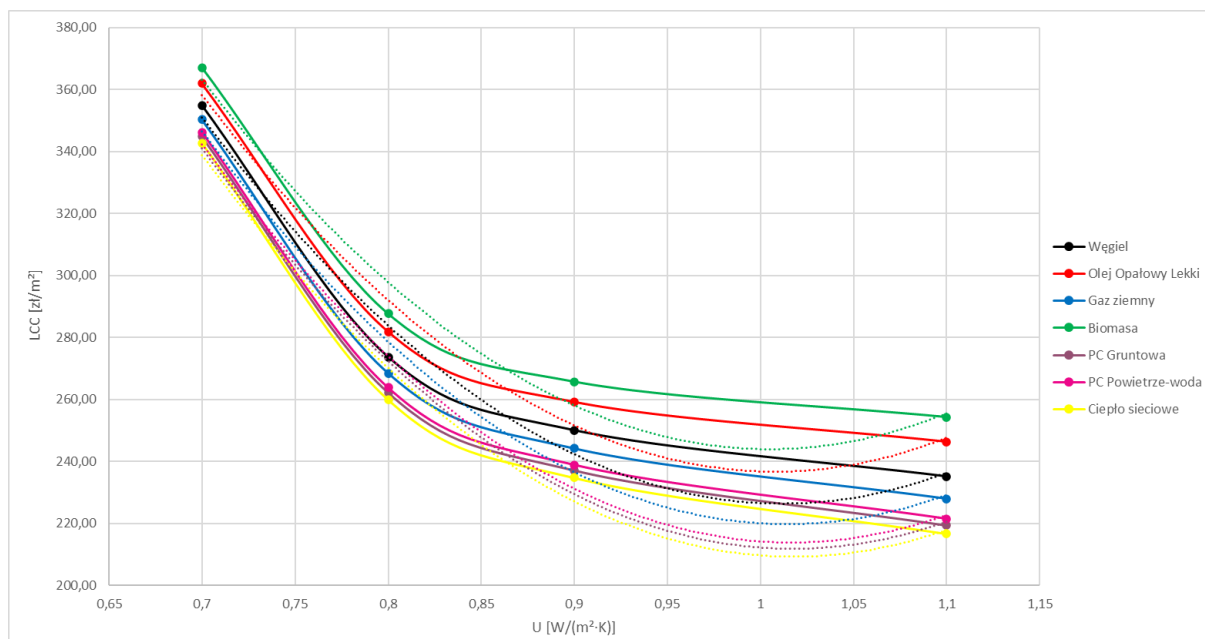
Przyjęte koszty analizowanych wariantów zawierają koszt montażu i są kwotami brutto.

**Tab. 183** Koszt wymiany okien w zależności od współczynnika przenikania  $U$

Współczynnik $U$ [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]	1,1	0,9	0,8	0,7	1,1
Koszt brutto [zł]	812,62	885,00	983,17	1 300,70	812,62

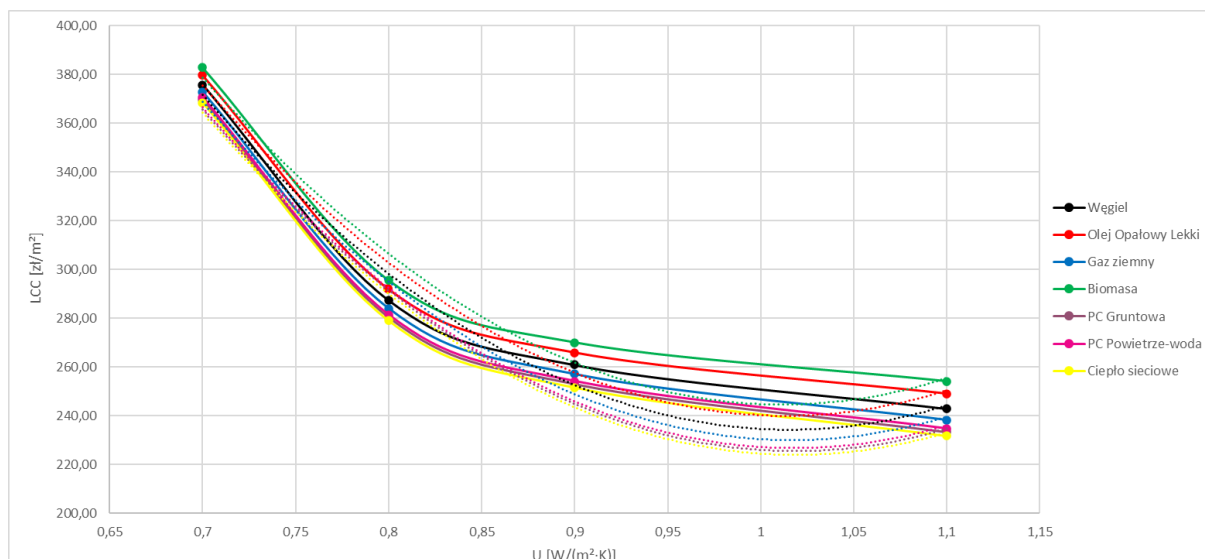
Źródło: Opracowanie własne KAPE

Wyniki przedstawiono na poniższych wykresach.



Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Rys. 34** Zależność kosztu całkowitego okna od jego izolacyjności cieplnej dla stopy dyskonta równej  $r=3\%$



Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Rys. 35** Zależność kosztu całkowitego okna od jego izolacyjności cieplnej dla stopy dyskonta równej  $r=7\%$

#### 6.7.2.4 Drzwi

Obliczenia kosztów całkowitych przeprowadzono dla drzwi o różnych współczynnikach przenikania  $U$ .

