

TECHNICZNA I GOSPODARCZA ANALIZA ORAZ PROGNOZOWANIE NAKŁADÓW ENERGETYCZ- NYCH NA OGRZEWANIE BUDYNKÓW MIESZKALNYCH NA TERENACH WIEJSKICH

Małgorzata Trojanowska, Tomasz Szul

Streszczenie. W pracy przedstawiono analizę zużycia paliw i energii do ogrzewania budynków mieszkalnych. W szczególności wyznaczono wskaźniki sezonowego zapotrzebowania na ciepło w badanych obiektach i ich korelację z rokiem budowy lub termomodernizacji budynków. Na podstawie analizy opracowano model jednostkowego zapotrzebowania na ciepło do celów grzewczych, w postaci nadającej się do wykorzystania przez samorządy terytorialne przy opracowywaniu planów zapotrzebowania na ciepło. Przedstawiono również analizę struktury źródeł ciepła wykorzystanych do ogrzewania budynków ze względu na rodzaj stosowanych paliw i wiek instalacji grzewczej, a także plany właścicieli budynków w zakresie termomodernizacji budynków i modernizacji systemu ogrzewania.

Słowa kluczowe: planowanie energetyczne, ogrzewanie budynków mieszkalnych

WSTĘP

Zaopatrzenie w ciepło jest jednym z najważniejszych działów sektora energii, gdyż na ten cel zużywa się ponad 40% energii pierwotnej [Cherubin 1997], a od sprawności, jakości i niezawodności zaopatrzenia w ciepło zależy zarówno efektywność przemysłu i usług, jak i komfort socjalno-bytowy społeczeństwa.

Ustawy z dnia 8 marca 1990 roku *O samorządzie terytorialnym* [Dz.U. z 1996 r. nr 13] oraz z 10 kwietnia 1997 roku *Prawo energetyczne* [Dz.U. z 1997 r. nr 54], stanowią obowiązujące uregulowania prawne w zakresie planowania i organizacji zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe na obszarze gmin. Obligują one jednostki samorządu terytorialnego do sporządzania założeń do planów oraz samych planów zaopatrzenia w energię i paliwa. Projekt założeń powinien zawierać ocenę stanu aktualnego i przewidywanych zmian zapotrzebowania na ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe, określać przedsięwzięcia racjonalizujące ich użytkowanie, a także wskazywać możliwości wykorzystania istniejących nadwyżek i lokalnych zasobów paliw i energii.

Kluczowym elementem w planowaniu energetycznym jest określenie wielkości zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków w danym regionie [Robakiewicz 1998]. Ocena wielkości tego zapotrzebowania jest zadaniem szczególnie trudnym na obszarach wiejskich, gdzie dominują budynki jednorodzinne w większości wyposażone w indywidualne źródła ciepła, a władze gminne nie dysponują danymi na temat wielkości i struktury zużycia energii cieplnej w budynkach mieszkalnych.

Ocena potrzeb energetycznych budynków może być wykonana przez sporządzenie uproszczonych audytów energetycznych, co przy dużej liczbie domów jest czasochłonne i trudne do wykonania. Innym sposobem jest wykorzystanie wskaźników jednostkowego zużycia energii. Istniejące w tym zakresie opracowania są mało przydatne przy opracowywaniu planów, gdyż zazwyczaj podają wartości teoretycznego zapotrzebowania [Robakiewicz 1998], a nie rzeczywistego zużycia energii cieplnej w budynkach jednorodzinnych.

Celem pracy była analiza zużycia energii do ogrzewania budynków mieszkalnych na obszarach wiejskich i opracowanie na jej podstawie modelu jednostkowego zapotrzebowania na energię cieplną w postaci nadającej się do praktycznego wykorzystania, zwłaszcza przez samorządy terytorialne przy sporządzaniu planów potrzeb energetycznych.

MATERIAŁ I METODY

Cel pracy zrealizowano na podstawie badań przeprowadzonych w 400 losowo wybranych gospodarstwach domowych i rolnych położonych na obszarach wiejskich województwa małopolskiego. Liczba gospodarstw została ustalona w sposób zapewniający ocenę wielkości sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków z błędem oszacowania wartości przeciętnej tego wskaźnika na poziomie ok. 5%. Liczebność i charakterystyka badanych gospodarstw dały podstawę do uznania ich za reprezentatywne dla analizowanego obszaru.

W ramach badań, obok danych dotyczących wielkości zużycia opału w sezonie grzewczym, powierzchni mieszkalnej i wysokości pomieszczeń, zebrano m.in. informacje na temat: roku budowy budynków, ich powierzchni ogrzewanej, sposobu ogrzewania budynków, roku produkcji kotła centralnego ogrzewania, termomodernizacji budynków oraz zamierzeń dotyczących ewentualnej zmiany sposobu i rodzaju ogrzewania.

