

Adam UJMA
Politechnika Częstochowska

WPŁYW LOKALIZACJI BUDYNKU MIESZKALNEGO NA JEGO PARAMETRY ENERGETYCZNE

Warunki klimatyczne w istotny sposób wpływają na zapotrzebowanie na energię, na potrzeby ogrzewania. W artykule przeanalizowano wpływ lokalizacji budynku mieszkalnego na terenie Polski, na jego wskaźniki energetyczne. W szczególności oceniono zapotrzebowanie na moc grzewczą, na energię końcową i energię pierwotną paliw nieodnawialnych. Na podstawie uzyskanych wyników obliczeń określono również wartości współczynnika ostrości klimatu i porównano z zalecanymi do opracowywania audytu efektywności energetycznej.

Słowa kluczowe: charakterystyka energetyczna budynku, właściwości cieplne budynku, współczynnik ostrości klimatu w audycie efektywności energetycznej, współczynnik ostrości klimatu, audyt efektywności energetycznej

WPROWADZENIE

W artykule podjęto próbę oceny, na ile lokalizacja wybranego budynku mieszkalnego na terenie kraju ma wpływ na jego wskaźniki zapotrzebowania na energię. Ponieważ od warunków klimatycznych panujących w danym regionie zależy wartość wskaźników opisujących zapotrzebowanie na energię i wyrażających jakość energetyczną budynku ogrzewanego lub chłodzonego, stąd problem ten jest bardzo aktualny. W pracy zaprezentowano wpływ lokalizacji budynku w różnych regionach Polski na jego charakterystykę energetyczną.

1. OPIS ANALIZOWANEGO BUDYNKU

Przedmiotem dociekań jest jednorodzinny budynek mieszkalny, przeznaczony dla czteroosobowej rodziny. Obiekt jest parterowy, niepodpiwniczony, wolno stojący. Bryła budynku nawiązuje do tradycyjnej architektury i jest dostosowana do krajobrazu otwartego. Formę zewnętrzną można adaptować do otaczającej zabudowy na terenie całego kraju.

Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku to 91,2 m². Konstrukcja przegród zewnętrznych charakteryzuje się następującymi wartościami współczynni-

ka przenikania ciepła - ściany zewnętrzne o $U = 0,29 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, strop nad parterem o $U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, podłoga na gruncie o $U = 0,60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

2. PODSTAWOWE ZAŁOŻENIA ANALIZY ENERGETYCZNEJ BUDYNKU

Do obliczeń energetycznych wykorzystano dane meteorologiczne dostępne na stronie Ministerstwa Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej [1]. Spośród 61 stacji meteorologicznych, wybrano dane klimatyczne 41 stacji, które posiadają pełne ciągi danych dla 30 lat. Dla pozostałych 19 stacji meteorologicznych długości ciągów danych źródłowych wynoszą od 11 do 29 lat, w dodatku nie zawsze są to lata następujące bezpośrednio po sobie. Lokalizację stacji meteorologicznych wybranych do obliczeń przedstawiono na rysunku 1. Ze względu na brak danych meteorologicznych z okolic obszaru dawnego województwa zamojskiego wyjątkowo uwzględniono w obliczeniach Zamość, który posiada dane meteorologiczne ze średniej z 29 lat zbieżnych czasowo z latami pozostałych analizowanych stacji.

W obliczeniach pominięto dane ze stacji meteorologicznych w regionach górskich na Śnieżce i Kasprowym Wierchu.



Rys. 1. Lokalizacja stacji meteorologicznych, dla których wykonano obliczenia energetyczne budynku mieszkalnego [2]

Do obliczeń przyjęto całkowity brak osłonięcia budynku, a orientację ściany frontowej określono jako północną. Wybór orientacji ściany frontowej na północ dał możliwość uzyskania maksymalnych dla tego budynku zysków od promieniowania słonecznego. Na potrzeby pracy wprowadzono również dodatkowy wskaźnik q_s , oznaczający roczne zyski energii od słońca, przypadające na 1 m^2 powierzchni ogrzewanej budynku, wyrażony w $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{rok})$.

3. OCENA ZMIANY WSKAŹNIKA ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ W ZALEŻNOŚCI OD LOKALIZACJI BUDYNKU

Analizując dane meteorologiczne, można zauważyć, że różnice pomiędzy średnimi miesięcznymi temperaturami powietrza i średnimi wartościami natężenia promieniowania słonecznego dla różnych stacji meteorologicznych są dość znaczne. Ponieważ celem analizy jest ustalenie, jak duży wpływ na zużycie energii ma lokalizacja budynku, przeprowadzono obliczenia dla wszystkich wybranych stacji meteorologicznych. Zestawienie zakresów uzyskanych wyników przeprowadzonych obliczeń w postaci średnich oraz skrajnych wartości wskaźników energetycznych dla wszystkich wybranych miejscowości przedstawione zostało w tabeli 1.

