

WPLYW RODZAJU PALIWA NA WARTOŚĆ WSKAŹNIKA ENERGII PIERWOTNEJ W BUDYNKACH MIESZKALNYCH JEDNORODZINNYCH

THE EFFECT OF THE FUEL'S TYPE ON EP INDEX'S VALUE IN RESIDENTIAL BUILDINGS

Joanna Borowska

Sylwia Kulczewska

Politechnika Białostocka

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska

Zakład Podstaw Budownictwa i Fizyki Budowli

ul. Wiejska 45 A

15-351 Białystok

e-mail: joannaborowska91@gmail.com

e-mail: s.kulczewska@gmail.com

Abstract: Each building can be characterized with an energetic quality which is described by energetic indexes. Heat transfer coefficients U for building envelope and woodwork is the basis to count them. Both earlier mentioned coefficients and indexes shouldn't exceed maximum legitimate value, which are determined in the specification (Regulation issued by the Minister of Transportation, Construction and Water Management from 5 July 2013 changing the concerning technical requirements, with which buildings and their location should comply (Journal of Laws, No. 2013, item 926 and further amendment). The present requirements say that new-designed building should have EP 's index on the maximum level $120 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{year}$. This article shows the results of calculations of residential building requirement for heat energy consumption in three variants of used fuels: carbon, gas and biomass. The calculations were done in Arcadia TERMO programme. Authors verified the results of calculations in relation to WT 2014, WT2017 and WT2021 requirements and offered the way to bring the value of EP 's index down.

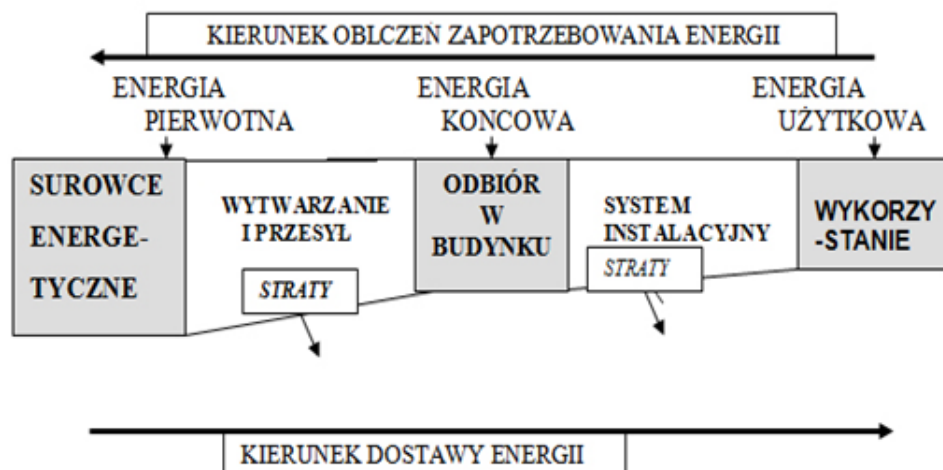
Keywords: energetics indexes, fuel, residential building, energetic effect.

Wprowadzenie

Każdy budynek czy to mieszkalny, czy użyteczności publicznej, charakteryzuje się pewną jakością energetyczną określaną poprzez unikatowe dla każdego obiektu współczynniki zapotrzebowania na energię: pierwotną - EP , użytkową - EU i końcową - EK . Wskaźnik energii końcowej (EK) określa, ile energii zużywa budynek z uwzględnieniem sprawności jego instalacji. W przypadku wskaźnika energii pierwotnej jego zdefiniowanie nie jest takie proste. Parametr ten przelicza się ze wskaźnika EK wykorzystując współczynnik w_i . Jednakże poprzez ten zabieg wskaźnik EP już nie informuje o tym, jakie jest faktyczne zużycie energii przez dany budynek. Wówczas odnosi się jedynie do obciążenia budynku dla środowiska naturalnego, jednak nawet w tej kwestii wskaźnik ten nie jest do końca klarowny i przejrzysty [1]. Wskaźnik EU to wskaźnik energii użytkowej, czyli parametr informujący o standardzie budynku (bez instalacji), a precyzując – mówi, ile energii budynek traci głównie przez przegrody zewnętrzne.

