

Aleksander STARAKIEWICZ¹
Lech LICHOLAI²
Przemysław MIĄSIK³

CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA BUDYNKU JEDNORODZINNEGO OPARTA NA FAKTYCZNYM ZUŻYCIU ENERGII

Ilość niezbędnej energii wymaganej do utrzymania komfortu cieplnego budynku i jego mieszkańców zależy od wielu czynników. Są one związane z technologią wykonania, izolacyjnością obudowy i szczelnością budynku, rodzajem i jakością instalacji grzewczych, lokalnymi warunkami klimatycznymi oraz indywidualnymi przyzwyczajeniami mieszkańców. Dla analizowanego budynku jednorodzinnego przedstawiono charakterystyki energetyczne w oparciu o faktyczne zużycie energii do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej.

Charakterystykę energetyczną obliczoną na podstawie metodologii i obowiązujących norm, wykonano na podstawie dokumentacji technicznej budynku i usprawnień termomodernizacyjnych wykonanych przez użytkownika. Podstawą analizy była baza danych, rzeczywistego zużycia energii elektrycznej, opału i energii z kolektorów słonecznych, zebrana przez użytkownika budynku w latach 2009 – 2015.

Słowa kluczowe: zużycie energii konwencjonalnej, energia z kolektorów słonecznych, energia końcowa i pierwotna, wskaźniki zużycia energii

1. Wprowadzenie

Każdy budynek w czasie swojego użytkowania spełnia określone funkcje dla realizacji, których wymagane jest dostarczenie odpowiedniej ilości energii. W budynkach mieszkalnych jest ona wykorzystywana na potrzeby ogrzewania i wentylacji, przygotowania ciepłej wody użytkowej, chłodzenia oraz oświetlenia. Ocena energetyczna budynków jest przedmiotem wielu prac badawczych, zarówno krajowych jak i zagranicznych. Ich celem jest wyznaczenie wielkości zużycia energii na określone potrzeby, identyfikacja strat i możliwości ich zmniejszenia. Aby określić efektywność wykorzystania energii, należy poznać zapotrzebowanie na energię każdego z tych elementów, zarówno od strony po-

¹ Autor do korespondencji / corresponding author: Aleksander Starakiewicz, Politechnika Rzeszowska, Zakład Budownictwa Ogólnego, ul. Poznańska 2, 35-959 Rzeszów; tel. 178651428; olekstar@prz.edu.pl

² Lech Licholai, Politechnika Rzeszowska; tel. 178651327; Lech.Licholai@prz.edu.pl

³ Przemysław Miąsik, Politechnika Rzeszowska; tel. 178651702; pmiasik@prz.edu.pl

trzeb netto (energia użytkowa), energii dostarczanej brutto po uwzględnieniu strat (energia końcowa), ale również z uwzględnieniem źródła pochodzenia energii (energia pierwotna). Szacowanie zużywanej energii może odbywać się zarówno na podstawie obliczeń teoretycznych, ale i pomiarów faktycznego zużycia energii. Stąd też uzasadnione jest przedstawienie szerszego spojrzenia na potrzeby energetyczne w budynku mieszkalnym, rejestrowane na przestrzeni kilku ostatnich lat. Wybrane aspekty tego zagadnienia były już poruszane na poprzednich Konferencjach Solina 2008 i 2010 [1,2]. Zagadnienie zużycia energii w budynkach jest ciągle aktualne z uwagi na jej ograniczanie poprzez akty prawne, [3] ale również ze względu na ochronę środowiska naturalnego człowieka (zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych, pyłów, wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii) [4, 5].

