

BUDOWNICTWO

CZASOPISMO TECHNICZNE  
TECHNICAL TRANSACTIONS

CIVIL ENGINEERING

WYDAWNICTWO

POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

1-B/2009

ZESZYT 5

ROK 106

ISSUE 5

YEAR 106

HALINA KOCZYK, BRONISŁAWA ANTONIEWICZ\*

## WPŁYW SPOSOBU ZAOPATRZENIA W CIEPŁO BUDYNKU ENERGOOSZCZĘDNEGO NA ETYKIETĘ ENERGETYCZNĄ

### INFLUENCE OF HEATING SUPPLY METHODS FOR LOW-ENERGY BUILDING ON ITS ENERGY LABEL

#### Streszczenie

W artykule przedstawiono dwie metodyki sporządzania charakterystyki energetycznej budynków: zintegrowanego wskaźnika charakterystyki energetycznej oraz jednostkowego zużycia energii pierwotnej na cele c.o. i c.w.u. Porównano etykiety energetyczne dla domu energooszczędnego i różnych rozwiązań sposobu zaopatrzenia w ciepło.

*Słowa kluczowe: budynek energooszczędny, etykieta energetyczna*

#### Abstract

The paper presents two methods of preparation the building energy characteristics: integrated energy characteristics index and elementary primary energy consumption for space heating and sanitary water. A comparison of energy label for energy saving house and various solutions of heating method has been made.

*Keywords: energy saving building, energy label*

\* Prof. dr hab. inż. Halina Koczyk, dr inż. Bronisława Antoniewicz, Instytut Inżynierii Środowiska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Poznańska.

## 1. Wstęp

Konieczność ograniczenia zużycia energii m.in. w budownictwie wynika ze względów ekonomicznych i ekologicznych. Ogólnie, cele działań oszczędnościowych to zredukowanie obciążenia środowiska naturalnego poprzez np. redukcję emisji dwutlenku węgla w skali kraju oraz ochrona wyczerpujących się zasobów energii pierwotnej przez faktyczne obniżanie zużycia ciepła i paliwa.

Dodatkowym celem wdrażanej w państwach Unii Europejskiej Dyrektywy 2002/91/EC [6, 9] jest zobligowanie krajów członkowskich do wprowadzenia obowiązku sporządzania świadectw energetycznych budynków i lokali oddawanych do użytkowania, sprzedawanych i wynajmowanych nowym najemcom. W Polsce obowiązek ten wprowadziła zmieniona Ustawa Prawo Budowlane w dniu 19 września 2007 r. (Dz. U. Nr 191, poz. 1373).

Dotychczas brak jest polskich rozporządzeń określających metodykę obliczania świadectw energetycznych.

W 2006 roku została przedstawiona metodyka obliczania charakterystyki [3], którą zastosowano w wielu aplikacjach praktycznych. W Niemczech obowiązują przepisy dotyczące oszczędzania energii [7], które limitują zużycie energii pierwotnej dla budynku i podają precyzyjny tok obliczeń inżynierskich tego zużycia.

Kraje członkowskie UE formułują wymagania charakterystyki energetycznej [4] w trojaki sposób, a mianowicie jako:

- wymagania dotyczące zużycia energii pierwotnej przez budynek lub emisji CO<sub>2</sub>,
- wymagania dotyczące zużycia energii netto lub energii końcowej dostarczonej do budynku,
- całościowe charakterystyki budynku lub częściowe poszczególnych systemów technicznych budynku.

W artykule przedstawiono zasady obliczeń charakterystyki wg [3 i 7] oraz podano wyniki obliczeń przeprowadzonych dla wybranego energooszczędnego domu jednorodzinnego i różnych sposobów zaopatrzenia w ciepło.

## 2. Przyjęte metody oceny charakterystyk energetycznych

### 2.1. Metoda wskaźnika zintegrowanej charakterystyki energetycznej EP [3]

W metodyce przygotowywanej w Polsce przyjęto następujące założenia:

- rozpatruje się zapotrzebowanie energii końcowej w budynku korygowane współczynnikami zależnymi od surowca energetycznego wykorzystywanego w budynku,
- analizowane jest zapotrzebowanie energii na: ogrzewanie i wentylację, przygotowanie c.w.u., chłodzenie, oświetlenie wewnątrz (tylko w budynkach niemieszkalnych),
- charakterystykę energetyczną budynku odnosi się do budynku referencyjnego, czyli budynku, który ma takie same: kształt, lokalizację i funkcję jak dany budynek, ale spełnia aktualne wymagania stawiane budynkom na najniższym dopuszczalnym poziomie,
- rozróżnia się siedem klas oznaczonych literami od A do G.