Wymienione wskaźniki EU , EK i EP są ściśle ze sobą powiązane (rys. 1). Bez wiedzy odnośnie energii użytkowej nie jesteśmy w stanie wyznaczyć energii końcowej i ostatecznej energii pierwotnej. Natomiast wskaźnik EP jest ściśle związany z surowcami energetycznymi, bez których budynek i jego mieszkańcy nie mogliby normalnie funkcjonować, zwłaszcza w okresie zimowym.

W praktyce zależność między wskaźnikami jest taka, że gdy $EK > EU$ (w niewielkim stopniu), to można wnioskować, że analizowany budynek posiada bardzo sprawny system ogrzewania. Natomiast, jeśli występują znaczne różnice pomiędzy wartościami wskaźników energii końcowej i pierwotnej, wtedy wiadomo, że do celów energetycznych najprawdopodobniej jest wykorzystywana energia elektryczna lub odnawialne źródła energii. Nie mniej jednak najbardziej istotnym wskaźnikiem energetycznym jest ten mówiący o zapotrzebowaniu budynku na nieodnawialną energię pierwotną, gdyż to właśnie na jego podstawie określa się czy budynek spełnia wymagania odnośnie efektywności energetycznej.



Rys. 1. Zależności pomiędzy energią pierwotną (EP), końcową (EK) i użytkową (EU) [2].

Poprawę jakości energetycznej budynków powinna zapewnić wprowadzona w Polsce certyfikacja energetyczna budynków. Zwiększenie jakości cieplnej domów nie płynie bezpośrednio z zaostreżeń prawa i nakazów, lecz z przeprowadzania analiz stanu budynków i nabytej wiedzy odnośnie niepotrzebnych kosztów, jakie są ponoszone na utrzymywanie budynków nieefektywnych energetycznie. Świadomość jakości termicznej budynku w dzisiejszych czasach przeważnie ma przełożenie na cenę obiektu – zgodnie z zasadą, że im jakość domu czy mieszkania jest wyższa, tym ceny jego eksploatacji i utrzymania są niższe, a cena proporcjonalnie wyższa [1]. Wszystkie świadectwa energetyczne posiadają wytyczne, które dają informacje o możliwych zabiegach podnoszących jakość energetyczną budynku. By jednak cele certyfikacji budynków mogły zostać spełnione w rzeczywistości, wyliczone wskaźniki energii powinny charakteryzować się jednoznacznością i być zrozumiałe. Dodatkowo muszą służyć w najwyższym stopniu dla tego celu, dla którego zostały określone [3].

Obecnie we wszystkich zmianach i aktualizacjach do Warunków Technicznych [4] wysokość wskaźnika zapotrzebowania budynku na nieodnawialną energię pierwotną *EP* stale jest zaostreżana. Warto wspomnieć, że wartość tegoż wskaźnika nie określa faktycznego zużycia energii przez budynek. Zatem ciągłe obniżanie jego maksymalnego dopuszczalnego poziomu przestaje mieć sens [5]. Dla budynków nowo wznoszonych muszą być spełnione oba warunki: warunek odnośnie wskaźnika *EP* oraz odnośnie maksymalnej wartości współczynnika przenikania ciepła *U* dla przegród zewnętrznych i stolarki budowlanej. W istniejących budynkach niekiedy nie da się przeprowadzić termomodernizacji w taki sposób, by spełnić wciąż rosnące wymagania. We wcześniejszych warunkach technicznych wystarczyło, że budynek spełniał jeden z wcześniej opisanych warunków, czyli nieprzekroczenie maksymalnej wartości *U* lub *EP*. Jednakże przy wyborze spełnienia wymagań odnośnie *EP* laik, który nie orientuje się do końca w kwestiach efektywności

energetycznej budynków mieszkalnych, nie będzie umiał odczytać i zinterpretować z suwaka energetycznego informacji na temat energochłonności czy energooszczędności swojego budynku [6].

