

dr inż. Robert Stachniewicz\*

# Wskaźniki energetyczne i ekologiczne wybranych budynków szkolnych

Główną pozycję w opłatach eksploatacyjnych obiektów szkolnych stanowią koszty energii cieplnej do ogrzewania budynków (często ponad 40% kosztów zarządzania). Spowodowane jest to m.in. wzrostem kosztów nośników energii oraz brakiem świadomości ograniczania zużycia ciepła do ogrzewania i podgrzania ciepłej wody użytkowej, złym stanem technicznym budynków szkolnych, a w szczególności ich niedostateczną izolacją termiczną. Dotyczy to wszystkich przegród zewnętrznych budynków (w tym szczególnie ścian zewnętrznych, okien i stropodachów).

W celu racjonalnego gospodarowania energią ciepłą istotne jest zidentyfikowanie miejsc, w których jest ona nieefektywnie wykorzystywana. Aby osiągnąć ten cel, można posłużyć się audytem energetycznym, którego kształt określono w rozporządzeniu do *Ustawy termomodernizacyjnej*.

Wykonując w latach 1997÷2005 audyty energetyczne kilkudziesięciu budynków szkolnych (większość została zbudowana przed 1975 r.), położonych w północno-wschodniej Polsce, stwierdzono ich niski standard energetyczny oraz znaczny potencjał oszczędności energii, który można wyzwolić przez racjonalizację jej użytkowania. Oszczędności ciepła przekładają się na zmniejszenie zużycia nośnika energii, co pozwala ograniczyć emisję szkodliwych gazów ( $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}_2$ ) oraz pyłów zanieczyszczających atmosferę.

## Charakterystyka analizowanych budynków szkolnych

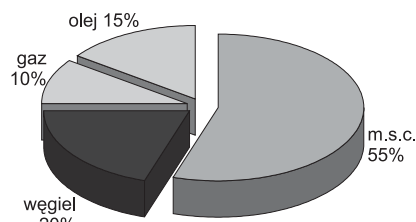
Analizę budynków omawianych w artykule wykonano na podstawie danych uzyskanych z audytów energetycznych zrealizowanych w białostockim oddziale Narodowej Agencji Poszanowania Energii S.A., przy których opracowaniu uczestniczyłem. Audyty zawierają analizę obecnego oraz możliwego do uzyskania (kompleksowa termomodernizacja) stanu gospodarki cieplnej budynków szkolnych. Obiekty te położone są na terenach miejskich i wiejskich. Ich powierzchnia użytkowa jest zróżnicowana i wynosi od 260 m<sup>2</sup> do 8200 m<sup>2</sup>. Zasilane są najczęściej w ciepło z miejskiej sieci ciepłowniczej (m.s.c.). Procentowy rozkład nośników ciepła wykorzystywanych do ogrzewania oraz zużycie ciepła analizowanych budynków przedstawiają kolejno rysunki 1 i 2.

skich i wiejskich. Ich powierzchnia użytkowa jest zróżnicowana i wynosi od 260 m<sup>2</sup> do 8200 m<sup>2</sup>. Zasilane są najczęściej w ciepło z miejskiej sieci ciepłowniczej (m.s.c.). Procentowy rozkład nośników ciepła wykorzystywanych do ogrzewania oraz zużycie ciepła analizowanych budynków przedstawiają kolejno rysunki 1 i 2.

## Efekty zastosowania wskaźników porównawczych w budynkach

W Polsce porównanie zużycia ciepła przez budynki (w tym również budynki szkolne) do określonej „skali energetycznej” nie było dotychczas praktykowane, zwłaszcza że zgodnie z danymi Głównego Urzędu Statystycznego szkoły nie są podmiotami biorącymi udział w corocznych badaniach bilansu paliw i energii, a resort Edukacji Narodowej nie prowadził badań dotyczących struktury i poziomu zużycia energii do celów grzewczych.

Program oszczędności energii i monitoring jej zużycia „Best practice programme – Saving energy in schools” był



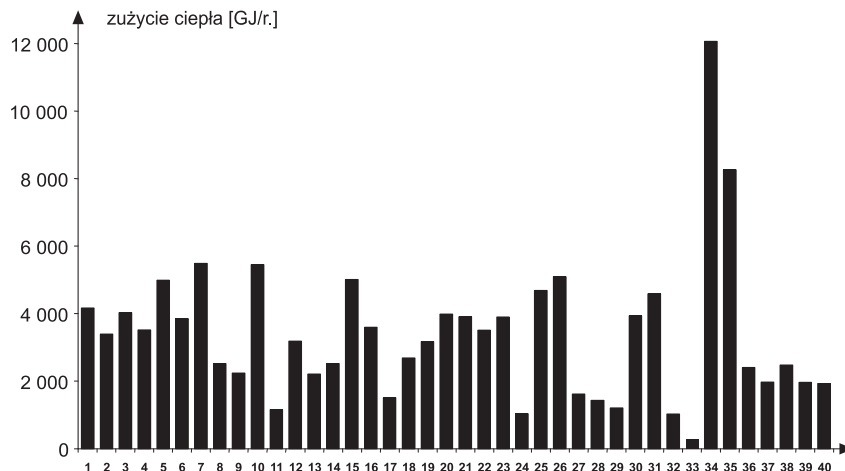
Rys. 1. Rodzaje nośników ciepła stosowanych do ogrzewania rozpatrywanych budynków szkolnych