Przyjęte koszty analizowanych wariantów zawierają koszt montażu i są kwotami brutto:

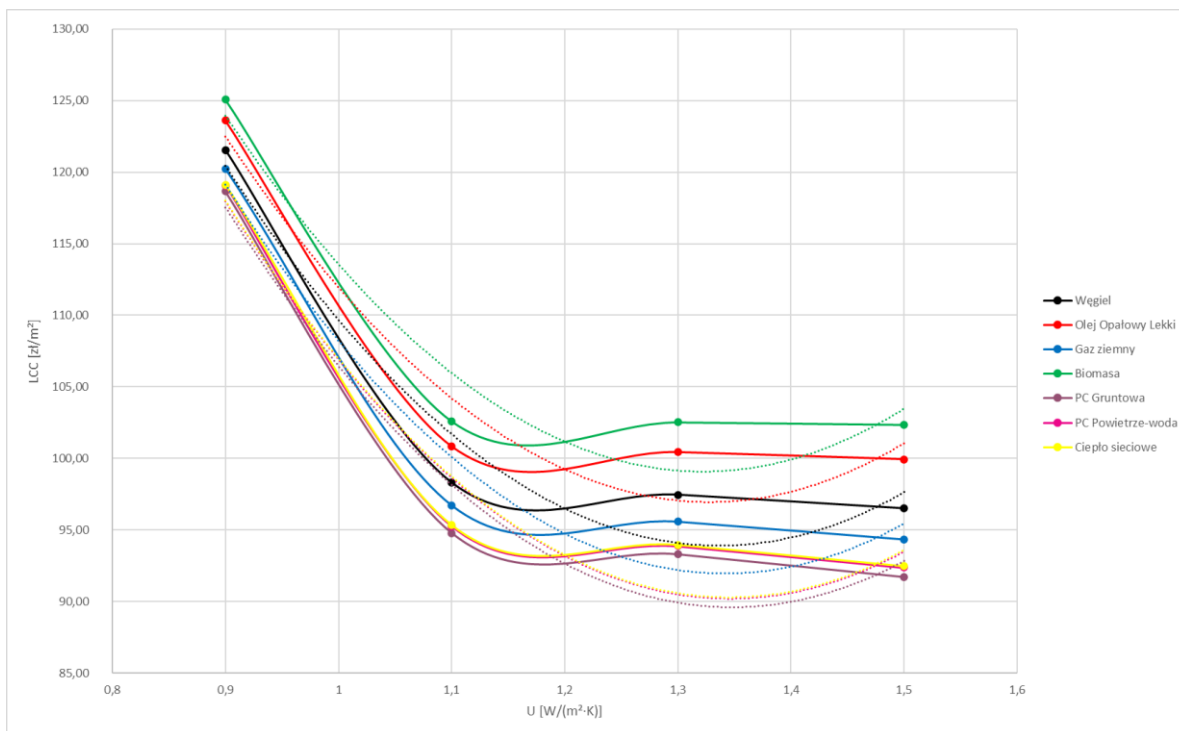
**Tab. 184** Koszt wymiany drzwi w zależności od współczynnika przenikania  $U$

Współczynnik $U$ [W/(m <sup>2</sup> *K)]	1,5	1,3	1,1	0,9
--	-----	-----	-----	-----

<b>Koszt brutto [zł]</b>	1 236,55	1 748,09	1 833,80	1 934,64
--------------------------	----------	----------	----------	----------

