Original research paper (Oryginalny artykuł naukowy)
MATERIAŁY BUDOWLANE SCIENCE
materialybudowlane.info.pl/science

prof. dr hab. inż. Dariusz Gawin[1)*)]
ORCID: 0000-0002-8240-4425
mgr inż. Sandra Maciejek-Chrzanowska[1)]

Is the energy performance of the entire building representative for its residential units?

Czy charakterystyka energetyczna całego budynku jest reprezentatywna dla jego lokali mieszkalnych?

DOI: 10.15199/33.2026.10.05

Abstract. This study analyzed the variation in the energy performance of selected residential units in a large, existing residential building with an irregular, fragmented shape. Three different levels of building envelope insulation and building location in five different climate zones in Poland were considered. The calculations and analyses conducted clearly indicate that basing the energy performance of individual residential units in multi-family buildings on the results for the entire building, especially those with complex shapes and varying heights, can lead to significant differences, up to 30-40%, compared to the calculation results for these units. The relative differences in the calculated EP values decrease with the insulation level of the building envelope and the increase in the average air temperature in a given location. However, for absolute differences, expressed in kWh/(m^2/year), the trend is reversed.

Keywords: energy performance certificate; influence of the building's climate zone; influence of the location of apartments in the building.

Streszczenie. Przeanalizowano charakterystyki energetyczne wybranych lokali mieszkalnych w dużym, istniejącym budynku mieszkalnym o nieregularnej, rozczłonkowanej bryle. Rozważono trzy różne poziomy izolacyjności przegród budowlanych oraz lokalizację budynku w pięciu różnych strefach klimatycznych Polski. Obliczenia i analizy wskazują jednoznacznie, że przyjmowanie charakterystyki energetycznej poszczególnych lokali mieszkalnych w budynkach wielorodzinnych na podstawie wyniku całego budynku, zwłaszcza o skomplikowanej bryle o zróżnicowanej wysokości, może prowadzić nawet do 30–40% różnicy, w stosunku do wyników obliczeń w przypadku tych lokali. Różnice względne obliczonych wartości wskaźnika EP maleją wraz z poziomem izolacyjności przegród budynku oraz wzrostem średniej temperatury powietrza w danej lokalizacji. W przypadku różnic bezwzględnych, wyrażonych w kWh/(m^{2}rok), trend jest odwrotny.

Słowa kluczowe: świadectwo charakterystyki energetycznej; wpływ strefy klimatycznej budynku; wpływ umiejscowienia mieszkania w budynku.

According to official European Union data, the construction sector accounts for approximately 40% of total energy consumption and 36% of greenhouse gas emissions (including CO_2) in Europe [1, 2]. Consequently, this sector has become a key focus of EU climate and energy policy, which aims to achieve climate neutrality by 2050. The legal basis for these measures at the EU level is provided by the "Fit for 55" package and associated directives – including those on energy efficiency (EED) [3] and renewable energy sources (RED III) [4] – which mandate a systematic reduction in primary energy consumption as well as the integration of renewable energy systems into building infrastructure. The instrument used to implement these objectives for real estate was the initial Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) of 2002 [5]; it introduced a common methodological framework for calculating the integrated energy performance of buildings, launched an energy certification system (i.e., the requirement to issue energy performance certificates), and established minimum requirements for new buildings and for large existing structures (exceeding 1,000 m^2) undergoing renovation. The 2010 version of the

Zgodnie z oficjalnymi danymi Unii Europejskiej budownictwo odpowiada za ok. 40% całkowitego zużycia energii oraz 36% emisji gazów cieplarnianych (w tym CO_2) w Europie [1, 2]. Z tego powodu sektor ten stał się głównym obszarem działań unijnej polityki klimatyczno-energetycznej, ukierunkowanej na osiągnięcie neutralności klimatycznej do 2050 r. Podstawę prawną tych działań na poziomie UE tworzy pakiet „Fit for 55" oraz powiązane z nim dyrektywy, m.in. w sprawie efektywności energetycznej (EED) [3] i o odnawialnych źródłach energii (RED III) [4], które wymuszają systematyczne zmniejszanie zużycia energii pierwotnej, a także integrację systemów OZE w infrastrukturze budowlanej. Narzędziem wdrażającym te założenia w odniesieniu do nieruchomości była pierwsza Dyrektywa EPBD (ang. *Energy Performance of Buildings Directive*) z 2002 r. [5], która wprowadziła wspólne ramy metodologii obliczania zintegrowanej efektywności budynków oraz zapoczątkowała system certyfikacji energetycznej (tj. obowiązek wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej), a także ustanowiła minimalne wymagania dotyczące nowych oraz istniejących, dużych obiektów (powyżej 1000 m^2) poddawanych renowacji. Zmodyfikowana w 2010 r. wersja dyrektywy EPBD (2010/31/UE) [6] wprowadziła pojęcie budynku o niemal zerowym zużyciu energii nZEB (ang. *nearly Zero Energy*

[1)] Politechnika Łódzka, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska
[*)] Correspondence address: dariusz.gawin@p.lodz.pl

EPBD Directive (2010/31/EU) [6] introduced the concept of the nearly Zero Energy Building (nZEB). A subsequent EPBD directive from 2018 [7] linked energy efficiency with climate policy goals for 2050, mandating that Member States develop long-term strategies for the renovation of building stocks, and introduced the so-called Smart Readiness Indicator (SRI).