Zebrane dane opracowano statystycznie, przeprowadzając analizę korelacji i analizę regresji. Wszystkie hipotezy statystyczne weryfikowano na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI

Podstawowe parametry charakteryzujące badane budynki są następujące (średnio): powierzchnia domu 137 m², powierzchnia ogrzewana 128 m², a wysokość pomieszczenia – 2,6 m. Jak można zauważyć średnia powierzchnia ogrzewana budynków jest mniejsza od ich powierzchni mieszkalnej, co wiąże się z ograniczeniem, a nawet wyłąc-

czaniem z ogrzewania pewnych partii budynków ze względu na wysoki koszt ogrzewania. Jedna czwarta właścicieli budynków ze względów oszczędnościowych nie ogrzewa celowo niektórych pomieszczeń, obniżając w nich temperaturę.

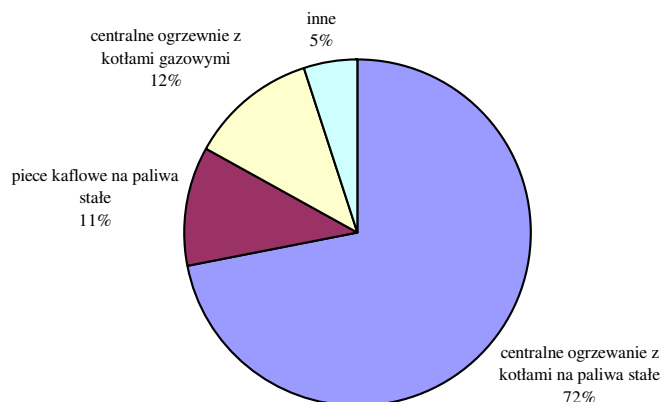
Potrzeby energetyczne na ogrzewanie budynków zaspakajane są za pomocą czterech grup nośników energetycznych:

- paliw stałych (węgiel, drewno),
- paliw ciekłych (olej opałowy, gaz propan-butan),
- paliwa gazowego (gaz ziemny wysokometanowy),
- energii elektrycznej.

Średnie zużycie nośników energetycznych w sezonie grzewczym na ogrzewanie budynków w badanych gospodarstwach wynoszą średnio: węgiel – 4,42 t, drewno – 4,55 t, gaz ziemny – 2418 m³. Rodzaj używanego nośnika uzależniony jest od rodzaju instalacji grzewczej budynków. Strukturę budynków mieszkalnych na badanych obszarach wiejskich ze względu na rodzaj stosowanej instalacji grzewczej przedstawiono na rysunku 1.

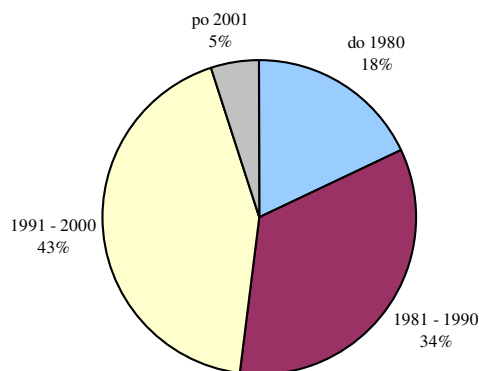
W gospodarstwach indywidualnych nadal podstawowym nośnikiem energii jest węgiel, ale ze względów ekonomicznych bądź praktycznych zaczyna być zastępowany innymi nośnikami. W badanych obiektach najczęściej zastępuje go drewno opałowe, gaz przewodowy lub też w niewielkich ilościach gaz propan-butan oraz energia elektryczna. Drewno, jako podstawowy nośnik energetyczny, jest wykorzystywane w ok. 5% badanych budynków. W pozostałych obiektach opalanych paliwami stałymi stosowany jest wymiennie węgiel i drewno.

Wielkość nakładów energii do ogrzewania budynków zależy od kilku czynników, a w szczególności od strat ciepła przez przegrody budynków oraz od sprawności systemu ogrzewania. Sprawność układu grzewczego w dużym stopniu związana jest z jego wiekiem.