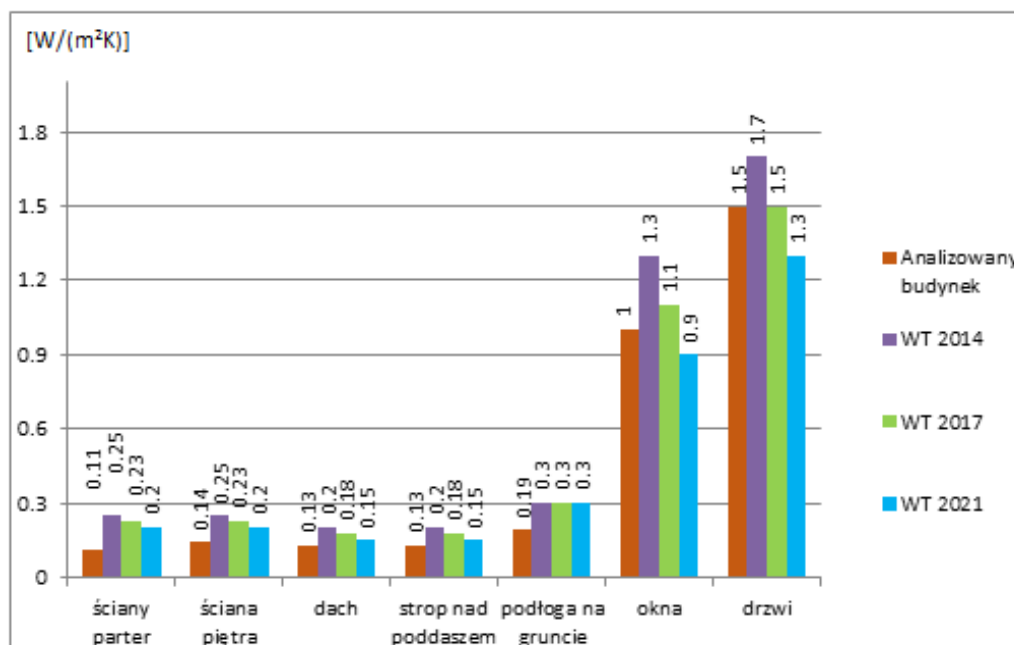
W niniejszej pracy autorki postarają się udowodnić, że rodzaj paliwa ma wpływ na zapotrzebowania budynku na energię pierwotną, jednak wskaźnik *EP* nie jest dobrym parametrem odzwierciedlającym efektywność energetyczną budynku. Wartość wskaźników *EP* dla budynku przy różnych źródłach ciepła zostanie zestawiona w stosunku do obecnych i kolejnych wymagań technicznych odnośnie energii pierwotnej. Dodatkowo budynek zostanie scharakteryzowany pod względem energetycznym. Tym samym zostaną przedstawione wartości współczynników przenikania ciepła dla przegród zewnętrznych i stolarki okiennej oraz drzwiowej w analizowanym budynku jednorodzinny mieszkalny i porównane z wymaganymi przez WT 2014 i WT 2017 oraz WT 2021. Wyznaczone zostaną również wskaźniki *EU* i *EK*, niezbędne do wyznaczenia wskaźnika *EP*, którego analiza jest głównym celem prowadzonych rozważań.

Opis i charakterystyka energetyczna obiektu badań

Do analizy wybrano jednorodzinny dom parterowy niepodpiwniczony, z poddaszem użytkowym. Budynek zlokalizowany jest w północno - wschodniej Polsce. Wykonany został w technologii tradycyjnej, murowanej z cegły ceramicznej o gr. 25 cm. Budynek ten ma prostą bryłę opartą na planie prostokąta (9 m x 11 m) z dwuspadowym dachem z blachodachówki. Obiekt ma wysokość ok 7 m. Powierzchnia zabudowy wynosi 99,0 m². Dom przystosowany jest dla rodziny 4-osobowej, a jego powierzchnia użytkowa wynosi 126,7 m². Wejście do budynku znajduje się od strony południowej, do którego prowadzą schody. Analizowany dom mieszkalny został zmodernizowany - docieplono przegrody zewnętrzne oraz wymieniono stolarkę okienną i drzwiową.