In Polish law, the provisions of the aforementioned EPBD directives were incorporated into the construction legislation via a 2007 amendment [8], which, starting in 2009, imposed an obligation to produce energy performance certificates upon the sale or rental of properties. Subsequent legislation – including the currently binding Act on the Energy Performance of Buildings of August 29, 2014 [9] – introduced requirements regarding the provision of the certificate to the property buyer or tenant and established the Central Register of Energy Performance of Buildings, which comprises a database of certificates and authorized assessors. The method for determining energy performance was regulated by the Regulation on certification methodology, with subsequent amendments issued in 2008, 2015, and 2023 [10]. Concurrently, the Regulation on technical conditions to be met by buildings and their location (WT) [11] has seen a progressive reduction in the maximum primary energy (EP) indicator value for buildings of various uses and in the thermal transmittance (U-value) of building envelopes – with key tightening phases occurring in 2014, 2017, and 2021; the so-called WT2021 standard is currently in force.

The latest version of the EPBD directive from 2024 [1, 2] shifts its primary requirement from "nearly Zero-Energy Building" (nZEB) to the Zero-Emission Building (ZEB) standard; starting in 2028 (for public buildings) and 2030 (for all new buildings), these structures will be prohibited from generating on-site emissions from fossil fuels. It also introduces harmonized energy classes ranging from A+ to G, where "A+" denotes a plus-energy building (generating more energy than it consumes), "A" represents a zero-emission building fully powered by renewable energy (ZEB), and the lowest class, "G," covers the 15% of buildings with the poorest energy performance in the country – structures that must undergo thermal renovation as a priority. Existing simplified monthly calculations will be replaced by more accurate dynamic modeling with an hourly time step, in accordance with the PN-EN-ISO-52016-1 standard; this will allow for a more realistic assessment of, among other things, energy gains from photovoltaics and the impact of air conditioning in summer. For residential buildings, the use of a simplified monthly balance method will remain permissible. Currently, building regulations based on the EPBD Directives of 2010 and 2018 are still in force, while Polish regulations implementing the provisions of the 2024 EPBD Directive have already completed the consultation stage and are expected to be signed and introduced in the near future.

Objective and scope of the study

Under current regulations [10], energy performance certificates for individual residential units within a residential building may be derived from the certificate for the entire building.

Building). Kolejna dyrektywa EPBD z 2018 r. [7] powiązała efektywność energetyczną z polityką klimatyczną do 2050 r., nakazując państwom członkowskim stworzenie długoterminowych strategii renowacji zasobów budowlanych, a także wprowadziła tzw. wskaźnik gotowości budynków do obsługi inteligentnych sieci (SRI).

W polskim prawie przepisy ww. dyrektyw EPBD zostały wdrożone do Prawa budowlanego nowelizacją z 2007 r. [8], nakładając od 2009 r. obowiązek sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej przy sprzedaży i wynajmie. Na mocy kolejnych aktów prawnych, w tym obecnie obowiązującej ustawy o charakterystyce energetycznej budynków z 29 sierpnia 2014 r. [9], wprowadzono wymagania dotyczące przekazywania świadectwa nabywcy lub najemcy nieruchomości oraz utworzono tzw. Centralny rejestr charakterystyki energetycznej budynków, który obejmuje bazę certyfikatów i osób uprawnionych do ich opracowywania. Sposób wyznaczania charakterystyki energetycznej regulowało Rozporządzenie ws. metodologii świadectw, którego kolejne modyfikacje ukazały się w 2008, 2015 i 2023 r. [10]. Równolegle w Rozporządzeniu o warunkach technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (WT) [11] sukcesywnie zmniejszano maksymalną wartość wskaźnika energii pierwotnej (EP) budynków o różnym przeznaczeniu oraz współczynników przenikania ciepła U przegród budowlanych – kluczowe etapy zaostrzeń miały miejsce w latach 2014, 2017 i 2021 – obecnie obowiązuje tzw. standard WT2021.

Najnowsza wersja dyrektywy EPBD z 2024 r. [1, 2] zmienia jej główne wymaganie z „niemal zerowego zużycia energii – nZEB" na standard budynków bezemisyjnych – ZEB (ang. *Zero Emission Building*), które od 2028 r. (publiczne) i od 2030 r. (wszystkie nowe) nie będą mogły generować na miejscu emisji z paliw kopalnych. Wprowadza także zharmonizowane klasy energetyczne od A + do G, gdzie „ A +" oznacza budynek plus-energetyczny (wytwarzający więcej energii niż zużywa), „A" – obiekt bezemisyjny, w pełni zasilany energią odnawialną (ZEB), aż po najgorszą klasę „G" obejmującą 15% budynków o najgorszej charakterystyce w kraju, które w pierwszej kolejności będą musiały być poddane termorenowacji. Dotychczasowe uproszczone obliczenia miesięczne zostaną zastąpione bardziej dokładnym modelowaniem dynamicznym z krokiem godzinowym, zgodnie z normą PN-EN-ISO-52016-1, co pozwoli bardziej realnie ocenić m.in. zyski energii z fotowoltaiki i wpływ klimatyzacji latem. W przypadku budynków mieszkalnych będzie nadal dopuszczalne stosowanie uproszczonej metody bilansowej w ujęciu miesięcznym. Obecnie wciąż jeszcze obowiązują przepisy prawno-budowlane bazujące na Dyrektywach EPBD z 2010 i 2018 r., a polskie przepisy wdrażające postanowienia Dyrektywy EPBD z 2024 r. są już po etapie konsultacji i należy oczekiwać ich podpisania i wprowadzenia w najbliższym czasie.