Rys. 1. Struktura wyposażenia w instalacje grzewcze budynków mieszkalnych na obszarach wiejskich województwa małopolskiego

Fig. 1. Structure of the equipment with heating installations in residential buildings in rural areas of Malopolska voivodship



Rys. 2. Struktura budynków mieszkalnych na obszarach wiejskich województwa małopolskiego ze względu na rok produkcji kotłów centralnego ogrzewania

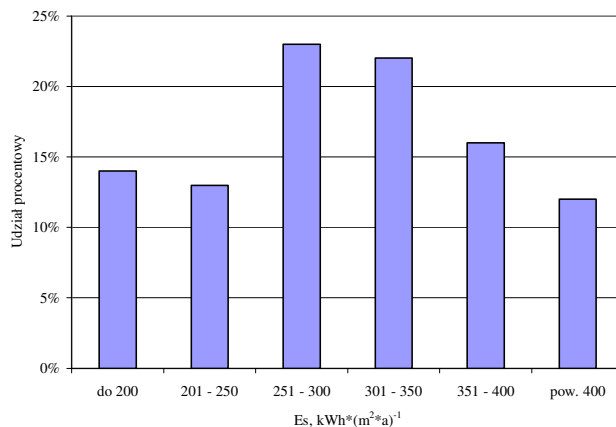
Fig. 2. Structure of residential buildings in rural areas of Malopolska voivodship depends on the year of output of common heating boilers

Rysunek 2 przedstawia strukturę budynków ze względu na rok produkcji kotła centralnego ogrzewania. Analizowane budynki w dużej części wyposażone są w stare piece i kotły centralnego ogrzewania, które charakteryzują się niską sprawnością. Pociąga to za sobą zwiększone zużycie paliwa oraz negatywne oddziaływanie na środowisko naturalne.

Najczęściej stosowanym w Polsce wskaźnikiem energetycznym do określenia standardu energetycznego budynków jest wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło E_s , wyznaczany jako stosunek zapotrzebowania na energię końcową do ogrzania budynku w standardowym sezonie grzewczym i powierzchni ogrzewanej. Wskaźnik ten uwzględnia sprawność instalacji grzewczej i wbudowanego źródła ciepła – ma więc podstawowe znaczenie również w analizie opłacalności proponowanych działań termomodernizacyjnych [Robakiewicz 1998, Augusiak i Bućko 2000].

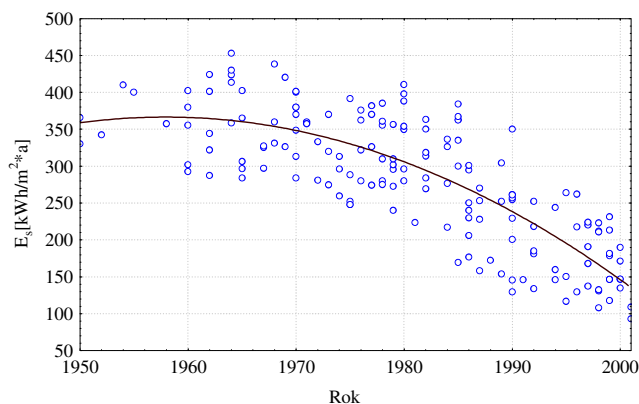
Przeprowadzona analiza standardu energetycznego oparta na wskaźniku E_s pozwoliła na określenie udziałów budynków zaliczonych do poszczególnych klas (rys. 3). Średnie zapotrzebowanie na energię E_s w badanych obiektach wynosi $310 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$. Wielkość wskaźnika E_s istotnie zależy od roku budowy budynku (rys. 4). Najniższym wskaźnikiem E_s charakteryzowały się budynki nowe i poddane termomodernizacji, stanowiące ok. 17% ogółu budynków, które w większości były ogrzewane gazem. Najwyższe zapotrzebowanie na energię odnotowano w budynkach ponad dwudziestoletnich, wyposażonych w głównej mierze w piece kaflowe i stare kotły centralnego ogrzewania.

Przyjmuje się, że w warunkach polskich budynek po kompleksowej termomodernizacji powinien osiągnąć standard cieplny wyrażony wskaźnikiem E_s na poziomie ok. $140 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$ [Robakiewicz 1998]. Porównanie wielkości przedstawionych wyników badań z tą wartością pozwala zorientować się o ciągle dużym potencjale oszczędności energii.



Rys. 3. Struktura budynków mieszkalnych na obszarach wiejskich województwa małopolskiego zależnie od wielkości wskaźnika E_s

Fig. 3. Structure of buildings in rural areas of Malopolska voivodship depends on the value E_s index



Rys. 4. Wielkość wskaźnika sezonowego zapotrzebowania na ciepło E_s zależnie od roku budowy lub termomodernizacji budynku

Fig. 4. Value of the index of seasonal heating demand E_s depends on the construction or the modernisation year of the building

Za pomocą programu STATISTICA [StatSoft 1995] został opracowany model, w postaci funkcji empirycznej wielomianu stopnia drugiego, odwzorowujący zapotrzebowanie na energię w funkcji roku budowy budynku. Model ma następującą postać:

$$E_s = 356,4 + 2,18 \cdot R_b - 0,124 \cdot R_b^2$$

współczynnik determinacji $R^2 = 0,65$

gdzie: E_s – wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na energię do celów grzewczych, kWh/m²·a,

$R_b = t - 1950$; $t = 1951, \dots, 2000$,

t – rok budowy lub termomodernizacji budynku mieszkalnego.