Wszystkie przegrody w budynku spełniają obowiązujące wymagania odnośnie nie przekroczenia maksymalnej wartości współczynnika przenikania ciepła U [$W/(m^2 \cdot K)$], zgodnie z Warunkami Technicznymi 2014, a także ostrzejsze wymagania, które zaczną obowiązywać od 2017 r. Wartości parametrów energetycznych charak-

teryzujących budynek pochodzą z analiz przeprowadzonych na potrzeby pracy dyplomowej jednej z autorek [7]. Na rys. 2 zestawiono wartości współczynnika przenikania ciepła dla poszczególnych przegród z odniesieniem do wymagań WT 2014, 2017 oraz 2021.



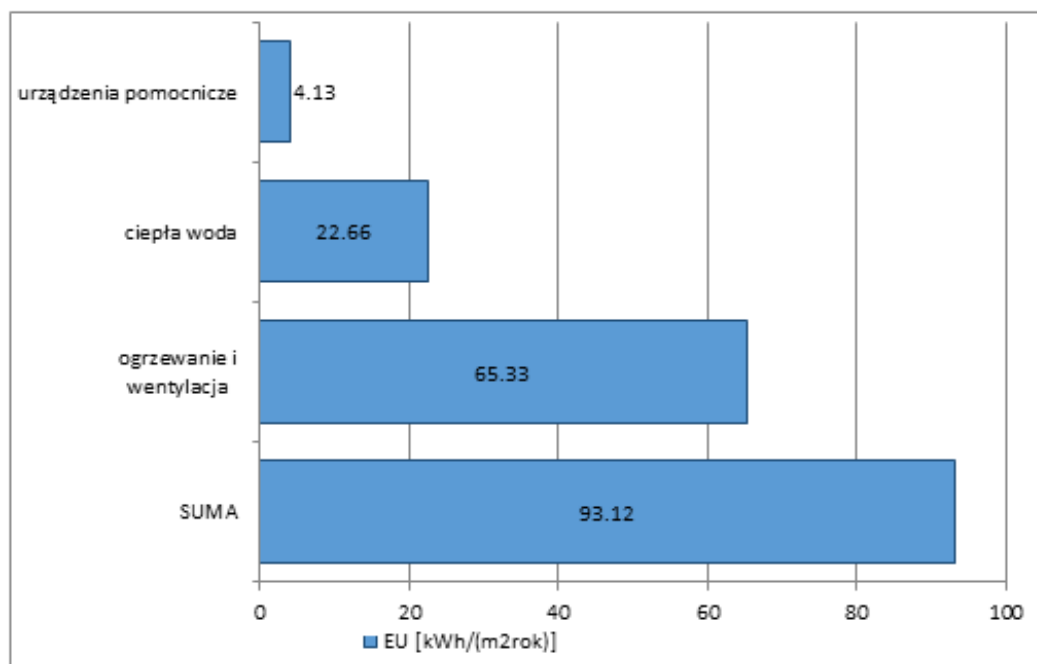
Rys. 2. Izolacyjność przegród zewnętrznych budynku w odniesieniu do Warunków Technicznych.

Analizując wartości współczynnika przenikania ciepła dla poszczególnych przegród budynku (rys. 2.) można stwierdzić, że budynek charakteryzuje się bardzo dobrą izolacyjnością termiczną. Praktycznie wszystkie przegrody, poza stolarką okienną i drzwiową spełniają najostrzejsze wymagania zgodne z Warunkami Technicznymi, które wejdą w życie dopiero 1 stycznia 2021 r. Biorąc pod uwagę jedynie wartość współczynnika U [$W/m^2 \cdot K$] dla poszczególnych przegród w analizowanym obiekcie, można stwierdzić, że jest on charakterystyczny dla budynków niskoenergetycznych. Podobną izolacyjnością przegród (nieco niższą) charakteryzują się budynki w standardzie NF 40.

W omawianym budynku wentylacja odbywa się grawitacyjnie przez pionowy kominowy, a napływ świeżego powietrza następuje przez nawiewniki w stolarkę. Znajac parametry przegród i charakterystykę systemu wentylacji, za pomocą programu ArCADia TERMO określono energię użytkową budynku (rys. 3), niezbędną do dalszych analiz [7].

Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania budynku zależy głównie od izolacyjności jego przegród zewnętrznych. Na jej wartość ma również wpływ system wentylacyjny. Analizując wykres można zauważyć, że największy udział w całkowitym zapotrzebowaniu na energię użytkową ma system ogrzewania i wentylacji, mniejszy wkład dotyczy instalacji ciepłej wody. Przy wyznaczaniu wskaźnika EU uwzględniany jest także wpływ dodatkowych urządzeń pomocniczych.

Na podstawie klasyfikacji energetycznej budynków, wykorzystywanej we wcześniejszych latach, [9] odnośnie zapotrzebowania budynku na ogrzewania, można scharakteryzować oceniany budynek jako energooszczędny. Na rys. 3 można zauważyć, że wskaźnik EU_{co} analizowanego domu wynosi $65,33 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{rok}$, a więc mieści się w przedziale odpowiadającemu budynkom energooszczędnym, który oscyluje na poziomie od $45 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{rok}$ do $80 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{rok}$. Zatem można uznać, że analizowany dom mieszkalny jednorodzinny jest obiektem o bardzo dobrych parametrach energetycznych, biorąc pod uwagę głównie izolacyjność jego obudowy.



Rys. 3. Całkowite zapotrzebowanie na użytkową z rozbiem w analizowanym budynku [kWh/(m²rok)].

Rodzaj paliwa a wskaźnik EP

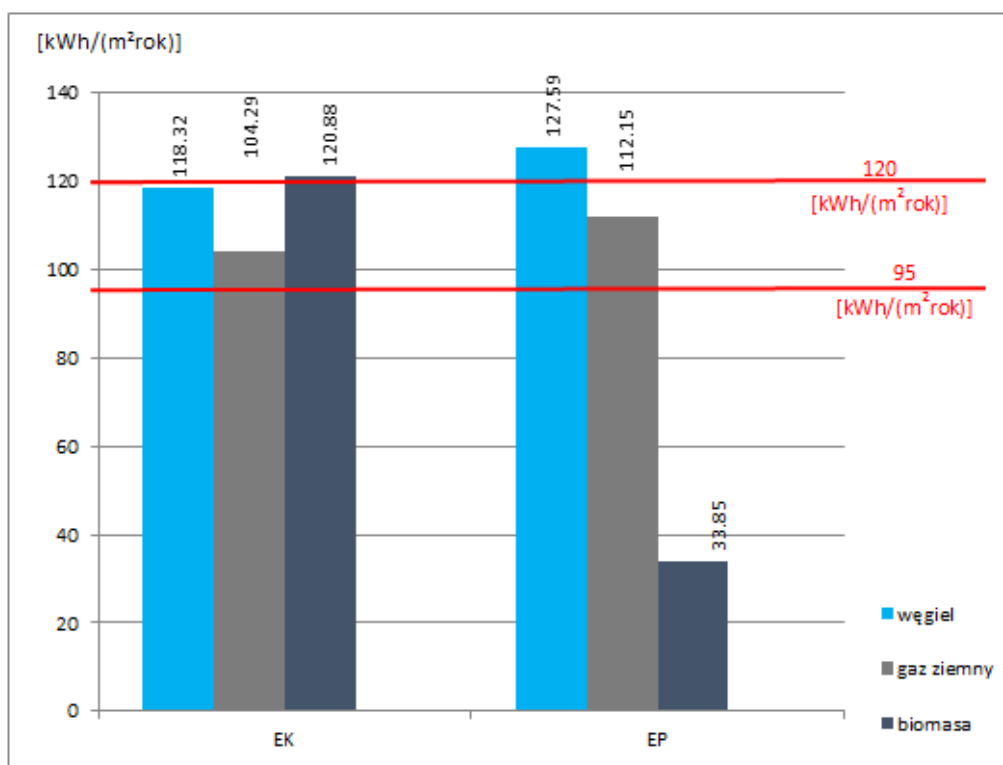
Określając efektywność energetyczną obiektu nie można zapomnieć o jego instalacjach. Ciepła woda użytkowa w budynku w sezonie grzewczym jest przygotowywana przy wykorzystaniu kotła c.o., służącego również do ogrzewania budynku. W okresie letnim (od połowy maja do września) do przygotowania wody użytkowej służyć będzie instalacja kolektorów słonecznych. Biorąc pod uwagę system grzewczy, analizowany budynek będzie rozpatrywany w 3 wariantach: przy wykorzystaniu węgla, gazu oraz biomasy. Są to paliwa cieszące się największą popularnością wśród polskich użytkowników.