Cel i zakres pracy

Zgodnie z obowiązującym obecnie rozporządzeniem [10], w przypadku budynków mieszkalnych, świadectwa dotyczące lokali mieszkalnych mogą być wyznaczane na podstawie

This approach may fail to account for significant differences in energy demand among individual units within a given multi-family residential building. Naturally, apartments with a larger external envelope area (i.e., walls and roof/flat roof) relative to their usable floor area have a higher heating energy demand than the building-wide average – particularly when compared to apartments located on intermediate floors. However, there are no published studies that quantitatively analyze this issue within the context of the Polish climate and regulatory requirements for external envelope insulation.

The authors therefore undertook a study on this subject by determining the energy performance characteristics of selected residential units in a large, existing residential building with an irregular, complex form (Figures 1 and 2) located in Warsaw (Poland's climate zone 3) and comparing them with parameters for the building as a whole. Calculations were also performed for the building's location in the four remaining climate zones of Poland. Additionally, building variants with thermal insulation performance exceeding the WT2017 requirements [12] were considered – specifically, the low-energy NF40 and passive NF15 standards, in accordance with the requirements of the 2013 National Fund for Environmental Protection and Water Management (in Polish, NFOŚiGW) subsidy program [13].

Description of the analyzed building

Analyses were conducted for a model residential building based on the design of an existing residential building in Warsaw featuring six above-ground stories (building footprint: 1,708 m^2; 147 apartments; total area: 14,778.35 m^2; above-ground volume: 30,088.42 m^3) and a two-level underground garage (147 parking spaces; volume: 14,836.05 m^3). The building's thermal transmittance (U-value) coefficients for its envelope components met the WT2017 requirements [12], with values as follows: 0.19–0.21 W/(m^2·K) for external walls; 0.15–0.18 W/(m^2·K) for roofs and flat roofs; 0.8–1.1 W/(m^2·K) for windows; and 1.1–1.5 W/(m^2·K) for external doors. The central heating and domestic hot water systems were adopted in accordance with the building's design. A district heating substation serves as the heat source for both space heating and domestic hot water preparation. The facility is equipped with a heating system operating at 75/50°C parameters, utilizing panel radiators in living areas and ladder-type radiators in bathrooms, as well as mechanical exhaust ventilation in apartments and gravity ventilation in stairwells.

Additionally, building variants with enhanced thermal insulation of external partitions – compared to the WT2017 standard [12] – were considered; these met, for location in Warsaw, the requirements for low-energy building standard NF40 ($EU_{CO} \leq 40$ kWh/m^2·year) and passive building standard NF15 ($EU_{CO} \leq 15$ kWh/m^2·year), in accordance with the NFOŚiGW classification [13]. For the NF40 standard, the values were: U = 0.15 W/(m^2·K) for external walls, U = 0.12 W/(m^2·K) for roofs and flat roofs, and U = 1.3 W/(m^2·K) for windows and external doors. In the case

świadectwa energetycznego całego budynku. Może to skutkować nieuwzględnieniem istotnych różnic zapotrzebowania na energię przez poszczególne lokale danego wielorodzinnego budynku mieszkalnego. Mieszkania z większą powierzchnią przegród zewnętrznych (tj. ścian i stropodachu/dachu) w stosunku do powierzchni użytkowej w oczywisty sposób mają większe zapotrzebowanie na energię grzewczą niż wynosi wartość średnia w przypadku całego budynku, a zwłaszcza mieszkań na środkowych jego kondygnacjach. Nie ma jednak publikacji, w których przeanalizowano to zagadnienie ilościowo w warunkach polskiego klimatu i wymaganej przepisami izolacyjności przegród zewnętrznych.

Autorzy podjęli więc prace dotyczące tego tematu, wyznaczając charakterystyki energetyczne wybranych lokali mieszkalnych w dużym, istniejącym budynku mieszkalnym o nieregularnej, rozczłonkowanej bryle (rysunek 1 i 2), zlokalizowanym w Warszawie (3. strefa klimatyczna Polski) i porównano je z parametrami dotyczącymi całego budynku. Wykonano także obliczenia dotyczące lokalizacji budynku, w czterech pozostałych strefach klimatycznych Polski. Dodatkowo rozważono warianty budynku o podwyższonej w stosunku do wymagań WT2017 [12] izolacyjności termicznej – do standardu niskoenergetycznego NF40 i pasywnego NF15, wg wymagań programu dopłat NFOŚiGW z 2013 r. [13].

Opis analizowanego budynku

Analizy przeprowadzono dla modelowego budynku mieszkalnego, bazującego na projekcie istniejącego budynku mieszkalnego w Warszawie z sześcioma kondygnacjami nadziemnymi (powierzchnia zabudowy 1 708 m^2; 147 mieszkań, powierzchnia całkowita 14 778,35 m^2; kubatura części nadziemnej 30 088,42 m^3) z dwukondygnacyjnym garażem podziemnym (147 miejsc parkingowych, 14 836,05 m^3). Wartości współczynnika przenikania ciepła U przegród tego budynku spełniały wymagania WT2017 [12] i wynosiły odpowiednio: 0,19–0,21 [W/m^{2}K] w przypadku ścian zewnętrznych, 0,15–0,18 [W/m^{2}K] w przypadku dachów i stropodachów oraz 0,8–1,1 [W/m^{2}K] – okien i 1,1–1,5 [W/m^{2}K] – drzwi zewnętrznych. Instalację centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej przyjęto zgodnie z projektem budynku. Źródłem ciepła oraz podgrzewania ciepłej wody użytkowej w budynku jest węzeł cieplny. Obiekt wyposażono w instalację grzewczą o parametrach 75/50°C z grzejnikami płytowymi w pokojach i typu „drabinkowego" w łazienkach, oraz wentylację mechaniczną wyciągową w mieszkaniach i grawitacyjną na klatkach schodowych.