2. Metodyka wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na faktycznym zużyciu energii

Możliwość obliczeń metodą faktycznego zużycia energii wprowadziło Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. [6] i na jego podstawie opracowano metodykę przedstawioną poniżej. Stosowanie tej metody do obliczania charakterystyki energetycznej budynku jest dopuszczalne, jeżeli spełnione są następujące warunki: 1. w analizowanym budynku systemy ogrzewania lub przygotowania ciepłej wody użytkowej są zasilane z sieci ciepłowniczej lub gazowej; 2. zużycie ciepła rozlicza się w oparciu o wskazania ciepłomierza; 3. zużycie gazu ziemnego rozlicza się w oparciu o wskazania gazomierza; 4. zużycie ciepłej wody użytkowej rozlicza się w oparciu o wskazania wodomierza; 5. budynek nie jest wyposażony w system chłodzenia; 6. istnieją dokumenty potwierdzające rzeczywiste zużycie ciepła lub gazu ziemnego z ostatnich 3 lat poprzedzających sporządzenie charakterystyki energetycznej budynku; 7. w okresie, który poprzedza sporządzenie charakterystyki energetycznej budynku, a z którego przyjęto dokumenty potwierdzające rzeczywiste zużycie ciepła lub gazu ziemnego, nie przeprowadzono robót budowlanych wpływających na charakterystykę energetyczną; 8. gaz ziemny zużywany jest wyłącznie na potrzeby ogrzewania lub przygotowania ciepłej wody użytkowej; 9. możliwe jest określenie powierzchni budynku o regulowanej temperaturze powietrza.

Obliczenia bilansu energetycznego istniejącego budynku zostały oparte na Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 27 lutego 2015 r. [6], pomimo iż charakterystyka energetyczna analizowanego budynku, zgodnie z zapisami wyżej wymienionego Rozporządzenia, nie powinna być przeprowadzona metodą faktycznego zużycia. Wynika to z faktu, nie spełnienia przez budynek wszystkich wymagań stawianych obiektom, które mogą być poddane analizie metodą opartą na faktycznym zużyciu energii. Przeprowadzone w kolejnym rozdziale obliczenia mają na celu wykazanie, że metodę tę można stosować również w innych warunkach a nie tylko tych określonych w Rozporządzeniu.

Wzory prezentowane poniżej, niewystępujące w metodologii, posiadają własne modyfikacje dostosowane do paliwa stałego i innych źródeł energii końcowej. Uzyskane wyniki obliczeń zostaną porównane z wynikami metody opartej na standardowym sposobie użytkowania budynku.

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczoną do budynku dla systemu ogrzewania i systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz przez instalację kolektorów słonecznych $Q_{k,H+W}$ dla kilku rodzajów paliwa stałego wyznacza się ze zmodyfikowanego wzoru [6]:

$$Q_{k,H+W} = \frac{\sum_i Q_{k,H+W,i}}{3} + \frac{Q_{k,W,sol}}{3} = \frac{\sum_i (C_{H+W,i} \cdot W_{o,i})}{3,6 \cdot 3} + \frac{Q_{k,W,sol}}{3} \left[\frac{kWh}{rok} \right] \quad (1)$$

gdzie: $Q_{k,H+W,i}$ – zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla *i-tego* paliwa stałego na potrzeby ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej z ostatnich 3 lat, $\left[\frac{kWh}{rok} \right]$ w kWh/rok $\left[\frac{kWh}{rok} \right]$;

$Q_{k,W,sol}$ – energia końcowa dostarczana do budynku na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej przez instalację kolektorów słonecznych z ostatnich 3 lat, w kWh/rok;

$C_{H+W,i}$, $C_{W,3}$ – suma zużycia *i-tego* paliwa stałego na potrzeby ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej z ostatnich 3 lat poprzedzających wydanie świadectwa charakterystyki energetycznej, wyznaczana na podstawie dokumentów potwierdzających rzeczywiste zużycie, w kg;

$W_{o,i}$ – wartość opałowa *i-tego* paliwa stałego określona w oparciu o dane udostępnione przez dostawcę paliwa stałego z ostatnich 3 lat, w MJ/kg;

Roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą końcową dostarczoną do budynku dla systemów technicznych $E_{el,pom,H+W}$ $E_{el,pom}$ wyznacza się ze wzoru [6]:

$$E_{el,pom,H+W} = \sum_j E_{el,pom,H+W,j} \left[\frac{kWh}{rok} \right] \quad (2)$$

gdzie: $E_{el,pom,H+W,j}$ – roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą końcową dostarczaną do budynku dla *j-tego* systemu technicznego na potrzeby ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej, w kWh/rok;