Przy określaniu wskaźnika energii pierwotnej niezbędne jest wyznaczenie energii końcowej, na podstawie której można dopiero określić *EP* [7]. Na rys. 4 zestawiono wskaźniki energii pierwotnej i końcowej przy zastosowaniu różnych rodzajów paliw.

Analizując rys. 4 można zauważyć, że wysokim wskaźnikiem energii pierwotnej charakteryzują się budynki wykorzystujące do celów c.o. węgiel i gaz ziemny. Wartość *EP* przekracza 100 kWh/m²•rok. Natomiast wskaźnik *EP* dla domu z kotłem na biomasę wynosi zaledwie 34 kWh/m²•rok. Różnica ta związana jest ze współczynnikami nakładu w_i , charakterystycznymi dla poszczególnych źródeł ciepła. Mimo, że węgiel i gaz ziemny mają taki sam poziom współczynnika w_i , to ich zapotrzebowanie na energię trochę się różni. Wynika to

z faktu różnych sprawności poszczególnych systemów instalacyjnych z danym źródłem ciepła.

Biorąc pod uwagę spełnienie wymagań odnośnie nie przekroczenia dopuszczalnej wartości wskaźnika *EP*, tylko budynek ogrzewany przy wykorzystaniu biomasy spełnia wymagania wg WT 2014 oraz WT 2017. W przypadku kotła na gaz ziemny wysokosprawny system instalacyjny zapewnia jedynie spełnienie wymagań WT 2014. Poziom *EP*, zgodnie z wymaganiami, które wejdą w życie w 2017 r., został znacznie przekroczony przy zastosowaniu tego rodzaju ogrzewania. Nie można zapomnieć, że w kolejnych latach wymagania odnośnie wartości wskaźnika *EP* będą coraz bardziej zaostrzane. Od stycznia 2021, aby budynek spełnił wymagania, powinien charakteryzować się wskaźnikiem energii pierwotnej nie przekraczającym poziomu 70 kWh/m²•rok. W tym przypadku, podobnie jak przy wymaganiach na 2017 r., warunek spełnia tylko dom z kotłem na biomasę. Drastyczny spadek poziomu energii pierwotnej przy biomasie, przy nie zmienieniu parametrów izolacyjnych obudowy budynku, związany jest ze stosunkowo niskim wskaźnikiem $w_i = 0,2$. Biorąc pod uwagę wskaźnik *EP* wydawać by się mogło, że budynek z instalacją c.o. na biomasę wywiera najmniejsze obciążenie energetyczne dla środowiska. Jednak wskaźnik *EP* nie do końca koresponduje z emisją zanieczyszczeń powstających w procesie spalania danego paliwa, co może wprowadzać błąd przy ocenie efektywności ekologicznej budynku przy wykorzystaniu tego wskaźnika [8].



Rys. 4. Całkowite zapotrzebowanie na energię końcową i pierwotną dla różnych paliw w analizowanym budynku [kWh/m²·rok].