Dodatkowo rozważono warianty budynku o podwyższonej, w stosunku do WT2017 [12], izolacyjności termicznej przegród zewnętrznych, spełniających dla Warszawy wymagania standardu budynku niskoenergetycznego NF40 ($EU_{CO} \leq 40$ kWh/m^{2}rok) i pasywnego NF15 ($EU_{CO} \leq 15$ kWh/m^{2}rok), wg klasyfikacji NFOŚiGW [13]. W przypadku standardu NF40 wynosiły one: U = 0,15 [W/m^{2}K] w przypadku ścian zewnętrznych, U = 0,12 [W/m^{2}K] dachów i stropodachów oraz U = 1,3 [W/m^{2}K] okien i drzwi zewnętrznych. Natomiast w przypadku standardu NF15:

of the NF15 standard, the values were: U = 0.10 W/(m²·K) for external walls, U = 0.10 W/(m²·K) for roofs and flat roofs, and U = 0.8 W/(m²·K) for windows and external doors. To meet the NF15 standard requirements, a mechanical supply and exhaust ventilation system with heat recovery (80% efficiency) was assumed.

Calculation method

The energy performance calculations of the building under consideration and its selected residential units were performed using the commercial computer program ArCADia TERMO [15], widely used in Poland, which implemented a calculation methodology consistent with the currently applicable regulation [11]. The apartments were selected to ensure they were situated on three different levels – including the uppermost floors (3rd and 5th), a middle floor (3rd), and the ground floor (0) – and exhibited varying ratios of external envelope area (walls, flat roofs, and pitched roofs) to floor area. Their locations and the designations used later in this paper are shown in Figure 1, while floor plans are presented in Figure 2. Detailed energy demand calculations were performed for the analyzed building – both in its baseline state and after upgrading its thermal insulation to NF40 and NF15 standards – across five locations representing different climatic zones in Poland: Świnoujście (Zone I), Wrocław (II), Warsaw (III), Białystok (IV), and Suwałki (V).

U = 0,10 [W/m²K] dla ścian zewnętrznych, U = 0,10 [W/m²K] dachów i stropodachów oraz U = 0,8 [W/m²K] – okien i drzwi zewnętrznych. W celu spełnienia wymagania standardu NF15, przyjęto wentylację mechaniczną nawiewno-wywiewną z rekuperacją o sprawności 80%.

Metoda obliczeń

Obliczenia charakterystyk energetycznych rozważanego budynku i jego wybranych lokali mieszkalnych wykonano za pomocą powszechnie stosowanego w Polsce, komercyjnego programu komputerowego ArCADia TERMO [15], w którym zaimplementowano metodykę obliczeń zgodną z obowiązującym obecnie rozporządzeniem [11]. Mieszkania zostały dobrane w taki sposób, aby były położone na trzech różnych kondygnacjach, w tym na najwyższych (piętro 3. i 5.), środkowej (piętro 3.) i na parterze (piętro 0.), oraz miały różną powierzchnię przegród zewnętrznych: ścian, stropodachów i dachów w stosunku do ich powierzchni. Ich położenie i oznaczenia stosowane w dalszej części pracy zostały pokazane na rysunku 1, a rzuty kondygnacji na rysunku 2. Szczegółowe obliczenia zapotrzebowania na energię wykonano dla analizowanego budynku oraz po zwiększeniu jego izolacyjności cieplnej do standardów NF40 i NF15, w przypadku pięciu lokalizacji w różnych strefach klimatycznych Polski: w Świnoujściu (strefa I), Wrocławiu (II), Warszawie (III), Białymstoku (IV) i Suwałkach (V).



Fig. 1. View of the building facade with the apartments subjected to analysis marked [14]
Rys. 1. Widok elewacji budynku z oznaczeniem mieszkań poddanych analizie [14]