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczoną do budynku dla i przez systemy techniczne Q_k wyznacza się ze wzoru [6]:

$$Q_k = Q_{k,H+W} + E_{el,pom,H+W} \left[\frac{kWh}{rok} \right] \quad (3)$$

Roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną dla systemów technicznych Q_p [kWh/rok] w budynku wyznacza się ze wzoru [6]:

$$Q_p = Q_{p,H+W} + Q_{p,pom} = \sum_i (Q_{k,H+W,i} \cdot w_{H+W,i}) + E_{el,pom,H+W} \cdot w_{el} \quad (4)$$

gdzie: $Q_{p,H+W}$ – roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną dostarczaną do budynku na potrzeby ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej, w kWh/rok;

$Q_{p,pom}$ – roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą pierwotną dostarczoną do budynku dla systemów technicznych na potrzeby ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej, w kWh/rok;

$w_{H+W,i}$ – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii dla systemów technicznych na potrzeby ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej;

w_{el} – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie energii elektrycznej, dla systemów technicznych na potrzeby ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej.

Wyznaczenie wskaźników rocznego zapotrzebowania na energię EP, EK i EU w budynku wyznacza się ze wzorów [6] dla:

1) nieodnawialnej energii pierwotnej:

$$EP_{H+W} = \frac{Q_{p,H+W}}{A_f} \left[\frac{kWh}{m^2 \cdot rok} \right] \quad (5)$$

2) energii końcowej:

$$EK_{H+W} = \frac{Q_{k,H+W}}{A_f} \left[\frac{kWh}{m^2 \cdot rok} \right] \quad (6)$$

Rocznego zapotrzebowania na energię użytkową Q_u w budynku nie wyznacza się, jeżeli budynek posiada system ogrzewania i system przygotowania ciepłej wody użytkowej zasilane z jednego źródła energii.

3. Opis konstrukcji budynku oraz systemów ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej

Analizowany obiekt to wolnostojący piętrowy budynek jednorodzinny, całkowicie podpiwniczony, z nieogrzewanym strychem przykryty dachem czterospadowym zlokalizowany w Rzeszowie. Budynek jest zamieszkiwany przez czteroosobową rodzinę dwupokoleniową, wcześniej przez sześćoosobową trzypokole-

niową. W nieogrzewanym podpiwniczeniu znajduje się garaż, magazyn, kotłownia, spiżarnia, klatka schodowa i skład opału. Na parterze znajdują się pomieszczenia: ganek, hol, klatka schodowa, kuchnia, dwa pokoje i łazienka ogólna. Na piętrze rozmieszczenie pomieszczeń jest identyczne. Ściany zewnętrzne wykonane są w technologii dwuwarstwowej, warstwa konstrukcyjna to mur z cegły ceramicznej pełnej 40 cm a warstwa izolacji termicznej to styropian 10 cm. Budynek poddawany był etapowej termomodernizacji. Docieplenie ścian zewnętrznych zrealizowano w 1990 roku w technologii lekkiej-mokrej a w 2005 roku przeprowadzono docieplenie stropu nad piwnicą (przyklejono 5 cm styropianu do sufitu) oraz stropu nad piętrem. W latach 1998-2002 wymieniono okna skrzynkowe na jednoramowe drewniane ($U_f = 1,45 \text{ W/m}^2\text{K}$) z oszkleniem ($U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$), na klatce schodowej z oszkleniem ($U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$). System grzewczy w budynku stanowi instalacja c.o. w której źródłem ciepła jest kocioł stalowy z górnym spalaniem paliwa stałego o sprawności nominalnej 82%. Kocioł c.o. jest źródłem ciepła dla instalacji c.o. i instalacji ciepłej wody użytkowej. Elementami grzejnymi w całym budynku stanowią grzejniki żeliwne wyposażone w zawory termostaticzne a w łazienkach grzejniki drabinkowe. Instalacja grzewcza wyposażona jest w pompę obiegową zsynchronizowaną z pracą kotła c.o. Przewody rozprowadzające czynnik grzewczy są zaizolowane (wełna szklana, owijka, gips) i poprowadzone pod sufitem w pomieszczeniach piwnicy. Instalacja ciepłej wody użytkowej zasilana jest dodatkowo z kolektorów słonecznych. W rozważanym budynku jednorodzinnym c.w.u. przygotowywana jest centralnie i gromadzona w zasobniku biwalentnym o pojemności 300 litrów. Zasobnik posiada dwie węzownice, gdzie dolna zasilana jest z instalacji słonecznej a górna z instalacji c.o. Instalacja słoneczna składa się z dwóch kolektorów o łącznej, czynnej powierzchni absorbera $4,70 \text{ m}^2$. Kolektory skierowane są na południe i ustawione pod kątem 55° do poziomu [2]. Temperatura powietrza wewnętrznego budynku w analizowanym okresie utrzymywana była na poziomie $20\text{-}21,5^\circ\text{C}$.