Wskaźnik zintegrowanej charakterystyki energetycznej dla budynków mieszkalnych wyraża się zależnością

$$EP = N_g \cdot f_g + N_w \cdot f_w \quad (1)$$

gdzie:

$N_g$  – wskaźnik charakterystyki zapotrzebowania energii na cele ogrzewania i wentylacji,

$N_w$  – wskaźnik charakterystyki zapotrzebowania energii na cele przygotowania c.w.u.,

$f_g$  – współczynnik udziału ilości energii na potrzeby ogrzewania i wentylacji w całkowitym zużyciu energii,

$f_w$  – współczynnik udziału ilości energii na cele przygotowania c.w.u. w całkowitym zużyciu energii.

Wskaźnik charakterystyki zapotrzebowania energii na cele ogrzewania i wentylacji

$$N_g = w \cdot \frac{E_{g1}}{E_{g1r}} \quad (2)$$

gdzie:

$w$  – współczynnik zależny od surowca energetycznego wykorzystywanego w budynku,

$E_{g1}$  – wskaźnik jednostkowego zapotrzebowania energii końcowej na potrzeby ogrzewania i wentylacji dla danego budynku [ $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ],

$E_{g1r}$  – wskaźnik jednostkowego zapotrzebowania energii końcowej na potrzeby ogrzewania i wentylacji dla budynku referencyjnego [ $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ].

Wskaźnik charakterystyki zapotrzebowania energii na cele podgrzewania c.w.u.

$$N_w = w \cdot \frac{E_{w1}}{E_{w1r}} \quad (3)$$

gdzie:

$E_{w1}$  – energia potrzebna do przygotowania 1  $\text{m}^3$  ciepłej wody w danym budynku [ $\text{GJ}/\text{m}^3$ ],

$E_{w1r}$  – energia potrzebna do przygotowania 1  $\text{m}^3$  ciepłej wody dla budynku referencyjnego [ $\text{GJ}/\text{m}^3$ ].

Obliczenia zapotrzebowania energii na ogrzewanie i chłodzenie wykonywane są zgodnie z [8].

## 2.2. Metoda zużycia energii pierwotnej [1, 5, 7]

Wydane w Niemczech w 2002 roku rozporządzenie o oszczędzaniu energii [7] limituje roczne zużycie energii pierwotnej przez budynki.

Zapotrzebowanie na energię użytkową budynku na cele ogrzewania  $Q_N$  oblicza się przez sumowanie zapotrzebowań miesięcznych zgodnie z wzorem (6)

$$Q_N = \sum_m [(Q_T + Q_V) - \eta_m (Q_S + Q_i)] \quad [\text{J/a}; \text{kWh/a}] \quad (4)$$

gdzie:

$\eta_m$  – współczynnik wykorzystania zysków ciepła w  $m$ -tym miesiącu sezonu grzewczego,

$Q_T$  – straty ciepła wynikające z przenikania przez przegrody,

- $Q_V$  – straty ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego,  
 $Q_S$  – zyski ciepła słonecznego przez okna,  
 $Q_i$  – wewnętrzne zyski ciepła.

Normy i przepisy niemieckie podają przeciętne straty energii związane z częściami składowymi systemu grzewczego w postaci wskaźników [ $\text{kWh/m}^2\text{a}$ ].

Obowiązują następujące zasady bilansowania zapotrzebowania energii końcowej na cele ogrzewania

$$Q_{E,H} = Q_H + Q_G + Q_S + Q_D + Q_{CE} \quad (5)$$

gdzie:

- $Q_{E,H}$  – zapotrzebowanie energii końcowej [ $\text{kWh/a}$ ],  
 $Q_H$  – zapotrzebowanie energii użytkowej [ $\text{kWh/a}$ ],  
 $Q_G$  – straty wytwarzania energii w systemie c.o. [ $\text{kWh/a}$ ],  
 $Q_S$  – straty akumulacji energii w systemie c.o. [ $\text{kWh/a}$ ],  
 $Q_D$  – straty dystrybucji energii w systemie c.o. [ $\text{kWh/a}$ ],  
 $Q_{CE}$  – straty wykorzystania ciepła w pomieszczeniach związane z jakością regulacji [ $\text{kWh/a}$ ].