prowadzony w szkołach w Anglii. Wyjaśniano w nim zarządcom szkół m.in., w jaki sposób mogą ograniczyć koszty eksploatacyjne, w jaki sposób zużycie energii obciąża środowisko naturalne (porównanie w „skali emisji  $\text{CO}_2$ ”), jak oszczędzać energię ciepłą i elektryczną oraz jak porównać jej zużycie w obiekcie, stosując wskaźniki wyrażone w kWh/(m<sup>2</sup>r.) lub przelicznik kosztów eksploatacji budynku w £/ucznia. Zarządca szkoły może dokonać porównania zużycia energii cieplnej w dowolnym roku, stosując przeliczniki bazujące na stopniodniach.

Ze względu na brak polskiej „skali energetycznej” zastosowano wzorzec angielski. Na rysunku 3 porównano (benchmarking) do „skali energetycznej” wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku. Analizowano najlepszy budynek szkolny pod względem standardu energetycznego.

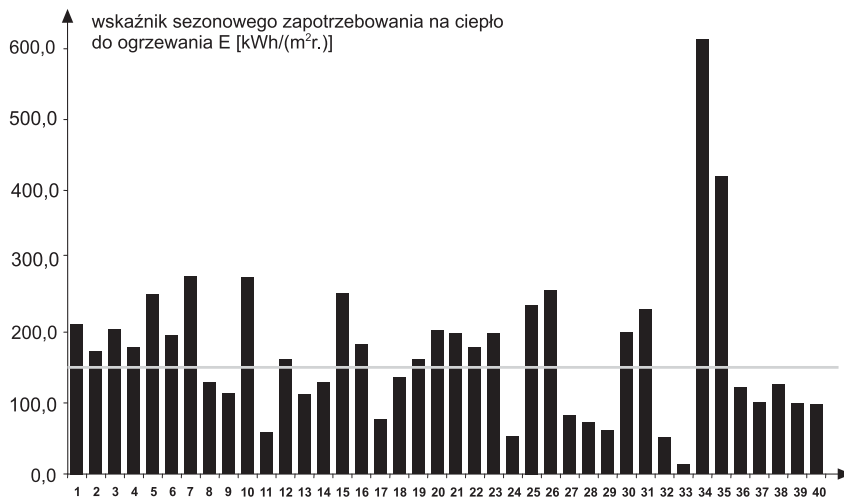


Rys. 3. Porównanie do „skali energetycznej” najlepszego pod względem zużycia energii cieplnej budynku szkolnego



Rys. 2. Zużycie ciepła do ogrzewania w rozpatrywanych budynkach szkolnych

\* Politechnika Białostocka

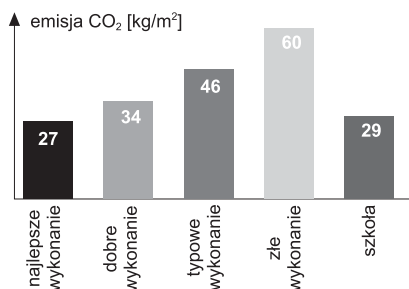


Rys. 4. Zestawienie 40 analizowanych budynków szkolnych pod względem zużycia energii cieplnej w przeliczeniu na m<sup>2</sup> powierzchni