4. Charakterystyka energetyczna budynku oparta na pomiarach faktycznie zużytej ilości energii

W rozdziale tym przedstawiono wyniki faktycznego zużycia energii w budynku jednorodzinnym opracowane na podstawie pomiarów wykonanych od 1.01.2009 r. do 31.12.2015 r. Do analizy wybierano 3 kolejne lata w różnych okresach. Opał stosowany w budynku to węgiel kamienny oraz drewno. Dane wyjściowe to zarejestrowana ilość zużytego opału w kilogramach, przeliczona na wartość energii w kilowatogodzinach przyjmując kaloryczność w zależności od roku zakupu. Całkowite zużycie energii z węgla kamiennego i drewna na potrzeby ogrzewania i wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej, energii pochodzącej z kolektorów słonecznych do podgrzewania c.w.u. oraz energii elektrycznej zużywanej przez system grzewczy i przygotowania ciepłej wody użytkowej zestawiono w tabeli 1, [7].

Tabela 1. Zużycie energii w systemie ogrzewania i ciepłej wody użytkowej w latach 2009-2015

Table 1. Consumption of energy in the heating system and hot water in 2009-2015

Rok	Energia elekt. pomocnicza		Węgiel kamienny			Drewno			Kolektory słoneczne
	Instal. c.o.	Insta. kol.sł.	Zużycie	Wartość opałowa	Energia	Zużycie	Wartość opałowa	Energia	Energia
	$E_{el,pom,H}$	$E_{el,pom,W}$	$C_{H+W,i}$	$W_{o,i}$	$Q_{k,H+W,i}$	$C_{H+W,i}$	$W_{o,i}$	$Q_{k,H+W,i}$	$Q_{k,W,sol}$
-	[kWh]	[kWh]	[kg]	[MJ/kg]	[kWh]	[kg]	[MJ/kg]	[kWh]	[kWh]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2009	107,9	24,09	3725	25,0	25868,1	1155,0	15,25	4892,7	4610,0
2010	64,9	24,51	4046	25,5	28659,2	988,0	15,25	4185,3	3706,5
2011	95,9	9,06	3114	28,0	24220,0	1746,0	15,25	7396,3	1756,0
2012	128,0	10,98	2878	29,0	23183,9	2020,0	15,25	8556,9	1536,0
2013	108,0	8,48	2973	30,0	24775,0	871,0	15,25	3689,7	1136,0
2014	97,2	7,92	2544	29,5	20846,7	811,0	15,25	3435,5	1033,0
2015	128,7	8,10	2730	29,0	21991,7	725,0	15,25	3071,2	1035,0
Średnia	104,4	13,30	3144	28,0	24220,6	1188,0	15,25	5032,5	2116,1

