

Aspekty energetyczne współczesnego środowiska zabudowanego

Prof. dr hab. inż. Tomasz Mróz, mgr inż. Bartosz Radomski, Instytut Inżynierii Środowiska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Poznańska

1. Wprowadzenie

Środowisko zabudowane (*Built Environment*) można traktować jako złożony system energetyczny, w znaczący sposób wpływający na intensywność energetyczną gospodarek światowych, w tym gospodarki polskiej. Intensywność energetyczna gospodarki to jeden z czterech parametrów wpływających na emisję gazów cieplarnianych (GHG). Łączy je równanie Kaya [1]:

$$GHG = \frac{GHG}{TOE} \times \frac{TOE}{GDP} \times \frac{GDP}{POP} \times POP \quad (1)$$

gdzie:

GHG – emisja gazów cieplarnianych (dیتlenku węgla) w gospodarce narodowej, $Mg a^{-1}$,

GHG/TOE – wskaźnik emisji dیتlenku węgla dla paliw stosowanych w gospodarce narodowej, $Mg CO_2 (Mg_{OE})^{-1}$,

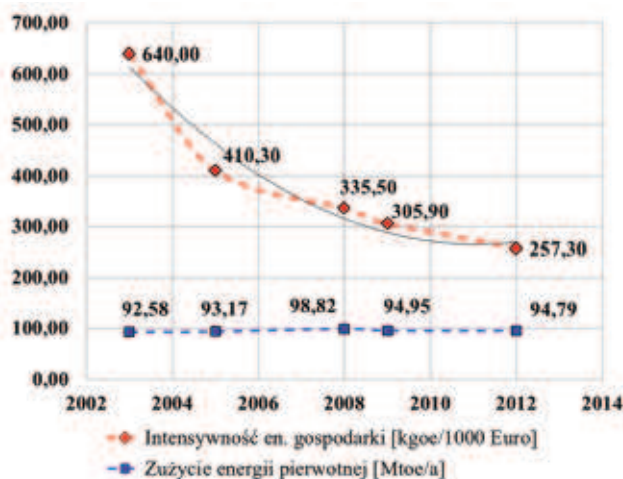
TOE/GDP – intensywność energetyczna gospodarki, $Mg_{OE} (tys.\$)^{-1}$,

GDP/POP – jednostkowy produkt krajowy brutto, $tys.\$ cap^{-1}$,

POP – liczba ludności, cap .

Miarą intensywności energetycznej gospodarki jest stosunek rocznego zużycia nieodnawialnych nośników energii pierwotnej (TOE) do produktu krajowego brutto (GDP). W przypadku polskiej gospodarki w ostatnich 15 latach zauważalne jest znaczące obniżenie tego wskaźnika (rys. 1).

Znacząca poprawa wskaźnika intensywności energetycznej



Rys. 1. Zmiany intensywności energetycznej polskiej gospodarki w latach 2003–2012

gospodarki w analizowanych latach tylko po części związana jest z poprawą efektywności wykorzystania nieodnawialnych nośników energii pierwotnej, w znacznie większym stopniu jest pokłosiem zmiany charakteru naszej gospodarki z produkcyjnej na usługowo-produkcyjną.

Kolejna poprawa tego wskaźnika możliwa będzie poprzez znaczącą poprawę efektywności energetycznej. Zgodnie z raportem [2] najbardziej perspektywicznym sektorem w tym zakresie jest sektor budownictwa – sektor środowiska zabudowanego, którego potencjał obniżenia zużycia nieodnawialnych nośników energii pierwotnej przekracza 12,0 milionów ton oleju ekwiwalentnego (TOE). Stanowi to około 13% rocznego zużycia nieodnawialnych nośników energii w Polsce.

2. Potrzeby energetyczne środowiska zabudowanego

Środowisko zabudowane (*Built Environment*) można traktować jako złożony system energetyczny, co jest przydatne w ocenie efektywności energetycznej budynków. Analiza bilansu energetycznego jest najczęściej stosowaną metodą zarządzania energią. Przykładowy model energetyczny dla systemu termodynamicznie otwartego, który może tworzyć pojedynczy budynek lub obszar zurbanizowany, przedstawiono na rysunku 2.

W ujęciu termodynamicznym – ujęciu zgodnym z I zasadą termodynamiki, bilans energii dowolnego budynku może być opisany równaniem bilansu energii, które w ujęciu całkowym przyjmuje postać:



Rys. 2. Przykładowy model energetyczny dla systemu termodynamicznie otwartego [1]

$$E_{wlot} = \Delta E_{sys} + E_{wylot} \quad (2)$$

gdzie:

E_{wlot} – ilość energii doptywająca do budynku w skończonym odcinku czasu, J,

ΔE_{sys} – zmiana energii budynku w skończonym odcinku czasu, J,

E_{wylot} – ilość energii wyptywająca z budynku w skończonym odcinku czasu, J.

Potrzeby energetyczne budynku najczęściej dotyczą trzech form energii użytkowej:

- ciepła,
- chłodu,
- energii elektrycznej.