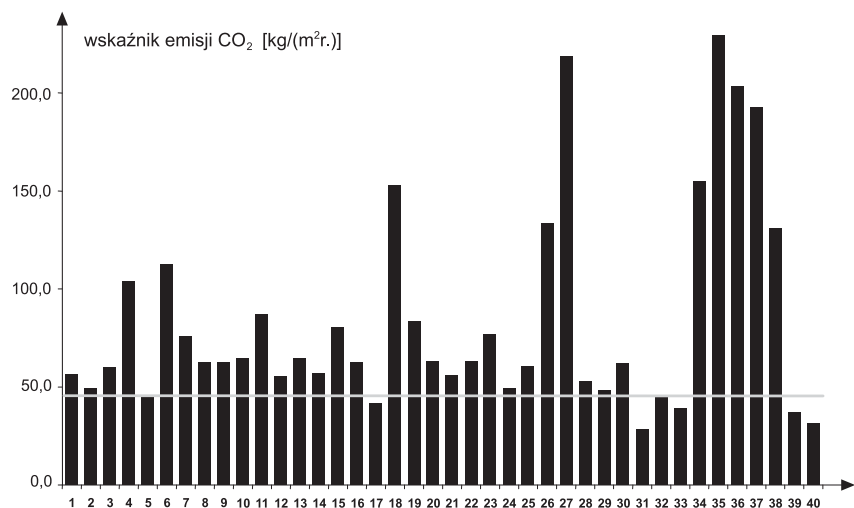
Na rysunku 4 przedstawiono roczne zużycie ciepła w przeliczeniu na m<sup>2</sup> powierzchni (wskaźnik *E*) dla wszystkich analizowanych budynków szkolnych. Pozioma linia o rzędnej 151 kWh/(m<sup>2</sup>·r.) oznacza zużycie ciepła budynku „typowego” wg angielskiej „skali energetycznej”. W przypadku 22 badanych obiektów szkolnych (budynki gorsze od „typowego”) został przekroczony wyznaczony standard energetyczny.

Oprócz benchmarkingu energetycznego określono emisję dwutlenku węgla ze źródła ciepła, powstałą podczas produkcji energii cieplnej w celu zapewnienia określonej temperatury w szkole i przyrównano do „skali emisji CO<sub>2</sub>”. Takie zobrazowanie może być wykorzystane również w procesie dydaktycznym i kształtować wiedzę o ochronie środowiska przez racjonalne zużycie energii cieplnej. Na rysunku 5 przedstawiono emisję dwutlenku węgla ze źródła ciepła, które ogrzewa „najlepszą” szkołę.

Z rysunku 6 wynika, że aż 33 budynki szkolne są nieprzyjazne środowisku naturalnemu. Spowodowane jest to nie tylko ich niskim standardem energetycznym, ale



Rys. 5. Porównanie do „skali emisji CO<sub>2</sub>” najlepszego pod względem zużycia energii cieplnej budynku szkolnego



Rys. 6. Zestawienie 40 analizowanych budynków szkolnych pod względem wskaźnika emisji CO<sub>2</sub>

również rodzajem nośnika energii używanego do ogrzewania obiektów. Budynki szkolne były ogrzewane z ciepłowni miejskich (m.s.c. – 22 budynki) lub kotłowni lokalnych (8 budynków), opalanych węglem kamiennym.

### Podsumowanie

Prezentowana metoda benchmarkingu jest alternatywą metody oceny energetycznej budynku określonej w Dyrektywie UE nr 2002/91/EC. Pozwala ona w prosty sposób (dysponując zużyciem energii i powierzchnią użytkową) porównać analizowany budynek ze „skalą energetyczną” i określić jego standard energetyczny. Działanie to jest częściowo podobne do procedury określania wymagań dotyczących oszczędności energii (Dział X rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki).

Metoda benchmarkingu bazuje również na wskaźniku zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania *E* wyrażonym w kWh/(m<sup>2</sup>·r.), a nie jak w rozporządzeniu w kWh/(m<sup>3</sup>·r.). Dysponując jednak skalą, zarządca szkoły niejednokrotnie nieznający się na wskaźniku *E*, może określić, czy budynek należy zaliczyć do bardzo dobrych, dobrych, typowych czy złych pod względem gospodarowania energią cieplną. Benchmarking jest więc pewnym kompromisem między dokładnym określeniem standardu energetycznego wg wskaźników porównawczych metody określonej w dyrektywie a wnioskami uzyskanymi na podstawie wskaźnika *E* i jego wartości granicznej *E*<sub>0</sub> wg warunków technicznych. Ponadto wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło *E* sprawdza się tylko w przypad-

ku projektowanych lub poddawanych termomodernizacji wielorodzinnych budynków mieszkalnych oraz opcjonalnie budynków jednorodzinnych. W przypadku budynków użyteczności publicznej, w tym szkolnych, określa się jedynie współczynnik przenikania ciepła *U* przegród zewnętrznych, który nie dostarcza zarządcy informacji, jak efektywnie wykorzystuje ciepło do ogrzewania w odniesieniu do budynków o tym samym przeznaczeniu.

Analizując budynki szkolne wg zamieszczonej w artykule „skali energetycznej” można stwierdzić duży potencjał oszczędności energii możliwej do uzyskania. Aż 22 budynki zaliczono do złych energetycznie, a w przypadku 11 można poprawić standard energetyczny i uzyskać korzystniejszy niż w „typowym budynku”.

Artykuł opracowano na Politechnice Białostockiej