Obliczenia rocznego zapotrzebowanie na energię końcową Q_k i pierwotną Q_p dostarczoną do budynku dla systemu ogrzewania i systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej dla dwóch rodzajów paliwa stałego (węgiel i drewno), przez instalację kolektorów słonecznych $Q_{k,H+W}$ oraz wskaźników zużycia energii końcowej EK i pierwotnej EP dla 3-letnich okresów obliczeniowych przedstawiono w tablicy 2. Do obliczeń przyjęto następujące wartości współczynników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii dla systemów technicznych na potrzeby ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej: węgiel kamienny $w_{H+W,1} = 1,1$; drewno $w_{H+W,2} = 0,2$; energia słoneczna $w_{H+W,3} = 0$; energia elektryczna $w_{el} = 3$. Powierzchnia ogrzewana rozpatrywanego budynku wynosi $A_f = 109,82 \text{ m}^2$.

Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną analizowanego budynku, obliczony metodą szczegółową wg metodologii [6] wynosi $EP_{H+W} = 291,4 \text{ [kWh/m}^2\text{rok]}$.

$$\begin{aligned}
 Q_{p,2013-2015} &= Q_{p,H+W} + Q_{p,pom} = \sum_i (Q_{k,H+W,i} \cdot w_{H+W,i}) + E_{el,pom,H+W} \cdot w_{el} = \\
 &= \frac{24775,0 + 20846,7 + 21991,7}{3} \cdot 1,1 + \frac{3689,7 + 3435,5 + 3071,2}{3} \cdot 0,2 + \\
 &+ \frac{1136 + 1033 + 1035}{3} \cdot 0,0 + \frac{108 + 97,2 + 128,7}{3} \cdot 3,0 + \frac{8,48 + 7,92 + 8,1}{3} \cdot 3,0 = \\
 &= 25829,7 \text{ [kWh / rok]}
 \end{aligned}$$

Tabela 2. Wskaźniki rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną EP i energię końcową EK

Table 2. Pointers of annual demand into primary energy EP and final energy EK

Rok	Roczny wskaźnik EP _{H+W}	Okres 3 lat oceny budynku	Energia końcowa Q _{k,H+W}	Energia pierwotna Q _{p,H+W}	Wskaźnik EK	Wskaźnik EP _{H+W}
	kWh/m ² rok		kWh	kWh]	kWh/m ² rok	kWh/m ² rok
1	2	3	4	5	6	7
2009	271,6	-	-	-	-	-
2010	297,1	-	-	-	-	-
2011	258,9	2009-2011	35206,8	30298,6	320,6	275,9
2012	251,6	2010-2012	34511,1	29565,7	314,3	269,2
2013	258,1	2011-2013	32203,4	28135,5	293,2	256,2
2014	217,9	2012-2014	29517,7	26634,8	268,8	242,5
2015	229,6	2013-2015	27124,0	25829,7	247,0	235,2
Średnia	255,0	2009-2015	31712,6	28092,9	288,8	255,8

5. Analiza wyników

Przedstawione wyniki obliczeń mają charakter analityczno-badawczy gdyż: z jednej strony, w rozumieniu obowiązującej metodologii [6] nie mogą być traktowane jak charakterystyka energetyczna budynku oparta na faktycznym zużyciu energii pochodzącej z paliwa stałego, zaś z drugiej strony potwierdzają słuszność przyjętej do obliczeń metody. Metodologia [6] w tego rodzaju analizie nie wprowadza obowiązku uwzględnienia warunków klimatycznych z rozważanego okresu.