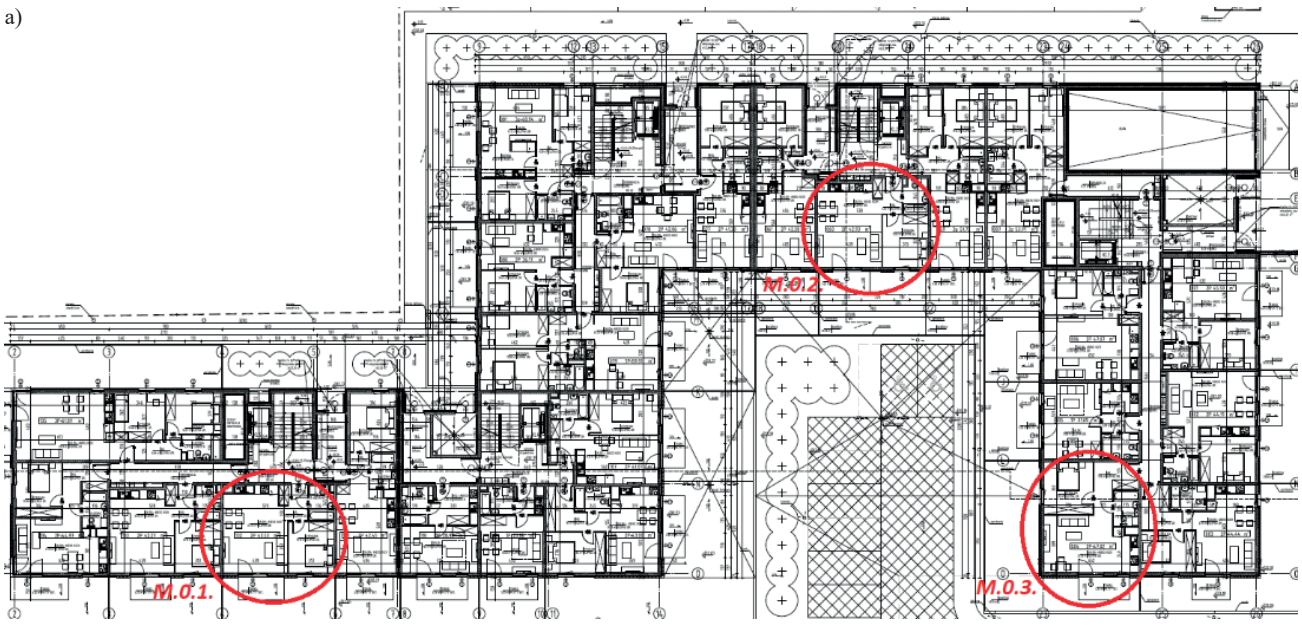
Calculation results and analysis

The calculated values for energy demand indicators – useful energy (EU), final energy (EK), and non-renewable primary energy (EP) – for the entire building located in Warsaw (Climate Zone III) and for the specific residential units analyzed are presented in Table 1. The highest EP value was obtained for unit M.3.1 (i.e., 17.5% higher than that of the entire building), while the lowest was for unit M.3.2 (16.3% lower than that of the entire building). These same units exhibited the highest and lowest energy indicators, regardless of the thermal insulation standard or the building's location. Consequently, the remainder of this study focuses on the re-

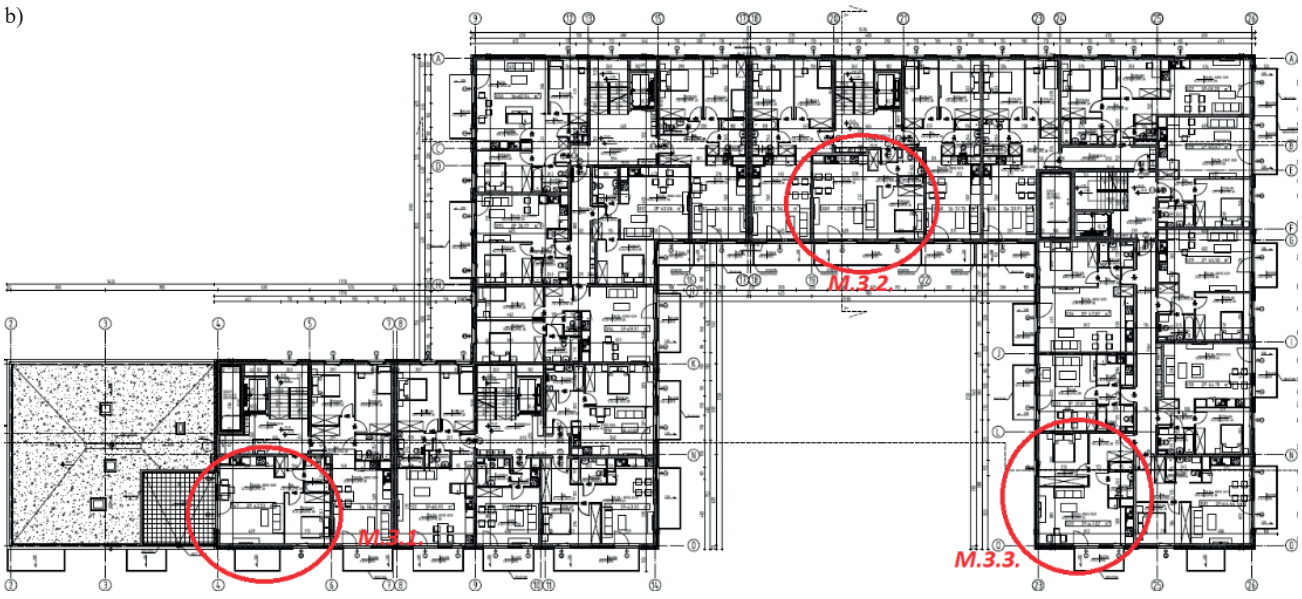
Wyniki obliczeń i ich analiza

Wyniki obliczeń wskaźników zapotrzebowania energii: użytkowej EU, końcowej EK i nieodnawialnej pierwotnej EP dla całego budynku zlokalizowanego w Warszawie (III strefa klimatyczna) oraz jego analizowanych lokali mieszkalnych zestawiono w tabeli 1. Największą wartość wskaźnika EP otrzymano w przypadku lokalu M.3.1 (tj. o 17,5% większą niż dla całego budynku), zaś najmniejszą – lokalu M.3.2 (o 16,3% mniejszą niż całego budynku). Te same lokale miały największe i najmniejsze wskaźniki energetyczne, niezależnie od standardu izolacyjności cieplnej i lokalizacji budynku. W związku z tym w dalszej części pracy

a)



b)



c)