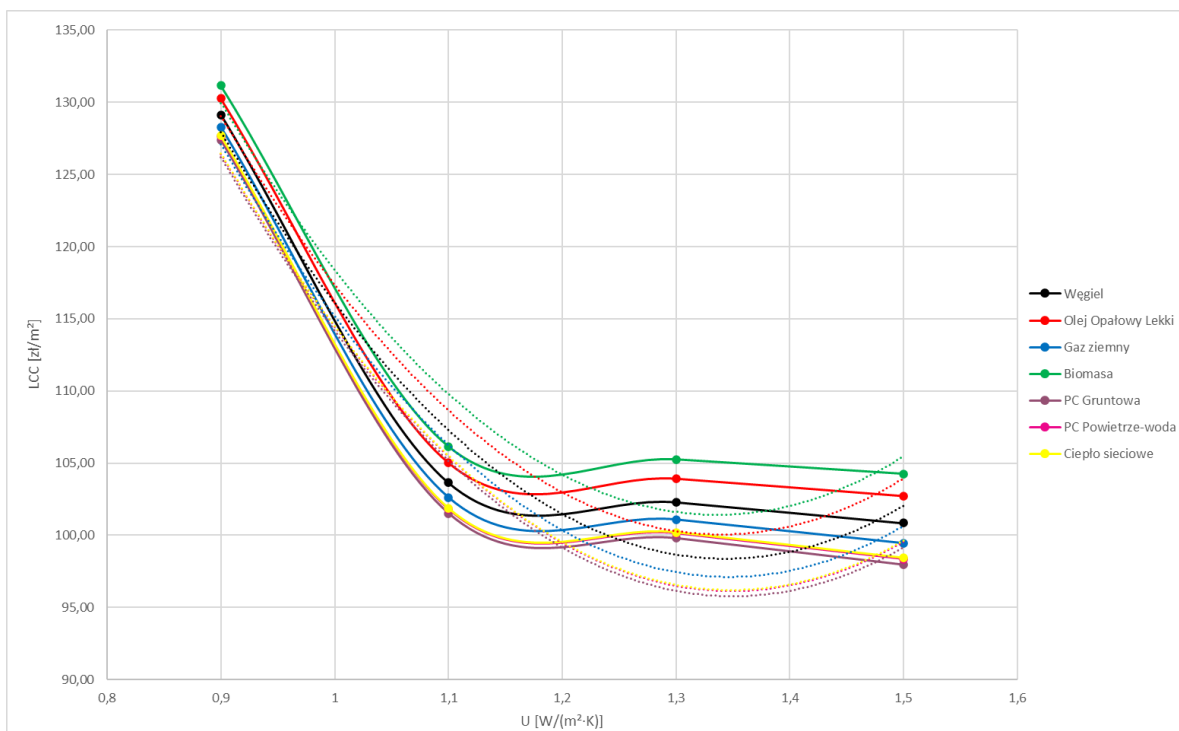
Źródło: Opracowanie własne KAPE

Wyniki przedstawiono na poniższych wykresach.



Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Rys. 36** Zależność kosztu całkowitego drzwi zewnętrznych od ich izolacyjności cieplnej dla stopy dyskonta równej  $r = 3\%$



Źródło: Opracowanie własne KAPE

**Rys. 37 Zależność kosztu całkowitego drzwi zewnętrznych od ich izolacyjności cieplnej dla stopy dyskonta równej  $r = 7\%$**

### 6.8 Analiza zmiany wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej

W Tab. 185 zestawiono wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię pierwotną w odniesieniu do powierzchni budynku biurowego z podziałem na wybrane warianty termomodernizacji (EP), przy założeniu wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii dla systemów technicznych ( $w_i$ ) dla energii elektrycznej 3,0 oraz 2,5.

**Tab. 185 Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię pierwotną w odniesieniu do powierzchni budynku biurowego z podziałem na wybrane warianty termomodernizacji (EP), przy założeniu wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii dla systemów technicznych ( $w_i$ ) dla energii elektrycznej 3,0 oraz 2,5.**

Źródło ciepła	Warianty	EP dla $w_i = 3,0$	EP dla $w_i = 2,5$
Ogrzewanie elektryczne	Budynek referencyjny	166,3	138,6
	Ocieplenie ścian, dachu, podłóg	163,4	136,9
	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej	163,6	137,1
	Instalacja PV	122,2	101,9
	Wszystkie powyższe razem	118,1	98,4

Źródło: Obliczenia własne KAPE S.A.

Z analizy danych zestawiony w tabeli 185 wynika, że zmiana wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii dla systemów technicznych ( $w_i$ ) dla energii elektrycznej z 3,0 na 2,5 powoduje przy ogrzewaniu elektrycznym modelowego budynku biurowego zmianę (zmniejszenie) wartości EP o około 17%. Biorąc pod uwagę fakt, że w przepisach związanych z metodyką wykonywania audytów efektywności energetycznej (Ustawa o efektywności energetycznej i odpowiednie do niej Rozporządzenia) oraz rekomendację Komisji Europejskiej dotyczącą współczynnika  $w_i$  celowym wydaje się zmiana w przepisach budowlanych wartości  $w_i$  dla energii elektrycznej z 3,0 na 2,5.



## 7 Wyniki

Po przeprowadzeniu wnikliwej analizy zarówno przepisów techniczno-budowlanych, jak i analizy obejmującej symulacje na reprezentatywnej grupie budynków w niniejszym rozdziale przedstawiamy wyniki analiz oraz odpowiedzi na postawione przez Zamawiającego pytania niżej pytania.

WYNIKI ANALIZ:

### W odniesieniu do budynków nowoprojektowanych:

#### - Rozwiązanie optymalne kosztowo w przypadku typowego budynku mieszkalnego jednorodzinnego:

ANALIZA MAKROEKONOMICZNA

Spośród analizowanych wariantów (analiza makroekonomiczna) dla budynku mieszkalnego jednorodzinnego, optymalnym kosztowo w cyklu życia, w ujęciu makroekonomicznym (stopa dyskonta  $r=3\%$ ) jest wariant **J/W0/PCP**, oznaczający budynek ze źródłem ciepła: co oraz cwu – pompa ciepła powietrze – woda, brak OZE (**EP=79,3 [kWh/(m<sup>2</sup> rok)]; Cg<sub>1</sub> (τ)= 608 762,2 [zł]**). Z uwagi na politykę Polski zmierzającą do wprowadzenia energii pochodzącej z OZE do zasilania budynków w ciepło/chłód i energię elektryczną, sugeruje się rozważenie wariantu **J/W3/PCP** oznaczający budynek ze źródłem ciepła: co – pompa ciepła powietrze – woda, wprowadzenie OZE dla cwu, dla tego wariantu (**EP=55,0[kWh/(m<sup>2</sup> rok)]; Cg<sub>1</sub> (τ)= 636 953,2 [zł]**).

Różnica pomiędzy wartością EP dla wariantu optymalnego a minimalnymi wymaganiami wynosi **13 %** Wartość minimalna obowiązującą obecnie w Polsce ( $EP_{max} = 70$  [kWh/(m<sup>2</sup> rok)]).

ANALIZA FINANSOWA

Spośród analizowanych wariantów (analiza finansowa) dla budynku mieszkalnego jednorodzinnego, optymalnym kosztowo w cyklu życia, w ujęciu makroekonomicznym (stopa dyskonta  $r=3\%$ ) jest wariant **J/W3/KG**, oznaczający budynek ze źródłem ciepła co – kocioł gazowy oraz cwu – OZE (**EP=67,1 [kWh/(m<sup>2</sup> rok)]; Cg<sub>1</sub> (τ)= 614 317,34 [zł]**).