Zgodnie z [3, 4] zapotrzebowanie na energię użytkową EU , wyrażoną w kWh/m²a, określa roczną ilość energii na cele ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej dla wszystkich typów budownictwa kubaturowego oraz roczną ilość energii na cele chłodzenia i oświetlenia dla obiektów użyteczności publicznej, zamieszkania zbiorowego, produkcyjnych, gospodarczych i magazynowych. Obliczana jest dla określonych warunków klimatycznych i standardowego użytkowania obiektu. Jest miarą efektywności energetycznej budynku.

Zapotrzebowanie energii użytkowej na cele ogrzewania dla różnych standardów energetycznych budynków [9] przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Zapotrzebowanie energii użytkowej na cele ogrzewania

Typ budynku	Zapotrzebowanie na energię użytkową na cele ogrzewania [kWh/(m ² a)]
Pasywny	≤ 15
Niskoenergetyczny (NF 40)	≤ 40
Energooszczędny	60
Standardowy	120
Energochłonny (z lat 80. XX w.)	220
Wysoce energochłonny (z lat 60. XX w.)	350

Tabela 2. Częstkowe wartości wskaźnika EP na potrzeby ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody E_{PH+W}

Lp.	Rodzaj budynku	Częstkowe wartości wskaźnika EP na potrzeby ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody EP_{H+W} [kWh/(m ² a)]	od 1 stycznia 2017 r.	od 31 grudnia 2020 r.*
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	

* Od 1 stycznia 2019 r. – w przypadku budynku zajmowanego przez organ wymiaru sprawiedliwości, prokuraturę lub organ administracji publicznej i będącego jego własnością.

Każda z trzech form energii użytkowej (ciepło, chłód, energia elektryczna) wymaga dostawy określonych nośników energii końcowej dostarczanych z zewnętrznych źródeł, z uwzględnieniem sprawności elementów technicznego wyposażenia budynków. Jest miarą efektywności energetycznej budynku i jego instalacji technicznego wyposażenia.

Kończącą miarą oceny energetycznej budynku jest zużycie nieodnawialnych nośników energii pierwotnej, niezbędnych do wytworzenia nośników energii końcowej w danej gospodarce. W polskim prawie [3, 4] tę końcową miarę opisuje wskaźnik zużycia energii pierwotnej budynku – EP , będący ilorazem łącznego rocznego zużycia energii pierwotnej przez budynek i jego powierzchni użytkowej o regulowanej temperaturze, wyrażony w kWh/m²a.

Wskaźnik EP jest podstawą oceny energetycznej budynku, jego spełnienie w przypadku projektowanych budynków [3, 4] jest podstawą do udzielenia decyzji o pozwoleniu na budowę. Wyznacza się go ze wzoru (3):

$$EP = EP_{H+W} + \Delta EP_C + \Delta EP_L \quad (3)$$

gdzie:

EP_{H+W} – cząstkowa wartość wskaźnika EP na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej, kWh/(m²a),

ΔEP_C – cząstkowa wartość wskaźnika EP na potrzeby chłodzenia, kWh/(m²a),

ΔEP_L – cząstkowa wartość wskaźnika EP na potrzeby oświetlenia, kWh/(m²a).

W najnowszej nowelizacji [4] wprowadzono brak konieczności spełnienia maksymalnych cząstkowych wartości wskaźnika EP , odpowiednio EP_{H+W} dla wszystkich typów budownictwa kubaturowego, natomiast dla obiektów użyteczności publicznej, zamieszkania zbiorowego, produkcyjnych, gospodarczych i magazynowych także na potrzeby chłodzenia (ΔEP_C) oraz oświetlenia wbudowanego (ΔEP_L). Projektowane budynki muszą spełniać wyłącznie sumaryczną maksymalną wartość wskaźnika rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną EP , zgodnie ze wzorem (3).

Aktualnie obowiązujące cząstkowe wartości wskaźnika EP na potrzeby ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody EP_{H+W} przedstawiono w tabeli 2.

Obowiązujące od 1 stycznia 2009 roku w Polsce rozporządzenie ministra infrastruktury w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectwa ich charakterystyki energetycznej [5] po raz pierwszy uporządkowało kwestie oceny energetycznej budynków, która do tego momentu ograniczała się do wskazania granicznych współczynników przenikania ciepła dla przegród zewnętrznych budynku (*building envelope*) i wskazówek jakościowych dotyczących konieczności stosowania rozwiązań ograniczających zużycie energii (np. odzysk ciepła w systemach wentylacji mechanicznej).