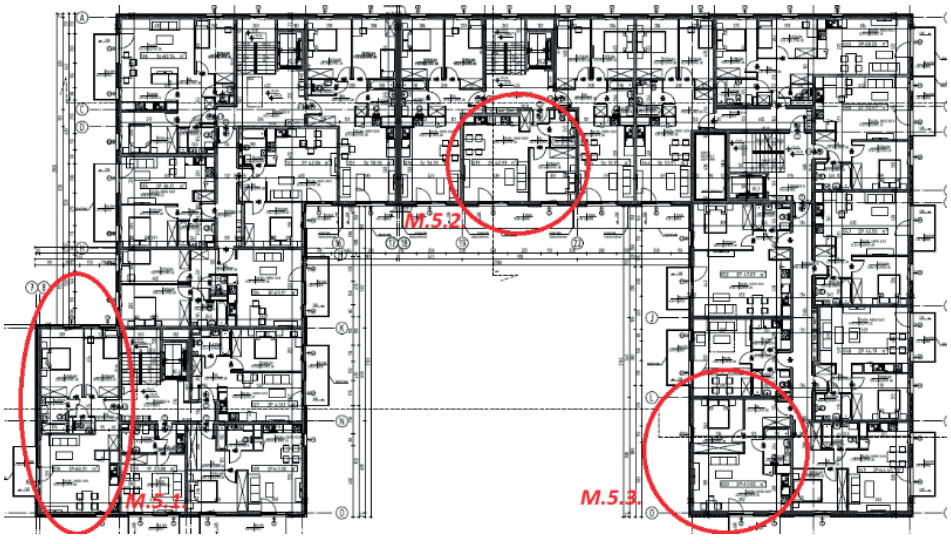


Fig. 2: Ground floor plan (a), 3rd floor (b) and 5th floor (c) with the apartments analyzed [14]
Rys. 2. Rzut parteru (a), 3. piętra (b) i 5. piętra (c) ze wskazaniem mieszkań poddanych analizie [14]

Table 1. The values of the useful energy demand indicators EU, final EK and non-renewable primary EP in the entire building in Warsaw and its selected premises
Tabela 1. Wartości wskaźników zapotrzebowania energii użytkowej EU, końcowej EK i nieodnawialnej pierwotnej EP w całym budynku w Warszawie i jego wybranych lokalach

Energy Indicators / Wskaźniki zapotrzebowania energii	Entire building / Cały budynek	M.0.1.	M.0.2.	M.0.3.	M.3.1.	M.3.2.	M.3.3.	M.5.1.	M.5.2.	M.5.3.
EU [kWh/(m²·year)] / EU [kWh/(m²·rok)]	62.4	74.9	62.5	72.9	88.2	46.8	57.1	82.9	59.2	68.3
EK [kWh/(m²·year)] / EK [kWh/(m²·rok)]	90.2	101.8	87.9	100.0	116.3	70.1	81.8	110.9	84.1	94.4
EP [kWh/(m²·year)] / EP [kWh/(m²·rok)]	81.8	85.7	74.5	85.0	96.1	60.3	69.6	93.0	71.5	79.7

sults concerning these specific apartments and the building as a whole.

Table 2 presents the calculated energy indicators for the analyzed building following modifications to the thermal insulation of its envelope components to meet the NF40 (low-energy building) and NF15 (passive building) standards; the table also includes data for units M.3.1 and M.3.2, which showed the highest and lowest EP values, respectively. The

analizowano jedynie wyniki dotyczące tych konkretnych mieszkań i całego budynku.

Wyniki obliczeń wskaźników energetycznych analizowanego obiektu po zmianie izolacyjności jego przegród wg standardu budynku niskoenergetycznego NF40 i pasywnego NF15, zestawiono w tabeli 2 wraz z danymi dotyczącymi lokali M.3.1 i M.3.2, dla których wskaźnik EP był największy i najmniejszy. Wartości wskaźników energetycznych

Table 2. The values of the useful energy demand indicators EU, final EK and non-renewable primary EP of a residential building in Warsaw (NF40 and NF15 standards) and its selected premises
Tabela 2. Wartości wskaźników zapotrzebowania energii użytkowej EU, końcowej EK i nieodnawialnej pierwotnej EP budynku mieszkalnego w Warszawie (standard NF40 i NF15) i jego wybranych lokalach

Energy Indicators / Wskaźniki energetyczne	Entire building / Cały budynek									
	Zone 1 / Strefa 1		Zone 2 / Strefa 2		Zone 3 / Strefa 3		Zone 4 / Strefa 4		Zone 5 / Strefa 5	
	NF40	NF15	NF40	NF15	NF40	NF15	NF40	NF15	NF40	NF15
EU [kWh/(m²·year)] / EU [kWh/(m²·rok)]	56.8	38.7	61.4	41.8	62.4	42.3	70.5	48.3	74.9	51.5
EK [kWh/(m²·year)] / EK [kWh/(m²·rok)]	83.9	63.5	89.1	67.1	90.2	67.7	99.3	74.5	104.3	78.2
EP [kWh/(m²·year)] / EP [kWh/(m²·rok)]	76.7	58.2	80.9	61.1	81.8	61.6	89.1	67.0	93.0	70.0
Energy Indicators / Wskaźniki energetyczne	**Unit M.3.1. / Lokal M.3.1.**									
	Zone 1 / Strefa 1		**Zone 2 / Strefa 2**		**Zone 3 / Strefa 3**		**Zone 4 / Strefa 4**		**Zone 5 / Strefa 5**	
	NF40	**NF15**	**NF40**	**NF15**	**NF40**	**NF15**	**NF40**	**NF15**	**NF40**	**NF15**
EU [kWh/(m²·year)] / EU [kWh/(m²·rok)]	79.4	57.3	86.7	63.0	88.2	63.9	100.0	73.5	106.4	78.7
EK [kWh/(m²·year)] / EK [kWh/(m²·rok)]	106.4	81.4	114.7	87.8	116.2	88.9	129.8	99.7	136.9	105.6
EP [kWh/(m²·year)] / EP [kWh/(m²·rok)]	88.2	68.2	94.8	73.3	96.1	74.2	106.9	82.9	112.6	87.5
EP_{unit}/EP_{build} / EP_{miesz}/EP_{bud}	**1.150**	**1.172**	**1.172**	**1.200**	1.175	1.205	1.200	1.237	1.211	1.250
Energy Indicators / Wskaźniki energetyczne	**Unit M.3.2. / Lokal M.3.2.**									
	Zone 1 / Strefa 1		**Zone 2 / Strefa 2**		**Zone 3 / Strefa 3**		**Zone 4 / Strefa 4**		**Zone 5 / Strefa 5**	
	NF40	**NF15**	**NF40**	**NF15**	**NF40**	**NF15**	**NF40**	**NF15**	**NF40**	**NF15**
EU [kWh/(m²·year)] / EU [kWh/(m²·rok)]	43.1	27.7	45.1	27.8	46.8	27.9	53.9	28.9	57.8	29.7
EK [kWh/(m²·year)] / EK [kWh/(m²·rok)]	65.9	48.5	68.2	48.6	70.1	48.7	78.0	49.8	82.5	50.7
EP [kWh/(m²·year)] / EP [kWh/(m²·rok)]	56.9	43.0	58.7	43.1	60.3	43.2	66.7	44.1	70.2	44.8
EP_{unit}/EP_{build} / EP_{miesz}/EP_{bud}	**0.742**	**0.739**	**0.726**	**0.705**	**0.737**	**0.701**	**0.749**	**0.658**	**0.755**	**0.640**