Różnica pomiędzy wartością EP dla wariantu optymalnego a minimalnymi wymaganiami wynosi 4 % (polepszając obowiązujące w Polsce wymagania minimalne). Wartość minimalna obowiązującą obecnie w Polsce ( $EP_{max} = 70$  [kWh/(m<sup>2</sup> rok)]).

#### - Rozwiązanie optymalne kosztowo w przypadku typowego budynku mieszkalnego wielorodzinnego:

ANALIZA MAKROEKONOMICZNA

Spośród analizowanych wariantów (obliczenia makroekonomiczne) dla budynku mieszkalnego wielorodzinnego, optymalnym kosztowo w cyklu życia, w ujęciu makroekonomicznym (stopa dyskonta  $r=3\%$ ) jest wariant **W/W3/SC**, oznaczający budynek o izolacyjności ścian i okien wg standardu WT2021 ze źródłem ciepła co - sieć ciepłownicza, budynek wyposażony jest w OZE do produkcji energii dla cwu, (**EP =61,7 [kWh/(m<sup>2</sup> rok)]; Cg<sub>1</sub> (τ)= 3 341 958,29 [zł]**). Różnica pomiędzy wartością EP dla wariantu optymalnego kosztowo a minimalnymi wymaganiami wynosi 6% i jest niższa niż wartość minimalna obowiązująca

obecnie. Drugim wariantem optymalnym kosztowo jest wariant W/W3/SCK (budynek wielorodzinny), izolacyjność cieplna elementów nieprzeźroczystych obudowy (ściany, dach, podłoga) oraz okien na poziomie WT2021. Źródło zasilania w energię: sieć ciepłownicza (kogeneracja) (**EP = 43,3 [kWh/(m<sup>2</sup>·rok)]; Cg<sub>1</sub> (τ) = 3 341 958,29 [zł]**). Zastosowanie OZE dla cwu. Różnica pomiędzy wartością EP dla wariantu optymalnego kosztowo a minimalnymi wymaganiami wynosi 33% i jest niższa niż wartość minimalna obowiązującą obecnie. Zastosowanie OZE jest spójne z polityką prowadzoną przez stronę Polską.

#### ANALIZA FINANSOWA

Spośród analizowanych wariantów dla budynku mieszkalnego wielorodzinnego (podejście finansowe), optymalnym kosztowo w cyklu życia jest wariant W/W4/SCK (budynek wielorodzinny), izolacyjność cieplna elementów nieprzeźroczystych obudowy (ściany, dach, podłoga) oraz okien na poziomie lepsza w stosunku do standardu WT2021. Źródło zasilania w energię: sieć ciepłownicza (kogeneracja). Zastosowanie OZE dla cwu (EP=39,6 [kWh/(m<sup>2</sup>·rok)]), Cg<sub>1</sub> (τ) = 3 233 566,39 [zł]. Różnica pomiędzy wartością EP dla wariantu optymalnego kosztowo a minimalnymi wymaganiami wynosi 39% i jest niższa niż wartość minimalna obowiązująca obecnie. Wariant alternatywny to wariant W/W3/SCK (budynek wielorodzinny), izolacyjność cieplna elementów nieprzeźroczystych obudowy (ściany, dach, podłoga) oraz okien na poziomie standardu WT2021. Źródło zasilania w energię: sieć ciepłownicza (kogeneracja). Zastosowanie OZE dla cwu (EP=43,30 [kWh/(m<sup>2</sup>·rok)]), Cg<sub>1</sub> (τ) = 3 245 380,74 [zł]. Różnica pomiędzy wartością EP dla wariantu optymalnego kosztowo a minimalnymi wymaganiami wynosi 33% i jest niższa niż wartość minimalna obowiązująca obecnie.

#### **- Rozwiązanie optymalne kosztowo w przypadku typowego budynku użyteczności publicznej - biurowiec:**

##### ANALIZA MAKROEKONOMICZNA

Spośród analizowanych wariantów dla budynku użyteczności publicznej (biurowiec) (podejście makroekonomiczne), optymalnym kosztowo w cyklu życia jest wariant :

Wariant B/W4/SCK (budynek biurowy), izolacyjność cieplna elementów nieprzeźroczystych obudowy (ściany, dach, podłoga) oraz okien lepsza od standardu WT2021. Źródło zasilania w energię: sieć ciepłownicza (kogeneracja). OZE (cwu – 100%, chłodzenie 30%)

EP=110,5 [kWh/(m<sup>2</sup>·rok)]

Cg<sub>1</sub> (τ) = 21 307 858,78 [zł]

Wariant alternatywny

Wariant B/W3/SCK (budynek biurowy), izolacyjność cieplna elementów nieprzeźroczystych obudowy (ściany, dach, podłoga) oraz okien standard WT2021. Źródło zasilania w energię: sieć ciepłownicza (kogeneracja). OZE (cwu – 100%, chłodzenie 30%)

EP=111,1 [kWh/(m<sup>2</sup>·rok)]

Cg<sub>1</sub> (τ) = 21 324 850,46 [zł]