Zapotrzebowanie energii końcowej na cele przygotowania c.w.u.

$$Q_{E,TW} = Q_{TW} + Q_G + Q_S + Q_D \quad (6)$$

gdzie:

- $Q_{TW}$  – zapotrzebowanie energii użytkowej na cele przygotowania c.w.u. wynikające z zapotrzebowania c.w.u. przez jednego użytkownika i liczby użytkowników [ $\text{kWh/a}$ ],  
 $Q_G$  – straty wytwarzania energii w systemie c.w.u. [ $\text{kWh/a}$ ],  
 $Q_S$  – straty akumulacji energii w systemie c.w.u. [ $\text{kWh/a}$ ],  
 $Q_D$  – straty dystrybucji energii w systemie c.w.u. [ $\text{kWh/a}$ ].

Zużycie energii pierwotnej budynku

$$Q_p = e_{p1} \cdot (Q_{E,H} + Q_{E,TW}) + e_{p2} \cdot Q_{EL} \quad [\text{kWh/a}] \quad (7)$$

gdzie:

- $e_{p1}$  – współczynnik nakładu energii pierwotnej dla źródła energii cieplnej [ $\text{kWh/kWh}$ ],  
 $e_{p2}$  – współczynnik nakładu energii pierwotnej dla energii elektrycznej [ $\text{kWh/kWh}$ ],  
 $Q_{EL}$  – łączne zapotrzebowanie energii elektrycznej do napędu urządzeń pomocniczych c.o. i c.w.u. (pompy, wentylatory, palniki itp.) [ $\text{kWh/a}$ ].

Wskaźnik jednostkowego zużycia energii pierwotnej

$$q_p = \frac{Q_p}{A} \quad (8)$$

gdzie  $A$  to powierzchnia ogrzewana budynku [ $\text{m}^2$ ].

### 3. Charakterystyka obiektu i analizowanych rozwiązań

#### 3.1. Opis obiektu

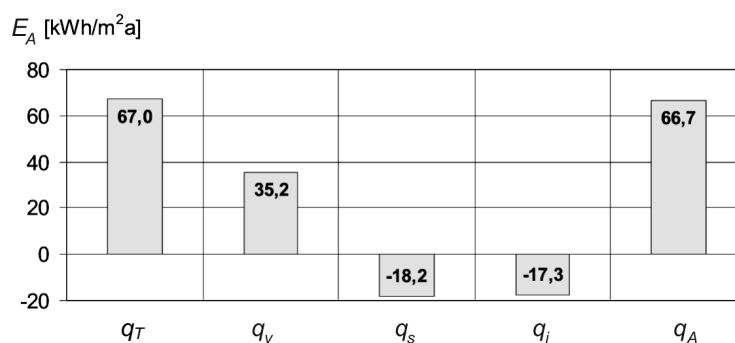
Analizowano budynek jednorodzinny dwukondygnacyjny, całkowicie podpiwniczony. Ściany zewnętrzne wykonane są z cegły kratówki o grubości 25 cm, izolowane warstwą styropianu o grubości 20 cm. Dach dwuspadowy, izolowany wełną mineralną o grubości 25 cm, kryty dachówką ceramiczną. Stolarka okienna z PCV o współczynniku przenikania ciepła 1,2 W/m<sup>2</sup>K. Łączna powierzchnia ogrzewana budynku wynosi 164 m<sup>2</sup>, a kubatura ogrzewana to 409 m<sup>3</sup>. Budynek jest zlokalizowany w Międzychodzie w II strefie klimatycznej.

#### 3.2. Charakterystyka cieplna obiektu

Budynek można zaliczyć do kategorii energooszczędnych. Sezonowe zapotrzebowanie ciepła wynosi:  $Q_h = 10950$  kWh/a.

Wskaźnik  $E_V = 26,8$  kWh/m<sup>3</sup>a,  $E_A = 66,7$  kWh/m<sup>2</sup>a.

