

mgr inż. Henryk Kwapisz*

Opłacalność wznoszenia budynków o niemal zerowym zużyciu energii

Od kilku miesięcy trwa dyskusja nad tym, czy opłaca się budować obiekty o niemal zerowym zużyciu energii. Jak zawsze są głosy za i przeciw, dlatego też w 2012 r. Krajowa Agencja Poszanowania Energii wykonała analizę pt. *Analiza metod optymalizacji standardu energetycznego budynków z uwzględnieniem kryteriów ekonomicznych, ekologicznych i kosztów zewnętrznych*. Przedstawiona w niej została ocena możliwości i skutków wzrostu standardu energetycznego oraz wymagań dotyczących ochrony cieplnej budynków z punktu widzenia efektywności ekonomicznej.

Charakterystyka budynku i analiza metod optymalizacji

Na potrzeby wykonania symulacji efektów wzrostu standardu energetycznego budynku na etapie projektowania zdefiniowano następujące typy budynków:

- budynek mieszkalny wielorodzinny – typ 1, wysokościowiec 11-kondygnacyjny o powierzchni użytkowej 2736,00 m²;
- budynek mieszkalny wielorodzinny – typ 2, długi, 5-kondygnacyjny budynek o powierzchni użytkowej 6929,00 m²;
- budynek mieszkalny jednorodzinny, typu „dworek”, parterowy z użytkowym poddaszem o powierzchni użytkowej 269 m²;
- budynek mieszkalny jednorodzinny, typu „prostapałóścian” o powierzchni użytkowej 81 m²;
- budynek szkoły o powierzchni użytkowej 5182 m²;
- budynek biurowy o powierzchni użytkowej 2124 m².

Symulację zmian zapotrzebowania na ciepło wykonano dla 5 wariantów standardu energetycznego w zależności od zmian izolacyjności cieplnej przegród i zastosowania dostępnych technologii energooszczędnych z uwzględnieniem ścian, podłóg, dachu, rurociągów dostarczających i rozprowadzających ciepło, okien oraz armatury grzewczej i do ciepłej

wody charakteryzujących się bardzo dobrą izolacyjnością cieplną, a także zainstalowania bardziej wydajnej wentylacji i zastosowania odnawialnych źródeł energii, takich jak kolektory słoneczne i pompy ciepła (tabela 1). Przyjęto, że w zależności od zastosowanych rozwiązań energooszczędnych budynki będą występować w wersji:

- standardowej;
- o podwyższonym standardzie;
- o wysokim standardzie;
- o bardzo wysokim standardzie;
- o bardzo wysokim standardzie z kolektorami słonecznymi;
- o bardzo wysokim standardzie z pompą ciepła.

Na podstawie Biuletynu Cen Obiektów Budowlanych wydawnictwa Sekocenbud z 2011 r. wycenione zostały koszty budowy budynku standardowego oraz jego zapotrzebowanie na energię zgodnie z polskimi normami i rozporządzeniami. W przypadku poszczególnych wariantów – od budynku standardowego do budynku o bardzo wysokim standardzie z pompą ciepła – podnoszono w symulacjach

standard energetyczny przez zwiększenie izolacyjności przegród zewnętrznych, zastosowanie lepszej jakości stolarki okiennej, wprowadzenie systemów odzysku ciepła z powietrza wentylacyjnego, zastosowanie kolektorów słonecznych, polepszenie standardu instalacji centralnego ogrzewania (c.o.) i ciepłej wody użytkowej (c.w.u.), a w ostatnim wariantcie zastosowanie pomp ciepła do zasilania w ciepło całego budynku.