##### ANALIZA FINANSOWA

Spośród analizowanych wariantów dla budynku użyteczności publicznej biurowy (podejście finansowe), optymalnym kosztowo w cyklu życia, w ujęciu makroekonomicznym (stopa dyskonta  $r=3\%$ ) jest wariant B/W1/SC (budynek biurowy), izolacyjność cieplna elementów nieprzeźroczystych obudowy (ściany, dach, podłoga) lepsza od standardu WT2021 oraz okien na poziomie standardu WT2021. Źródło zasilania w energię: sieć ciepłownicza. Brak OZE ( $EP=140,0$  [kWh/(m<sup>2</sup>·rok)];  $Cg_1(\tau) = 17\,473\,471,59$  [zł]). Wariant alternatywny: Wariant B/W3/SC (budynek biurowy), izolacyjność cieplna elementów nieprzeźroczystych obudowy (ściany, dach, podłoga) oraz okien na poziomie standardu WT2021. Źródło zasilania w energię: co sieć ciepłownicza. Zastosowanie OZE dla cwu (100%), chłodzenie (30%). ( $EP=113,9$  [kWh/(m<sup>2</sup>·rok)],  $Cg_1(\tau) = 21\,617\,415,47$  [zł]). Zastosowanie OZE dla cwu. Różnica pomiędzy wartością EP dla wariantu optymalnego kosztowo a minimalnymi wymaganiami wynosi 20% (pogorszenie wymagań minimalnych) oraz dla rozwiązania optymalnego 3% (polepszenie wymagań). Zastosowanie OZE jest spójne z polityką prowadzoną przez stronę Polską.

**- Rozwiązanie optymalne kosztowo w przypadku typowego budynku użyteczności publicznej - szkoła:**

ANALIZA MAKROEKONOMICZNA

Spośród analizowanych wariantów dla budynku użyteczności publicznej szkoła (podejście makroekonomiczne), optymalnym kosztowo w cyklu życia, w ujęciu makroekonomicznym (stopa dyskonta  $r=3\%$ ) jest wariant Sz/W3/SCK (budynek szkoły), izolacyjność cieplna elementów nieprzeźroczystych obudowy (ściany, dach, podłoga) oraz okien standard WT2021. Źródło zasilania w energię: sieć ciepłownicza (kogeneracja). Zastosowanie OZE dla cwu oraz wentylacja mechaniczna i oświetlenie (35%)

$EP=60,5$  [kWh/(m<sup>2</sup>·rok)],  $Cg_1(\tau) = 14\,486\,916,29$  [zł]

ANALIZA FINANSOWA

: Spośród analizowanych wariantów dla budynku użyteczności publicznej szkołą (podejście finansowe), optymalnym kosztowo w cyklu życia, w ujęciu makroekonomicznym (stopa dyskonta  $r=3\%$ ) jest wariant optymalny: Wariant Sz/W3/SC (budynek szkoły), izolacyjność cieplna elementów nieprzeźroczystych obudowy (ściany, dach, podłoga) oraz okien standard WT2021. Źródło zasilania w energię: sieć ciepłownicza. Zastosowanie OZE dla cwu oraz wentylacja mechaniczna i oświetlenie (35%) ( $EP=68,3$  [kWh/(m<sup>2</sup>·rok)],  $Cg_1(\tau) = 15\,031\,016,95$  [zł])

Wariant alternatywny: Wariant Sz/W3/SCK (budynek szkoły), izolacyjność cieplna elementów nieprzeźroczystych obudowy (ściany, dach, podłoga) oraz okien standard WT2021. Źródło zasilania w energię: sieć ciepłownicza (kogeneracja). Zastosowanie OZE dla cwu oraz wentylacja mechaniczna i oświetlenie (35%) ( $EP=60,5$  [kWh/(m<sup>2</sup>·rok)],  $Cg_1(\tau) = 15\,031\,016,95$  [zł])

**ODPOWIEDZI NA PYTANIA**

- 1. Czy wymagania określone w przepisach właściwie uwzględniają poziom rozwoju techniki w sektorze budowlanym (czy powszechnie dostępne wyroby budowlane, urządzenia oraz stosowane technologie pozwalają spełnić wymagania stawiane w przepisach lub pozwalają te wymagania zaostrzyć)?**

Wymagania określone w przepisach (Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim odpowiadają budynki i ich usytuowanie) w sposób właściwy uwzględniają poziom rozwoju techniki w sektorze budowlanym. W zakresie przegród budowlanych nieprzezroczystych praktycznie przy wykorzystaniu wszystkich stosowanych w Polsce technologii (murowanej, monolitycznej żelbetowej, szkieletowej drewnianej i stalowej, rozwiązań prefabrykowanych itp.) uzyskuje się wymagane maksymalnie dopuszczalne wartości współczynników U. W zakresie przegród przezroczystych producenci szeroko oferują produkty (np. okna trójszybowe) o parametrach spełniających obowiązujące od początku 2021 wymagania. Sytuacja komplikuje się dopiero gdy chodzi o techniki instalacyjne. Powszechnie stosowane źródła ciepła takie jak: kotły gazowe, kotły węglowe, kotły olejowe, ogrzewanie elektryczne (łącznie z pompami ciepła) zasilane z Krajowego Systemu Energetycznego, ogrzewanie z nieefektywnej energetycznie sieci ciepłowniczej nie pozwalają na osiągnięcie wymagań dla wskaźnika energii pierwotnej - EP. Jedynie urządzenia wykorzystujące biomasę spełniają dla większości kategorii budynków wymagania dla EP. Konieczne jest zastosowanie rozwiązań hybrydowych np. lokalnych instalacji fotowoltaicznych, kolektorów słonecznych itp. z ww. urządzeniami grzewczymi. Nie możliwe więc jest zaostrenie obecnych wymagań.