values of the energy indicators – EU, EK, and EP – depend on the climate zone; the difference in the EP value for the entire building between the coldest and warmest climate zones was 16.3 kWh/(m^2·year) (i.e., over 21.2%) for the building meeting the NF40 standard, and 11.8 kWh/(m^2·year) (i.e., over 20.3%) for the NF15 standard.

For the NF40 building, the difference between the EP indicator of unit M.3.1 (which had the highest value) and the value for the entire building ranged from 11.5 kWh/(m^2·year) – i.e., 15% – in climate zone I, to 19.6 kWh/(m^2·year) – i.e., 21.1% – in climate zone V. In the case of unit M.3.2 (which had the lowest EP value), the value was lower than that of the entire building by an amount ranging from 19.8 kWh/(m^2·year) – i.e., 25.8% – in climate zone I, to 42.4 kWh/(m^2·year) – i.e., 24.5% – in climate zone V. For the remaining analyzed units and climate zones, the absolute and relative differences in the EP indicator fell within the range defined by these extreme values. In the case of the building meeting the NF15 standard, the differences between the EP value of unit M.3.1 (which had the highest value) and the value for the entire building ranged from 10.0 kWh/(m^2·year) – i.e., 17.2% – in Climate Zone I, to 19.6 kWh/(m^2·year) – i.e., 21.1% – in Climate Zone V. For unit M.3.2, which had the lowest EP value, the figure was lower than that of the entire building by an amount ranging from 19.8 kWh/(m^2·year) – i.e., 25.8% – in Climate Zone I, to 42.7 kWh/(m^2·year) – i.e., 36.0% – in Climate Zone V. As was the case with the previously analyzed NF40 standard, for the other units and climate zones analyzed, the absolute and relative differences in the EP value fell within the range defined by these extreme values.

Conclusions

Calculations performed for the analyzed multi-family residential building – characterized by a complex form and varying heights – demonstrated that values of the non-renewable primary energy indicator (EP), calculated according to current methodology for energy performance certificates, can vary by more than 50% between individual units and by up to 36% compared to the value for the entire building. Absolute differences in the EP indicator decrease as the thermal insulation of the building envelope improves and the average air temperature at the location rises. Conversely, regarding relative differences (expressed as percentages), the trend is reversed: the poorer the insulation of the building envelope and the lower the air temperature, the smaller the percentage differences between the EP values of individual residential units and the value for the entire building. Therefore, the authors believe that issuing energy performance certificates for individual residential units based solely on the certificate for the entire building should not be permitted. To estimate the spread of EP values for units within a given residential building relative to the value for the entire building, additional calculations can be performed for the apartment with the largest external envelope area – and likely the highest EP value (e.g., a top-floor unit adjacent to a gable wall) – and for an apartment on an intermediate floor that does not adjoin a gable wall (which

EU, EK i EP mają wartości zależne od strefy klimatycznej, przy czym różnica wartości EP całego budynku między najchłodniejszą i najcieplejszą strefą klimatyczną w przypadku rozważanego budynku w standardzie NF40 wynosiła 16,3 kWh/(m^{2}rok), tj. ponad 21,2%, zaś w przypadku standardu NF15 – 11,8 kWh/(m^{2}rok), tj. ponad 20,3%.

W przypadku budynku w standardzie NF40 różnice między wskaźnikiem EP lokalu M.3.1 o największej wartości i wartością dla całego budynku wynosiła od 11,5 kWh/(m^{2}rok), tj. 15% w I strefie klimatycznej, do 19,6 kWh/(m^{2}rok), tj. 21,1% w V strefie klimatycznej. W przypadku lokalu M.3.2 o najmniejszej wartości EP, jego wartość była mniejsza od wartości dla całego budynku od 19,8 kWh/(m^{2}rok), tj. 25,8% w I strefie klimatycznej, do 42,4 kWh/(m^{2}rok), tj. 24,5% w V strefie klimatycznej. W przypadku pozostałych analizowanych lokali i stref klimatycznych różnice bezwzględne i względne wskaźnika EP zawierały się między podanymi, skrajnymi wartościami.