Strukturę powierzchniowego wskaźnika sezonowego zapotrzebowania ciepła przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Struktura sezonowego zapotrzebowania ciepła  
Fig. 1. The structure of the building seasonal heat demand

#### 3.3. Analizowane rozwiązania źródeł ciepła

Dla budynku zaprojektowano mieszane ogrzewanie podłogowo-konwekcyjne zasilane przez wariantowe źródło ciepła.

Porównywane źródła ciepła dostosowane dla budownictwa rozproszonego to: pompa ciepła, gazowy kocioł kondensacyjny oraz kocioł na pellety. Wykonano również alternatywny projekt ogrzewania elektrycznego [2].

W wariantcie pierwszym źródłem ciepła dla c.o. i c.w.u. jest sprężarkowa pompa ciepła Vitocall 300 typu BWC o maksymalnej mocy grzewczej 11,2 kW i współczynniku COP = 4,2, z gruntem jako dolnym źródłem ciepła. Ciepło z kolektora gruntowego jest przekazywane do obiegu pośredniego (solanki), który przekazuje je czynnikowi robocznemu pompy ciepła. W zestaw pompy ciepła wchodzi dodatkowo: podgrzewacz buforowy wody grzewczej, pompa wtórna obiegu grzewczego, pojemnościowy podgrzewacz c.w.u., naczynie wzbiorcze, pompa obiegowa solanki oraz niezbędna armatura i automatyka.

W wariantcie drugim źródłem ciepła dla c.o. i c.w.u. jest jednofunkcyjny kocioł kondensacyjny o nominalnej mocy cieplnej od 5,1 do 22,5 kW przy temperaturze 40/30°C, współpracujący z zasobnikowym podgrzewaczem wody. Kocioł jest wyposażony w zabezpieczenia i niezbędną automatykę.

W wariantcie trzecim źródłem ciepła jest kocioł na pellety LING o mocy cieplnej od 3,2 do 13 kW, współpracujący z zasobnikowym podgrzewaczem wody. Kocioł jest zabezpieczony otwartym naczyniem wzbiorczym, wyposażony w regulator kotłowy, cztero-drogowy zawór mieszający oraz inne niezbędne elementy automatyki i osprzęt.

#### 4. Wpływ przyjętych rozwiązań źródeł ciepła na etykietę energetyczną

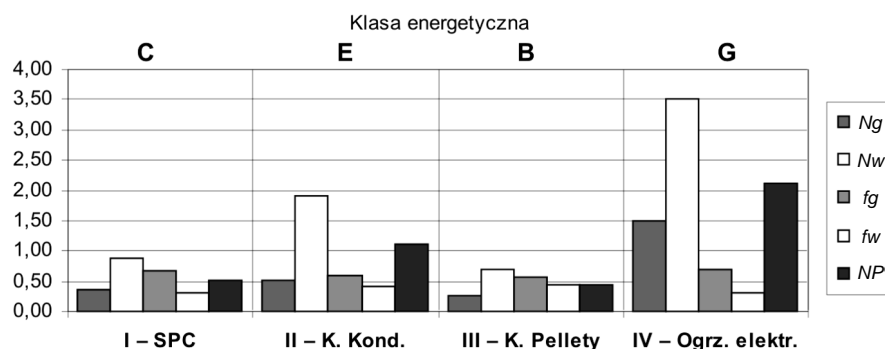
Dla trzech przedstawionych wariantów źródła ciepła oraz ogrzewania bezpośredniego elektrycznego wykonano obliczenia charakterystyki energetycznej wg metody zintegrowanego wskaźnika charakterystyki energetycznej [3] oraz metody jednostkowego zużycia energii pierwotnej na cele c.o. i c.w.u. [7].

W tabelach 1 i 2 oraz na rys. 2 i 3 przedstawiono podstawowe wyniki obliczeń wg obu metod. Rysunki uzupełniono przypisaniem etykiet energetycznych.