## **2. Czy sposób sformułowania wymagań minimalnych nie ogranicza swobody w doborze rozwiązań projektowych?**

Sposób sformułowania wymagań minimalnych nie ogranicza swobody w doborze rozwiązań projektowych biorąc pod uwagę wdrażanie polityki likwidacji zjawiska smogu i polityki przeciwdziałania zmian klimatycznych. Jednak jak już wyżej wspomniano dla większości stosowanych w Polsce źródeł grzewczych nie jest możliwe osiągnięcie wymagań dla wskaźnika EP bez zastosowania OZE.

## **3. Czy aktualnie obowiązujące przepisy umożliwiają uwzględnienie czynników takich jak lokalne warunki klimatyczne, projektowana funkcja oraz kategoria budynku?**

Obecne przepisy nie uwzględniają różnorodności lokalnych warunków klimatycznych.

## **4. Czy określone wymagania pozwalają na osiągnięcie optymalnych pod względem kosztów parametrów budynku zarówno w odniesieniu do ogrzewania, chłodzenia, ochrony pomieszczeń przed przegrzewaniem i jakości powietrza wewnątrz budynku?**

Problem przegrzewania i projektowania uwzględniającego tą kwestię nie jest wprost poruszany w przepisach.

Aktualna wersja Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać obiekty i ich usytuowanie (Dz.U. z 2015 r. nr 0 poz. 1422) nie uwzględnia w wystarczający sposób problemu przegrzewania powietrza.

W budynkach w polskich warunkach klimatycznych występuje masowo zjawisko przegrzewania, dlatego konieczny jest zapis w WT zobowiązujący projektantów budynków do przeprowadzania analiz pod tym kątem.

Problem przegrzewania budynków jest szczególnie istotny dla osiągnięcia minimalnych wymagań dotyczących wskaźnika EP, szczególnie dla budynków wyposażonych w system chłodzenia.

Przepisy budowlane powinny zobowiązywać projektantów do stosowania biernych środków ochrony przed przegrzewaniem w postaci stałych osłon poziomych nad przeszklonymi otworami, nocnej wentylacji wnętrza czy stosowania dodatkowych mas akumulacyjnych.

**5. Czy sposób podziału budynków na kategorie pozwala na adekwatne określenie wymagań minimalnych wobec poszczególnych rodzajów budynków?**

Obecny podział budynków na kategorie podany w Rozporządzeniu w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie nie pozwala na adekwatne określenie wymagań minimalnych wobec poszczególnych rodzajów budynków.

**6. Czy przyjęta metodologia obliczania wartości poszczególnych współczynników pozwala uwzględnić wpływ powszechnie stosowanych technologii (np. wpływ sposobu mocowania izolacji do ściany na jej współczynnik przenikania ciepła) i uzyskiwać miarodajne wyniki?**

Obecnie stosowana metodologia pozwala na uwzględnienie wpływu stosowanej technologii (np. montażu izolacji) na wyniki.

**7. Czy istnieje potrzeba uwzględnienia budynków poddawanych głębokiej modernizacji w przepisach budowlanych?**

Celowym wydaje się wprowadzenie w Rozporządzeniu w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie definicji „Głębokiej termomodernizacji” jako modernizacji w wyniku, której spełnione będą wymagania WT2021 zarówno dla przegród jak i wskaźnika EP.

Wprowadzenie definicji głębokiej termomodernizacji będzie zgodne z dokumentem *Długoterminowa strategia renowacji budynków* i pozwoli twórca różnych systemów wsparcia finansowego do odwoływania się do jednolitego standardu budynków nowych i modernizowanych.

Również celowym wydaje się wprowadzenie definicji etapowej termomodernizacji i obowiązku prowadzenia dokumentu „*Dziennik renowacji budynku*”. Prowadzenie dziennika renowacji budynku pozwoli uniknąć zjawiska zablokowania ciągu rozłożonych w czasie przedsięwzięć termomodernizacyjnych w wyniku ich wykonania w niewłaściwej kolejności technologicznej.

### **Konkluzja**

Ze względu na zawirowania rynku usług budowlanych i rynku nośników energii spowodowane pandemią, wojną w Ukrainie, inflacją i kryzysem energetycznym nie należy zmieniać obecnych wymagań dla współczynników U dla przegród oraz wskaźników EP.

### **Uzasadnienie**

Na podstawie doniesień prasowych gaz na TGE z dostawą na następny dzień pod koniec sierpnia 2022 kosztował 1200 zł za MWh. Natomiast na koniec października ok. 250 zł za MWh. Także na największej wirtualnej giełdzie gazu w Europie, zarejestrowanej w Holandii TTF. Ceny bardzo znacząco spadły od szczytów. Latem na TTF gaz kosztował 350 euro za MWh, teraz 100 – 110 euro.

Od końca sierpnia ceny energii elektrycznej na Towarowej Giełdzie Energii spadły drastycznie. W kontraktach na dzień następny na TGE (TGE Base) dwa miesiące temu ceny oscylowały

wokół 1,4 - 1,5 tys. zł za MWh. Teraz ten sam wskaźnik cen TGE Base oscyluje obecnie wokół 600 – 650 zł za MWh.

Również tendencje niżki cen widać na rynku usług i materiałów, choć ceny niektórych materiałów nadal wzrastają. Biorąc pod uwagę brak stabilności cen na obu rynkach trudno przeprowadzić wiarygodne analizy ekonomiczne w perspektywie 30 lat. Dlatego przy wyciąganiu wniosków wzięto pod uwagę inne niż ekonomiczne kryteria, takie jak:

- Konieczność osiągnięcia przez Polskę neutralności klimatycznej w 2050 roku;
- Propozycję Komisji Europejskiej zakazu używania kotłów gazowych od 2027 r. dla nowych budynków, a od 2030 r. – dla modernizowanych (gruntownie remontowanych). Natomiast dopuszczalne będzie zastosowanie wysokoefektywnych rozwiązań hybrydowych, czyli np. pomp ciepła z kotłami gazowymi;
- Propozycję Komisji Europejskiej zaostrożenia wymagań dotyczących efektywności energetycznej nowych budynków;
- Propozycję Komisji Europejskiej zakazu dofinansowania urządzeń grzewczych na paliwa kopalne.