Wskaźniki rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP_{H+W} w kolejnych latach (2009-2015) odzwierciedlają wartości rzeczywistego zużycia energii. Są one w większości lat niższe od wartości wskaźnika uzyskanej na podstawie obliczeń wg obowiązującej metodologii. Różnica wskaźników w tym okresie zawiera się między +2,0% a -25,2%, natomiast dla wartości średniej wynosi -12,5%. Wskaźniki te wskazują wpływ warunków klimatycznych, tj. mroźne (2010) i łagodne (2014) zimy. Średnie zewnętrzne temperatury powietrza w 2010 roku były następujące: dla zimy -3,5 °C (dla 30-lecia -2,0 °C); dla stycznia -7,5 °C (dla 30-lecia -2,5 °C); dla grudnia -4,5 °C (dla 30-lecia -1,0 °C). Natomiast dla 2014 roku temperatury były następujące: dla zimy +1,0 °C (dla 30-lecia -2,0 °C); dla stycznia -0,5 °C (dla 30-lecia -2,5 °C); dla grudnia +1,0 °C (dla 30-lecia -1,0 °C). Wskaźniki zapotrzebowania na energię pierwotną EP_{H+W} z 3-letnich okresów pomiarowych prezentują wartości średniego zużycia energii i nie pokazują dynamiki poszczególnych lat. Różnica 3-letnich wskaźników od ich wartości średniej wynosi od +7,9% do -8,1%. Średnie wartości wskaźników z „okresu 7 lat” i pięciu „3-letnich okresów” są bardzo zbliżone do siebie, różnica to zaledwie 0,32%.

Wnioski z przeprowadzonej analizy są następujące:

1. W metodzie faktycznego zużycia energii okres rozliczeniowy powinien wynosić więcej niż 3 lata, co najmniej 7 lat. Eliminujemy w ten sposób okresy minimalnego i maksymalnego zużycia energii w budynku a wskaźnik jej zużycia jest bardziej miarodajny.

2. Wskaźniki zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP_{H+W} z dowolnych 3-letnich okresów pomiarowych są zdecydowanie niższe od wskaźnika obliczonego metodą szczegółową wg metodologii [6].
3. Wskazane jest opracowanie metody faktycznego zużycia energii uwzględniającej warunki klimatyczne z rozważanego okresu.

Literatura

- [1] Starakiewicz A.: Badania zużycia energii na potrzeby bytowe w budynku mieszkalnym, ZN PRz nr 252, Budownictwo i Inżynieria Środ. Nr 47, 2008, s. 477-481.
- [2] Starakiewicz A.: Eksploatacja instalacji c.w.u. z kolektorami słonecznymi w budynku mieszkalnym, ZN PRz nr 271, Bud. i Inżynieria Środ. nr 57, 4/2010, s. 509-513.
- [3] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz. U. z 13 sierpnia 2013 r., poz. 926.
- [4] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. ws. charakterystyki energetycznej budynków, Dz. Urz. UE L 153 z 18.06.2010, str. 13.
- [5] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/UE z dnia 23 kwietnia 2009 r. ws. promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE, Dz. Urz. UE L 140 z 5.06.2009, str. 16.
- [6] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energet., Dz. U. z 18 marca 2015 r., poz. 376.
- [7] Starakiewicz A., Lichołai L., Miąsik P., Krasoń J.: Zużycie nośników energii w budynku jednorodzinnym na cele ogrzewania, ciepłej wody użytkowej i potrzeb bytowych, Czasopismo Inżynierii Ładowej, Środowiska i Architektury - Journal of Civil Engineering, Environment and Architecture, JCEEA, t. XXXIII, z. 63 (3/16), 2016, s. 439-446, DOI:10.7862/rb.2016.227.

ENERGY PERFORMANCE OF RESIDENTIAL BUILDING BASED ON ACTUAL ENERGY CONSUMPTION

Summary

The necessary amount of energy required to maintain the comfort of the building and its occupants depends on many factors. They are associated with the technology you-agony, housing insulation and the tightness of the building, the type and quality of in-heating installations, local climatic conditions and the individual habits of the residents. For the analyzed single-family building shows the characteristics of energy based on actual consumption of energy for heating and domestic hot water. The energy performance calculated on the basis of the methodology and standards, were made on the basis of the technical documentation of the building and modernization measures taken by the user. The analysis was the database, the actual consumption of electricity, fuel and energy co-teachers solar, collected by the user of the building in the years 2009-2015.

Keywords: consumption of conventional energy, energy from solar collectors, final energy and primary indicators of energy consumption

Przesłano do redakcji: 26.01.2017 r.

Przyjęto do druku: 31.03.2017 r.