Wraz ze wzrostem standardu budynku obliczono jego zapotrzebowanie na energię końcową, czyli ilość energii, którą należy zakupić do ogrzewania, przygotowania ciepłej wody użytkowej, wentylacji mechanicznej i klimatyzacji. Ponadto szacowany był zdyskontowany koszt całkowity, zgodnie z zalecaną metodologią opracowaną przez Komisję Europejską, obejmującą całkowite koszty budowy i eksploatacji (wszystkich mediów sieciowych i paliw) budynku z uwzględnieniem zmian kosztów energii oraz kosztów dodatkowych. Na potrzeby opracowania przyjęto zmiany kosztów energii w wysokości 6% ponad

Tabela 1. Przedsięwzięcia dotyczące wzrostu efektywności energetycznej analizowanych budynków modelowych

Standard energetyczny budynku	Zwiększenie grubości [cm] izolacji przegród o:			Okna o współczynniku przenikania ciepła [W/(m ² K)]			Wentylacja mechaniczna ze sprawnością odzysku [%]		Kolektory słoneczne	Ponadstandardowa instalacja c.o. i c.w.u.	Pompa ciepła
	10	15	20	0,9	0,7	0,5	60	85			
Budynek standardowy											
Budynek o podwyższonym standardzie	x			x						x	
Budynek o wysokim standardzie		x			x		x			x	
Budynek o bardzo wysokim standardzie			x			x		x		x	
Budynek o bardzo wysokim standardzie z kolektorami			x			x		x	x	x	
Budynek o bardzo wysokim standardzie z pompą ciepła			x			x		x	x	x	x

* Saint-Gobain Construction Products Polska Sp. z o.o. (ISOVER)

poziom inflacji rok do roku w dwudziestoletnim okresie eksploatacji oraz wskaźnik inflacji w wysokości 2,5% rocznie w odniesieniu do kosztów serwisów i przeglądów.

W analizach uwzględniono różnicę w kosztach budowy obiektu w zależności od sposobu zasilania budynku w energię do celów ogrzewania. Uwzględniono również koszty zewnętrzne (socjalne i środowiskowe), których udało się uniknąć, związane z emisją gazów cieplarnianych, użytkowaniem zasobów naturalnych i bezpieczeństwem energetycznym, opracowane zgodnie z metodologią ExternE. Należy mieć bowiem na uwadze, że emisja niebezpiecznych zanieczyszczeń związanych z wykorzystaniem węgla powoduje szkody dla ekosystemów oraz zwiększa zachorowalność ludzi na choroby układu oddechowego i krążenia. Z danych Instytutu Badań Strukturalnych wynika, że 1 t CO₂ kosztuje w Polsce 200 PLN, biorąc pod uwagę zwiększenie śmiertelności i zachorowalności, przyspieszenie niszczenia materiałów budowlanych oraz zmniejszenie plonów upraw rolnych.

Bilans energetyczny został obliczony w skali całego roku zgodnie z normą PN-EN ISO 13790:2009.

Analiza wyników

Analiza przeprowadzonej symulacji wskazuje, że w perspektywie długoterminowej, z uwzględnieniem metod dyskontowych oraz inflacji i realnego wzrostu cen energii ponad poziom inflacji wynoszący 4 – 6%, opłacalne jest maksymalne podnoszenie standardu energetycznego budynków do poziomów budownictwa pasywnego i około pasywnego (tabela 2 i 3).

Na podstawie wyników symulacji stwierdzono, że w przypadku budynków jednorodzinnych zdyskontowane koszty w cyklu użytkowania zależą od kształtu i wielkości domu. Niemniej jednak, niezależnie od źródła energii zasilającej budynek, niższe wydatki uzyskiwane są dzięki rozwiązaniom pozwalającym na zbudowanie domu o co najmniej podwyższonym standardzie energetycznym.

W przypadku domów o prostym kształcie najbardziej opłacalne są takie, których zapotrzebowanie na energię końcową (ogrzewanie, ciepłą wodę i chłodzenie) jest mniejsze niż 60 kWh/m² na r., a więc bliskie standardowi domu pasywnego. W domach większych, o rozbudowanych kształtach, najniższe koszty zdyskontowane w cyklu użytkowania za-

Tabela 2. Budynek wielorodzinny (wysokościowiec, 2736 m²)