## 8 Podsumowanie

---

Niniejsze opracowanie zostało wykonane na zlecenie Ministerstwa Rozwoju i Technologii jako wkład do dokonania przez państwo członkowskie UE (Polskę) przeglądu przepisów dotyczących minimalnych wymagań w zakresie charakterystyki energetycznej budynków.

Ekspertyza jest zgodna z postanowieniami Dyrektywy 2010/31/UE i ma posłużyć do oceny celowości aktualizacji obecnie stosowanych przepisów z uwagi na uwzględnienie postępu technicznego w sektorze budowlanym i osiągnięcia poziomów optymalnych pod względem kosztów.

Obliczenia optymalnego pod względem kosztów poziomu wymagań minimalnych, wymagane przez postanowienia Dyrektywy 2010/31/UE zostało wykonane zgodnie z metodologią zawartą w Rozporządzeniu Delegowanym Komisji (UE) nr 244/2012 z dnia 16 stycznia 2012 r., które uzupełnia dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE.

Biorąc pod uwagę wyniki ww. analiz oraz wypowiedzi około 30 ekspertów branżowych na spotkaniu konsultacyjnym sformułowano następujące rekomendacje:

1. W chwili obecnej ze względu na zawirowania rynku usług budowlanych i rynku nośników energii spowodowane pandemią, wojną w Ukrainie i kryzysem energetycznym nie należy wprowadzać zasadniczych zmian w dziale X oraz załączniku nr 2 do „Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” (Dz.U.2015, poz.1422). Rekomendujemy jedynie uzupełniające zapisy precyzujące proces osiągnięcia poziomu budynków o niemal zerowym zużyciu energii i podział kategorii „Budynki użyteczności publicznej” i kategorii „Budynki gospodarcze, magazynowe i produkcyjne”.
2. Wymagania minimalne dotyczące izolacyjności cieplnej przegród budowlanych wyrażone przez współczynniki przenikania ciepła U, są postawione na poziomie odpowiednim, przy obecnym rozwoju techniki i dostępności materiałów budowlanych, systemów technicznego wyposażenia budynków, systemów oświetlenia oraz automatyki budynkowej.
3. Rekomendujemy pozostawienie wymagań na wskaźnik EP na obecnym poziomie dla budynków.
4. Należy rozważyć obowiązkowe wymagania badania szczelności obudowy budynków na przenikanie powietrzne, w szczególności dla budynków wyposażonych w system wentylacji mechanicznej.
5. Należy rozważyć wprowadzenie dodatkowego kryterium – wskaźnika ED (Energii dostarczonej) lub wskaźnika EK do oceny budynków.
6. Należy rozważyć wprowadzenie definicji „Głębokiej termomodernizacji” jako modernizacji w wyniku, której spełnione będą wymagania WT2021 zarówno dla przegród jak i wskaźnika EP.
7. Należy rozważyć wprowadzenie definicji etapowej termomodernizacji i obowiązku prowadzenia dokumentu „Dziennik renowacji budynku”

8. Należy zmienić wartość współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii dla systemów technicznych (wi) dla energii elektrycznej z 3,0 na 2,5.



## 9 Literatura

---

1. PN-EN ISO 6946: 2008 Komponenty budowlane i elementy budynku -- Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła -- Metoda obliczania
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie
3. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2002/91/WE z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (Dyrektywa EPDP).
4. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (Dz. Urz. UE L 153 z 18 czerwca 2010)
5. Protokół z Kioto do Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu. Kioto.1997.12.11. - Dz.U.2005.203.1684 Online: <https://sip.lex.pl/akty-prawne/dzu-dziennik-ustaw/protokol-z-kioto-do-ramowej-konwencji-narodow-zjednoczonych-w-sprawie-17224351> (accessed on May 1, 2021)
6. ROZPORZĄDZENIE DELEGOWANE KOMISJI (UE) NR 244/2012 z dnia 16 stycznia 2012 r.
7. Wytyczne uzupełniające rozporządzenie delegowane Komisji (UE) nr 244/2012 z dnia 16 stycznia 2012 r. uzupełniające dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i ustanawiające ramy metodologii porównawczej do celów obliczania optymalnego pod względem kosztów poziomu wymagań minimalnych dotyczących charakterystyki energetycznej budynków i elementów budynków
8. Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r.
9. Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 17 lipca 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie
10. Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 31 stycznia 2022 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz.U. 2022 poz. 248)
11. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/844 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej (Tekst mający znaczenie dla EOG)
12. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej, zmiany dyrektyw 2009/125/WE i 2010/30/UE oraz uchylenia dyrektyw 2004/8/WE i 2006/32/WE (Tekst mający znaczenie dla EOG)
13. Witczak, K. Nowa dyrektywa EPBD dotycząca efektywności energetycznej budynków. Mater. Bud. 2019, 1