Natomiast w przypadku budynku w standardzie NF15 różnica między wskaźnikiem EP lokalu M.3.1 o największej wartości i wartością dla całego budynku wynosiła od 10,0 kWh/(m^{2}rok), tj. 17,2% w I strefie klimatycznej, do 19.6 kWh/(m^{2}rok), tj. 21,1% w V strefie klimatycznej. W przypadku lokalu M.3.2 o najmniejszej wartości EP, jego wartość była mniejsza od wartości dla całego budynku od 19,8 kWh/(m^{2}rok), tj. 25,8% w I strefie klimatycznej, do 42,7 kWh/(m^{2}rok), tj. 36,0% w V strefie klimatycznej. Podobnie jak dla poprzednio analizowanego standardu NF40, w przypadku pozostałych analizowanych lokali i stref klimatycznych różnice bezwzględne i względne wskaźnika EP zawierały się między wymienionymi, skrajnymi wartościami.

Wnioski

Przeprowadzone obliczenia dotyczące analizowanego wielorodzinnego budynku mieszkalnego o dość skomplikowanej bryle i różnej wysokości wykazały, że wartości wskaźnika nieodnawialnej energii pierwotnej EP, obliczanego zgodnie z obecną metodologią wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej, w przypadku poszczególnych lokali mogą się różnić od siebie nawet o ponad 50%, zaś od wartości dla całego budynku nawet o 36%. Różnice bezwzględne wskaźnika EP maleją wraz z izolacyjnością przegród budynku oraz wzrostem średniej temperatury powietrza w danej lokalizacji. Natomiast w przypadku różnic względnych (wyrażonych w procentach) trend jest odwrotny – im gorsza izolacyjność przegród budynku i im niższa temperatura powietrza, tym różnice procentowe między wartościami wskaźnika EP w przypadku poszczególnych lokali mieszkalnych a wartością dla całego budynku są mniejsze. Dlatego zdaniem autorów wykonywanie świadectw charakterystyki energetycznej poszczególnych lokali mieszkalnych wyłącznie na podstawie świadectwa całego budynku nie powinno być dopuszczalne. Aby oszacować rozrzut wartości wskaźnika EP dla lokali danego budynku mieszkalnego w stosunku do wartości dla całego budynku, można dodatkowo wykonać obliczenia w przypadku mieszkania o największej powierzchni przegród zewnętrznych i prawdopodobnie największej wartości EP (np. mieszkanie przy ścianie szczytowej

would have the lowest EP value). Given steadily rising energy costs, the price of a specific apartment should depend on its projected maintenance costs – a factor that argues for the necessity of issuing energy performance certificates for each individual residential unit.

na ostatniej kondygnacji) oraz mieszkania na środkowej kondygnacji, niegraniczącego ze ścianą szczytową (o najmniejszej wartości EP). Przy stopniowo rosnących kosztach energii, cena konkretnego mieszkania powinna zależeć od przewidywanych kosztów jego utrzymania, co przemawiałoby za potrzebą wyznaczania świadectw charakterystyki energetycznej indywidualnie dla każdego lokalu mieszkalnego.

Received: 20.04.2026
Revised: 30.06.2026
Published: 21.10.2026

Artykuł wpłynął do redakcji: 20.04.2026 r.
Otrzymano poprawiony po recenzjach: 30.06.2026 r.
Opublikowano: 21.10.2026 r.

Literature

[1] Dyrektywa UE 2024/1275 w sprawie charakterystyki energetycznej budynków. Dz. Urz. UE L, 2024/1275.
[2] Węglarz A. i in. Proces wdrażania Dyrektywy w sprawie charakterystyki energetycznej budynków w Polsce. Materiały Budowlane. 2025;1:47–50.
[3] Dyrektywa UE 2023/1791 w sprawie efektywności energetycznej oraz zmieniająca rozporządzenie 2023/955 (wersja przekształcona). Dz.U. UE L 231.
[4] Dyrektywa UE 2023/2413 w sprawie promowania energii ze źródeł odnawialnych. Dz. Urz. UE L 2023/2413.
[5] Dyrektywa UE 2002/91/WE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków. Dz. Urz. WE L 1 z 04.01.2003.
[6] Dyrektywa UE 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków. Dz. Urz. UE L 153 z 18.06.2010 (z późn. zm.).
[7] Dyrektywa UE 2018/844 zmieniająca dyrektywę 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej. Dz. Urz. UE L 156.
[8] Ustawa z 19 września 2007 r. o zmianie ustawy – Prawo budowlane. Dz.U. 2007 nr 191 poz. 1373.
[9] Ustawa z 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków. Dz.U. 2014 poz. 1200; tekst jednolity: Dz.U. 2024 poz. 1335.
[10] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 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. 2008 nr 201 poz. 1240.
[11] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej. Dz.U. 2015 poz. 376; z późn. zm. m.in. Dz.U. 2023 poz. 812.
[12] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tekst jednolity: Dz.U. 2022 poz. 1225; uwzględniający kolejne nowelizacje wprowadzające standardy WT2014, WT 2017 oraz WT 2021).
[13] Załącznik nr 3 do Programu Priorytetowego „Poprawa efektywności energetycznej", Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, Warszawa, 2013.
[14] S. Maciejek, Analiza zużycia energii oraz parametrów związanych z komfortem akustycznym w budynku mieszkalnym wielorodzinnym (praca magisterska), Politechnika Łódzka, 2024.
[15] ArCADiasoft. ArCADia-TERMOCAD, wersja 10. Łódź. 2024.