Podsumowanie

Zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną, obok energii końcowej, uwzględnia dodatkowe nakłady na dostarczenie do granicy budynku każdego wykorzystanego nośnika energii. Analizowany budynek standardowy, spełniający wymagania dotyczące izolacyjności cieplnej przegród, przy wykorzystaniu węgla kamiennego nie spełniał wymagań odnośnie maksymalnej wartości wskaźnika EP wg WT 2014 gdzie $EP \leq 120$ kWh/m²·rok. Biorąc pod uwagę wymagania, które wejdą w życie w 2017 r., poza budynkiem z c.o. na węgiel, warunku $EP \leq 95$ kWh/m²·rok nie spełnił również gaz. Przy zastosowaniu biomasy energia pierwotna znacznie spadła, co powoduje, że wartość wskaźnika EP jest zgodna z wymaganiami WT 2014, 2017 oraz 2021. Powstała dysproporcja wiąże się ze współczynnikiem nakładu w_i , który dla węgla kamiennego i gazu ziemnego wynosi 1,1 natomiast dla biomasy 0,2, co znacznie wpływa na całkowite zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną. Dodatkowo, na wartość wskaźnika EP ma wpływ sprawność całego systemu instalacji centralnego ogrzewania. Spośród wybranych, największą sprawnością charakteryzują się zazwyczaj kotły na gaz ziemny, np. kotły kondensacyjne, natomiast kotły na węgiel i biomasę mają nieco niższe sprawności. To właśnie dzięki wysokiej sprawności kotła na gaz, warunek $EP \leq 120$ kWh/m²·rok został spełniony, pomimo tego, że gaz charakteryzuje się takim samym jak węgiel

współczynnikiem w_i . Można zauważyć, iż bardzo wysoka izolacyjność przegród zewnętrznych, na poziomie standardu budynku niskoenergetycznego może nie zapewnić spełnienia warunku energii pierwotnej. Przy takich samych przegrodach, a różnych paliwach, wartość EP jest bardzo zróżnicowana i raz spełnia wymagania stawiane budynkom, a przy innym paliwie już ich nie spełnia. Dlatego też na podstawie wyników analizowanego budynku oraz doświadczeń autorek można stwierdzić, że wskaźnik EP nie jest dobrym i odpowiednim miernikiem do oceny efektywności energetycznej budynków. Jego wartości normowe są bardzo trudne do uzyskania, mimo zapewnienia bardzo dobrych parametrów cieplnych przegród obiektu. Rozwiązaniem obniżenia wartości wskaźnika EP (tak, aby spełniał on wymagania WT) jest zwiększenie wykorzystania odnawialnych źródeł w systemach instalacyjnych budynku. Do oceny efektywności energetycznej budynku lepiej sprawdzi się wskaźnik EU - uwzględniający izolacyjność przegród oraz wskaźnik EK , który dodatkowo uwzględnia sprawności systemu instalacyjnego w obiekcie. Do pełnej analizy efektywności ekologicznej budynku, poza wskaźnikiem EP , dobrze byłoby wyznaczyć emisję poszczególnych zanieczyszczeń dla każdego źródła ciepła. Określenie takich parametrów charakteryzujących analizowany obiekt pozwoli jasno określić wpływ, jaki budynek wywiera na środowisko.

Literatura

1. Sadowska, B., Wskaźniki EU, EK i EP a jakość (klasa) energetyczna budynków, *Budownictwo i Inżynieria Środowiska*, 2015, 6, s. 27-32.
2. <http://www.fpe.org.pl/poszanowanie-energii/%C5%9Awiadectwa-energetyczne/metodyka-sporzadzania-swiadectw.aspx> (dostęp 06.06.2016).
3. Żurawski, J., Obliczenia charakterystyki energetycznej w praktyce, *Izolacje*, 2009, 5, s. 68-69.
4. 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. 2013 poz. 926).
5. Dumała, M.S., Skwarczyński, M.A., Rozwiązania konstrukcyjno – instalacyjne a zapotrzebowanie na energię ciepłą, *Rocznik Ochrona Środowiska*, 2011, tom 13, s. 1795-1808.
5. Papliński A.T., NOWE WARUNKI TECHNICZNE: wartości wskaźnika EP uniemożliwią budowanie domów?, <http://murator-dom.pl/> (dostęp 06.06.2016).
6. Kulczewska, S., Energetyczne i ekologiczne aspekty wznoszenia domów niskoenergetycznych, Praca dyplomowa inżynierska, Politechnika Białostocka, 2014.
7. Sarosiek, W., Świadectwa energetyczne budynków - aspekt ekologiczny, *Budownictwo i Inżynieria Środowiska*, 2015, 6, s. 33-38.
8. Klasa energetyczna budynku, <http://www.termo-systemy.pl/> (dostęp 06.06.2016).