14. <https://www.consilium.europa.eu/pl/policies/green-deal/timeline-european-green-deal-and-fit-for-55/>
15. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. 1994 Nr 89 poz. 414)
16. Rozporządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 14 grudnia 1994 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 1995 nr 10 poz. 46)
17. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dn 30 września 1997 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 132 poz. 878)
18. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2002 r. nr 75, poz. 690)
19. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm)
20. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm)
21. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm)
22. Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 17 lipca 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U.2015, poz.1422)
23. Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (Dz.U. 2014 poz. 1200}
24. Ustawa z dnia 7 października 2022 r. o zmianie ustawy o charakterystyce energetycznej budynków oraz ustawy – Prawo budowlane (Dz.U. 2022 poz. 2206)
25. Krajowy Plan mający na celu zwiększenie liczby budynków o niskim zużyciu energii
26. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (Dz. U. z 2013 r. poz. 1409, z późn. zm.)
27. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690, z późn. zm.)
28. Obwieszczenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 15 kwietnia 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie
29. PN-EN ISO 6946:2017-10 - Komponenty budowlane i elementy budynku -- Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła -- Metody obliczania

30. STN EN ISO 52016-1 Charakterystyka energetyczna budynków. Obliczanie zapotrzebowania na ogrzewanie i chłodzenie, temperatur wewnętrznych oraz obciążeń cieplnych jawnych i utajonych. Część 1: Procedury obliczeniowe (73 0704).
31. STN 73 0540-2+Z1+Z2 Ochrona cieplna budynków. Właściwości cieplne konstrukcji budowlanych i budynków. Część 2: Wymagania funkcjonalne. Wersja skonsolidowana (73 0540).
32. STN EN 15316-1 Charakterystyka energetyczna budynków. Metoda obliczania zapotrzebowania na energię systemu i sprawności systemu. Część 1: Wyrażenie ogólne i charakterystyka energetyczna (06 0227). STN EN 15316-2 Charakterystyka energetyczna budynków. Metoda obliczania zapotrzebowania na energię systemu i sprawności systemu. Część 2: Systemy przesyłu ciepła i chłodu w przestrzeni (06 0237).
33. STN EN 15316-4-1 Charakterystyka energetyczna budynków. Metoda obliczania zapotrzebowania na energię systemu i sprawności systemu. Część 4-1: Systemy ogrzewania i wytwarzania ciepłej wody użytkowej, systemy spalania (kotły, biomasa) (06 0237). STN EN 15316-4-2 Systemy grzewcze w budynkach. Metoda obliczania zapotrzebowania na energię systemu i sprawności systemu. Część 4-2: Systemy wytwarzania ciepła w pomieszczeniach, systemy pomp ciepła (06 0237). STN EN 15316-4-3 Charakterystyka energetyczna budynków. Metoda obliczania zapotrzebowania na energię systemu i sprawności systemu. Część 4-3: Systemy wytwarzania ciepła, słoneczne systemy grzewcze i fotowoltaiczne (06 0237). STN EN 15316-4-4 Charakterystyka energetyczna budynków. Metoda obliczania zapotrzebowania na energię systemu i sprawności systemu. Część 4-4: Systemy wytwarzania ciepła, systemy skojarzonego wytwarzania ciepła i energii elektrycznej zintegrowane z budynkami (06 0237). STN EN 15316-4-5 Charakterystyka energetyczna budynków. Metoda obliczania zapotrzebowania na energię systemu i sprawności systemu. Część 4-5: Ciepłownictwo i chłodnictwo (06 0237). STN EN 15316-4-6 Systemy grzewcze w budynkach. Metoda obliczania zapotrzebowania na energię systemu i sprawności systemu. Część 4-6: Systemy wytwarzania ciepła, systemy fotowoltaiczne (06 0237). STN EN 15316-4-7 Systemy grzewcze w budynkach. Metoda obliczania zapotrzebowania na energię systemu i sprawności systemu. Część 4-7: Systemy wytwarzania ciepła, systemy spalania biomasy (06 0237).
34. STN EN 15316-3-1 Systemy grzewcze w budynkach. Metody obliczania zapotrzebowania na energię systemu i sprawności systemu. Część 3-1: Instalacje ciepłej wody użytkowej, charakterystyka zapotrzebowania na wodę w gniazdach (06 0237).
35. <https://epbd-ca.eu/database-of-outputs>].
36. <https://epbd-ca.eu/wp-content/uploads/2018/08/CA-EPBD-IV-Slovak-Republic-2018.pdf>
37. Ustawa z 2005 o charakterystyce energetycznej budynków z późniejszymi zmianami (Wersja czasowa rozporządzenia obowiązująca od 25.04.2020 r)/ Zákon č. 555/2005 Z. z. Zákon o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov
38. <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2005/555/#paragraf-3.odsek-2>

39. <https://www.epi.sk/zz/2005-555>
40. <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2012/364/>
41. <https://www.mpo.cz/cz/energetika/energeticka-ucinnost/prukaz-energeticke-narocnosti-budov/plneni-pozadavku-na-energetickou-narocnost-budov-od-1--zari-2020--256701/>
42. [https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=264/2020&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=264/2020&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)
43. Rozporządzenie/Dekret z dnia 29 maja 2020 r. w sprawie efektywności energetycznej budynków. Ministerstwo Przemysłu i Handlu ustala zgodnie z § 14 ust. 4 ustawy nr 406/2000 Dz.U. o gospodarce energetycznej, zmienionej ustawą nr 165/2012 Dz.U., ustawą nr 318/2012 Dz.U., ustawą nr 310/2013 Sb., Ustawa nr 131/2015 Sb. oraz ustawa nr 3/2020 Coll. (zwana dalej „ustawą”) w celu wykonania art. 7 ust. 7 i art. 7a ust. 6 ustawy
44. <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-264/zneni-20200901>