Aby móc oszacować wielkość przyszłych potrzeb energetycznych, niezbędne jest zebranie informacji na temat planów związanych z termomodernizacją budynków i ewentualną zmianą systemu ogrzewania, a co za tym idzie rodzaju stosowanego paliwa. Przeprowadzone badania ankietowe pozwoliły określić plany modernizacyjne. W najbliższych latach termomodernizację budynku planuje wykonać 62%, a zmodernizować system ogrzewania zamierza jedna czwarta właścicieli budynków. Spośród planujących modernizację systemu ogrzewania 59% zamierza zastąpić kotły węglowe kotłami gazowymi, zaś 17% planuje zakup nowych kotłów węglowych, przystosowanych do spalania miału węglowego, które charakteryzują się wysoką sprawnością. Widoczne jest również zainteresowanie drewnem i słomą jako paliwami alternatywnymi dla węgla, gdyż ok. 20% właścicieli budynków chciałoby kupić kotły do spalania biomasy.

WNIOSKI

1. Na terenach wiejskich województwa małopolskiego średni wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło E_s kształtuje się na poziomie 310 kWh/m^2 , przy czym w ok. połowie budynków roczne zużycie energii na ich ogrzewanie zawiera się w przedziale $250\text{--}350 \text{ kWh/m}^2$.

2. W budynkach dominują indywidualne źródła ciepła. W starszych budynkach są to przeważnie paleniska na paliwa stałe (11%), w nowych budynkach powszechnie stosowane są kotły centralnego ogrzewania opalane paliwami stałymi (72%), a także gazem (12%).

3. W najbliższych latach zwiększy się udział gazu przewodowego w bilansie paliw wykorzystywanych do ogrzewania budynków, co należy brać pod uwagę przy planowaniu rozwoju sieci gazowej na obszarach wiejskich. Zwiększy się również wykorzystanie drewna opałowego, a także słomy jako paliwa alternatywnego dla węgla.

4. Wyznaczony w pracy model wskaźnika zapotrzebowania na energię do celów grzewczych nadaje się do praktycznego wykorzystania przy planowaniu zapotrzebowania na ciepło w przypadku, gdy samorządy terytorialne nie dysponują bardziej szczegółowymi opracowaniami, ponieważ dane dotyczące liczby i roku budowy budynków mieszkalnych zamieszczane są zazwyczaj w zestawieniach statystycznych gmin.

PIŚMIENNICTWO

- Augusiak A., Bućko P., 2000. Audyt energetyczny w procesie planowania zaopatrzenia w energię w mieście i gminie. Mat. Konf. „Planowanie energetyczne w mieście i gminie w aspekcie zrównoważonego rozwoju”, Poznań.
- Cherubin W., 1997. Rola gmin i planowanie zaopatrzenia w ciepło w świetle ustawy Prawo Energetyczne. Mat. Konf. „Racjonalizacja użytkowania energii i środowiska”, t. 2, Ośrodek doskonalenia kadr kierowniczych RS NOT, Gdańsk, 15–17 października.
- Robakiewicz A., 1998. Jak zmniejszyć koszt ogrzewania budynków. Biblioteka Fundacji Poszanowania Energii. Warszawa.

Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz.U. z 1997 r. nr 54) wraz z późniejszymi zmianami.

Ustawa z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie terytorialnym (Tekst jednolity: Dz.U. z 1996 r. nr 13, poz. 74, zmiany: Dz.U. z 1996 r. nr 58, poz. 261, nr 106, poz. 596, nr 132, poz. 662; z 1997 r. nr 9, poz. 43).

TECHNICAL AND ECONOMIC STUDY WITH PREDICTION OF ENERGY CONSUMPTION FOR HEATING OF RESIDENTIAL BUILDINGS IN RURAL AREAS

Abstract. The analysis of fuel and energy consumption for heating of residential buildings were presented in this paper. Especially indexes of seasonal heating demand in the investigated objects and their correlations with the year of construction or thermomodernisation were calculated out. On the ground of this analysis the model of specific heat consumption was worked out, in the useful shape for the local government to elaborate project of assumption for heat. The analysis of the structure of heat sources considering the sort of fuel and the age of heating installations, as well as the plans of building owners concerning building thermomodernizations and heating system modernizations were presented.

Key words: energetical planing, heating of residential buildings

Małgorzata Trojanowska, Tomasz Szul, Zakład Energetyki Rolniczej, Akademia Rolnicza w Krakowie, ul. Balicka 104, 30-149 Kraków