Standard (energia – sieć ciepłownicza)	Energia końcowa (ogrzewanie + c.w. + chłodzenie) [kWh/m ² a]	Zdyskontowany koszt w cyklu użytkowania [zł]
Budynek standardowy	195,2	12 562 096,8
Budynek o podwyższonym standardzie	136,3	11 681 844,7
Budynek o wysokim standardzie	91,6	11 359 016,6
Budynek o bardzo wysokim standardzie	67,3	10 974 573,5
Budynek o bardzo wysokim standardzie z kolektorami	33,4	11 086 686,2
Budynek o bardzo wysokim standardzie z pompą ciepła	12,8	10 626 967,3

Tabela 3. Budynek szkoły (powierzchnia użytkowa – 5182 m²)

Standard (energia – węgiel)	Energia końcowa (ogrzewanie + c.w. + chłodzenie) [kWh/m ² a]	Zdyskontowany koszt w cyklu użytkowania [zł]
Budynek standardowy	220,3	18 193 995,7
Budynek o podwyższonym standardzie	167,7	17 223 165,5
Budynek o wysokim standardzie	78,2	15 872 572,1
Budynek o bardzo wysokim standardzie	42,4	15 042 546,1
Budynek o bardzo wysokim standardzie z kolektorami	30,7	15 120 638,9
Budynek o bardzo wysokim standardzie z pompą ciepła	12,9	13 872 160,1

leżą od rodzaju źródła energii. W przypadku sieci ciepłowniczej lub gazu płynnego/oleju można je uzyskać dzięki budowaniu w bardzo wysokim standardzie energetycznym oraz instalacji pompy ciepła i/lub kolektora słonecznego. Z kolei w budynkach o kubaturze znacznie większej od domku jednorodzinnego, zdyskontowane koszty w cyklu użytkowania maleją wraz ze wzrostem standardu izolacyjności cieplnej obudowy budynku i zmniejszaniem strat ciepła.

Celowa jest więc budowa obiektów mieszkalnych o dodatnim bilansie energii wytwarzanej ze źródeł odnawialnych, co oznacza, że w bilansie rocznym taki budynek produkuje więcej energii niż zużywa. Potwierdza to opracowanie Ewarysta Hille, Marka Bryxa i Alana Berouda pt. *Analiza efektywności inwestycji w budynki o zużyciu energii bliskim zeru zgodnie z Dyrektywą RECAST EPBD* (Warszawa 2012). Co ciekawe, znacznie wyższą łączną efektywność ekonomiczną w przypadku budynków o bardzo wysokim standardzie ochrony cieplnej wyposażonych w instalacje z pompą ciepła daje zastosowanie instalacji grzewczych zasilanych paliwami tradycyjnymi. Wykorzystanie kolektorów słonecznych nie jest zasadne ekonomicznie w przypadku tańszych nośników energii, czyli ciepła sieciowego i węgla.

Podsumowanie

Budowanie obiektów o niemal zerowym zużyciu energii jest zasadne z punktu widzenia ekonomicznego i może przynieść korzyści zarówno dla obywateli, jak i całej polskiej gospodarki. Budynki bardziej efektywne energetycznie, zwłaszcza o standardzie pasywnym, generują mniejsze koszty zdyskontowane, co oznacza mniejsze wydatki na inwestycję, utrzymanie, energię oraz mniejsze koszty uniknięte. Przy obecnej relacji cen energii do cen materiałów budowlanych związanych z podnoszeniem standardu energetycznego, bez względu na rodzaj wykorzystywanej energii, opłacalne jest budowanie domów o prostej bryle i bardzo wysokim standardzie, dochodzącym w niektórych przypadkach nawet do standardu budynku pasywnego.

Rozwój budownictwa energooszczędnego zależy przede wszystkim od zwiększenia świadomości inwestorów na temat rozwiązań architektonicznych i technicznych, pozwalających na zmniejszenie zapotrzebowania budynku na energię końcową. Konieczna jest także zmiana podejścia do procesu budowania – od fazy projektowej, przez wznoszenie obiektu, aż do jego użytkowania. Budujący powinien mieć świadomość, że inwestowanie w budynek o podwyższonym standardzie energetycznym i prostej bryle zaowocuje niższym zdyskontowanym kosztem jego użytkowania.