Tabela 1

Struktura wskaźników zintegrowanej charakterystyki energetycznej

Rodzaj sposobu zaopatrzenia w ciepło	Składowe zużycia i zintegrowanej charakterystyki					Klasa energetyczna
	$N_g$	$N_w$	$f_g$	$f_w$	$NP$	
I – SPC	0,354	0,888	0,680	0,320	0,520	C
II – K. Kond.	0,519	1,910	0,585	0,415	1,100	E
III – K. Pellety	0,246	0,700	0,572	0,428	0,440	B
IV – Ogrz. elektr.	1,489	3,500	0,686	0,314	2,120	G



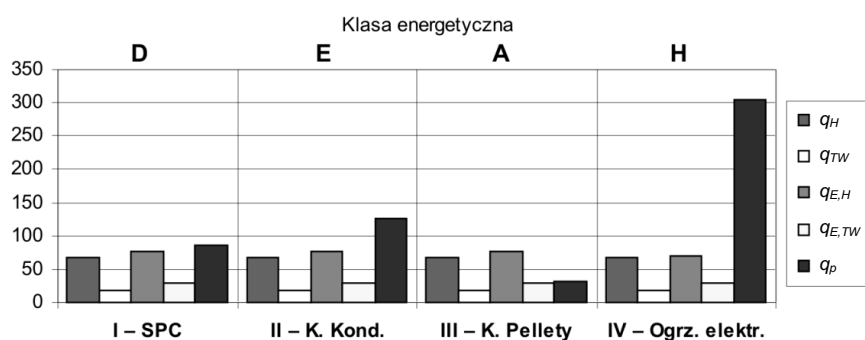
Rys. 2. Zintegrowane wskaźniki charakterystyki energetycznej dla różnych rozwiązań systemu zaopatrzenia w ciepło domu energooszczędnego wg [3]

Fig. 2. Integrated energy characteristics indexes for various solutions of heating systems in an energy saving house according to [3]

Tabela 2

Wskaźniki jednostkowego zużycia energii [kWh/m<sup>2</sup>a]

Rodzaj sposobu zaopatrzenia w ciepło	Jednostkowe zapotrzebowanie energii [kWh/m <sup>2</sup> a]					Klasa energetyczna
	użytkowej		końcowej		pierwotnej	
	ogrzew. $q_H$	c.w.u. $q_{TW}$	ogrzew. $q_{E,H}$	c.w.u. $q_{E,TW}$		
I – SPC	66,7	18,2	75,7	30	85	D
II – K. Kond.	66,7	18,2	75,7	30	126	E
III – K. Pellety	66,7	18,2	75,7	30	31	A
IV – Ogrz. elektr.	66,7	18,2	70,0	30	305	H



Rys. 3. Etykiety energetyczne dla różnych rozwiązań systemu zaopatrzenia w ciepło domu energooszczędnego wg [7]

Fig. 3. Energy label for various solutions of heating systems in an energy saving house according to [7]

Z przedstawionych obliczeń wynika, że mimo różnic w sposobach obliczeń ranking rozwiązań w obu metodach pozostaje identyczny. Przyznane etykiety energetyczne nie różnią się więcej niż o jedną klasę energetyczną.

## Literatura

- [1] Koczyk H., *Standardy w zakresie zużycia energii w budownictwie energooszczędnym*, Materiały Konferencji Szkoleniowej nt. „Budownictwo energooszczędne – prawo, technologia i praktyka”, Poznań 2008.
- [2] Mamzer M., *Ogrzewanie elektryczne w budownictwie rozproszonym*, praca magisterska (niepublikowana), Politechnika Poznańska, Poznań 2006.
- [3] Panek A., *Metoda określania zintegrowanej charakterystyki energetycznej budynków oraz omówienie odpowiednich projektów norm europejskich*, Forum Technik Instalacyjnych, Instalacje, Poznań 2006.
- [4] Robakiewicz M., Panek A., *Metodyka sporządzania świadectw energetycznych budynków*, Materiały Budowlane 1, 2008, 26-27.
- [5] Szczechowiak E., *Uwarunkowania unijne i polskie w zakresie efektywności energetycznej obiektów i procesów energetycznych*, X Forum Ciepłowników Polskich, Międzyzdroje 2007, 64-85.

- [6] Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings, Official Journal of the European Union L 1/65 of 4.1.2003.
- [7] EnEV'02 Energieeinsparverordnung vom 19 November 2001.
- [8] PN-EN ISO 13790 Ciepłne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania.
- [9] PN-EN 15217 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Metody przedstawiania energetycznych właściwości użytkowych i certyfikacji energetycznej budynków.