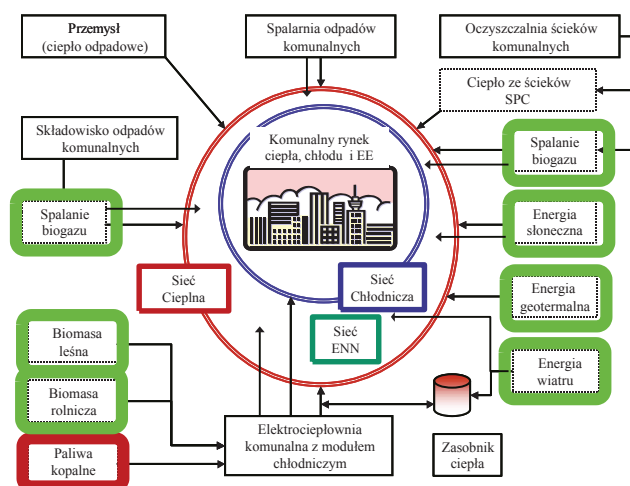
Historia prawie 10-letniego funkcjonowania rozporządzenia [5], wielokrotnie nowelizowanego [m.in. 6], wskazuje, że tylko częściowo wykorzystany został potencjał ograniczenia zużycia energii pierwotnej w sektorze środowiska zabudowanego. Konieczne jest zatem wprowadzenie kolejnych działań obniżających intensywność energetyczną polskiej gospodarki w sektorze środowiska zabudowanego.

3. Plan działań na przyszłość

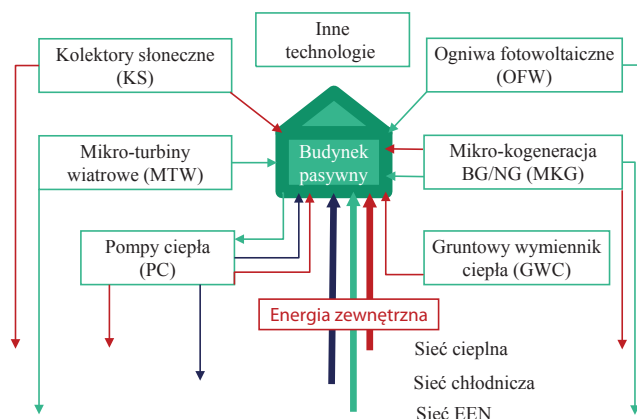
Współczesne budownictwo – środowisko zabudowane, winno być traktowane jako interaktywny system energetyczny, w którym przepływy trzech form energii użytkowej niezbędnych dla funkcjonowania budynku: (i) ciepła, (ii) energii elektrycznej i (iii) chłodu mogą być dwukierunkowe. Dotyczy to zarówno dużych obszarów urbanistycznych – miast (rys. 3), jak i pojedynczych budynków (rys. 4).

Poprawa efektywności energetycznej w skali miasta możliwa jest poprzez integrację działań w zakresie zwiększenia wykorzystania odnawialnych nośników energii pierwotnej, takich jak: (i) energia słoneczna, (ii) energia geotermalna, (iii) energia wiatru, (iv) biomasa oraz wykorzystania energii odpadowej z procesów przemysłowych czy procesów komunalnych: m.in. oczyszczanie ścieków czy unieszkodliwianie odpadów komunalnych. W konsekwencji obniżone zostaną dostawy nieodnawialnych nośników energii pierwotnej – paliw kopalnych. Warunkiem omawianej integracji jest dostępność do efektywnych energetycznie sieci przesyłowych – sieci ciepłej, chłodniczej i elektroenergetycznej.

W skali pojedynczego budynku idea jest podobna. Budynek o niemal zerowym zużyciu energii (*nZEB*) [7] to budynek o bardzo dobrej charakterystyce energetycznej – charakterystyce zbliżonej do standardu budynku pasywnego [8, 9], w którym minimalizuje się dostawę energii końcowej ze źródeł zewnętrznych, bilansując potrzeby budynku własną produkcją energii ze źródeł odnawialnych. Połączenie standardu budynku pasywnego, standardu zgodnego z wytycznymi Passive House Institute (PHI) [8, 9] z wysoce efektywnymi rozwiązaniami technicznego wyposażenia budynku, w tym źródłami energii, powoduje, że budynki te mogą stać się producentami energii netto – obiektami o dodatnim bilansie energetycznym.



Rys. 3. Miasto jako interaktywny system energetyczny



Rys. 4. Budynek jako interaktywny system energetyczny

Aplikacja tego typu rozwiązań jest bardzo istotna dla polskiej gospodarki, ponieważ z racji efektu skali wpływa znacząco na wskaźnik jej intensywności energetycznej.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Mróz T. M., Energy Management in Built Environment, Publishing House of Poznań University of Technology, Poznań, 2013
- [2] Polski Klub Ekologiczny Okręg Górnośląski, Fundacja na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii, Raport. Potencjał efektywności energetycznej i redukcji emisji w wybranych grupach użytkownika energii. Droga naprzód do realizacji pakietu klimatyczno-energetycznego, Katowice, 2009
- [3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 14 listopada 2017 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2017 poz. 2285)
- [4] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690)
- [5] 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 świadectwa ich charakterystyki energetycznej, 2008
- [6] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej, 2015
- [7] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków, 2010
- [8] <http://www.passiv.de/> (dostęp 27.04.2018 r.)
- [9] Radomski B., Projektowanie instalacji sanitarnych w budynkach pasywnych – studium przypadku, Inżynier Budownictwa 9/2016