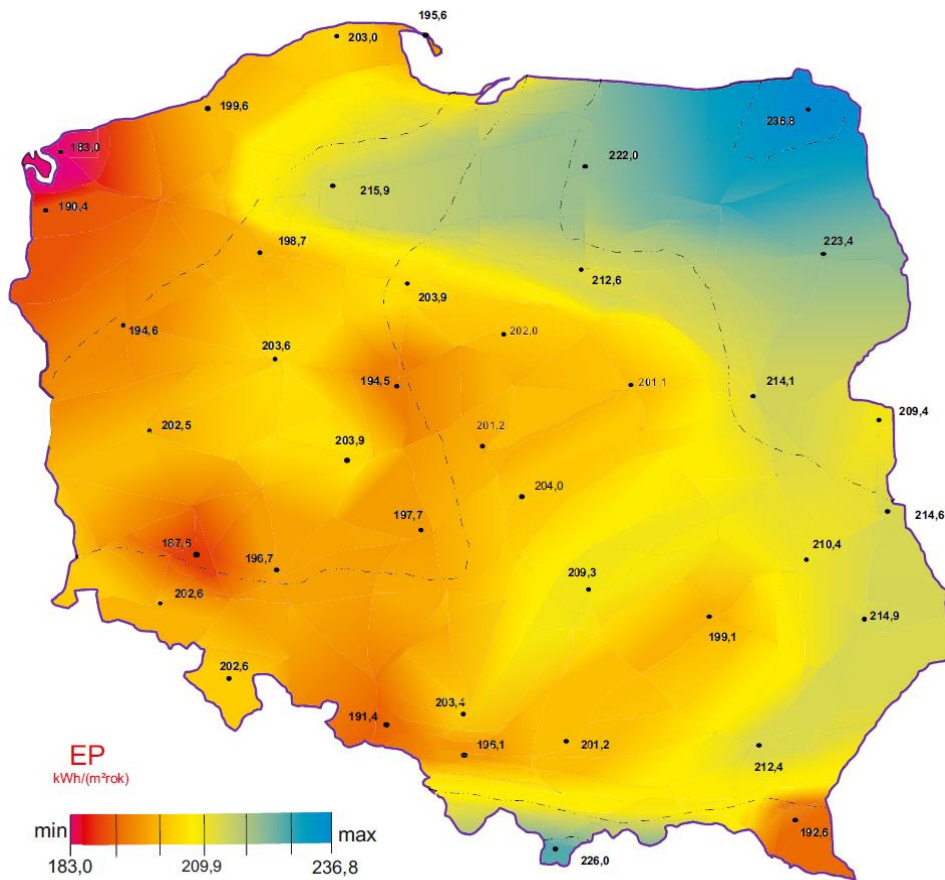
Tabela 1. Średnie i skrajne wartości wskaźników energetycznych analizowanego budynku uzyskane na terenie Polski

Wskaźniki energetyczne	Wartość max	Wartość min	Wartość średnia
	kWh/(m ² rok)		
EP	236,8	183,0	204,4
EK	208,1	160,4	179,3
q_H	178,5	131,0	149,9
q_V	202,5	159,8	178,5
q_s	22,1	13,7	18,3
q_G	32,4	24,0	28,6

Dla lepszego zobrazowania różnic wartości wskaźników energetycznych stworzono wykres powierzchniowy (rys. 2) obrazujący zmianę wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię pierwotną EP w zależności od lokalizacji na terenie Polski.

Widoczny na rysunku 2 podział na strefy klimatyczne, zgodny z normą PN-EN 12831, pozwala zaobserwować różnice wskaźników energetycznych dla różnych miejscowości w danych strefach klimatycznych.

Z rezultatów obliczeń wynika, że największym zapotrzebowaniem na energię będzie charakteryzował się budynek zlokalizowany w Suwałkach - 236,8 kWh/(m²rok). Dla tej lokalizacji uzyskano najwyższy w Polsce wskaźnik strat energii ($q_v = 202,5$ kWh/(m²rok)). Wynika on z faktu niskich średnich temperatur miesięcznych powietrza zewnętrznego w okresie grzewczym, a jednocześnie niskiej wartości zysków energii promieniowania słonecznego ($q_s = 13,7$ kWh/(m²rok)) oraz użytecznych zysków ciepła ($q_G = 24,0$ kWh/(m²rok)) w tym okresie.



Rys. 2. Wartość wskaźnika zapotrzebowania na energię pierwotną EP dla różnych lokalizacji na terenie Polski [2]

Najniższą wartość wskaźnika zapotrzebowania na energię uzyskano z kolei dla Świnoujścia. Wskaźnik dla budynku tam zlokalizowanego to tylko 183 kWh/(m²rok), podczas gdy średni poziom wskaźnika EP dla wszystkich lokalizacji

przyjętych do obliczeń, zgodnie z tabelą 1, to 204,4 kWh/(m²rok). Dla tej samej lokalizacji uzyskano także najniższą wartość wskaźnika strat energii od przenikania i wentylacji, wynoszącą zaledwie 159,8 kWh/(m²rok).

W tabeli 2 podano średnie wartości wskaźników energetycznych dla miejscowości zlokalizowanych w danych strefach klimatycznych. Zaobserwować można duże różnice pomiędzy wysokościami wskaźnika zapotrzebowania na energię pomiędzy poszczególnymi miejscowościami zlokalizowanymi w tych samych strefach klimatycznych.

W 2012 roku została opublikowana ustawa o efektywności energetycznej [3], wprowadzona w ramach wdrożenia postanowień dyrektywy europejskiej 2006/32/WE [4]. Do ustawy ukazało się Rozporządzenie Ministra Gospodarki w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii [5]. W załączniku 1 rozporządzenia [5] przedstawione zostały współczynniki ostrości klimatu k_1 wykorzystywane do określania i weryfikacji ilości energii zaoszczędzonej w wyniku realizacji przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej. W tabeli 3 porównano zamieszczone w rozporządzeniu [5] współczynniki ostrości klimatu k_1 z analogicznymi współczynnikami k_1' , otrzymanymi w wyniku obliczeń na podstawie danych uzyskanych z wcześniejszych obliczeń wskaźników EP dla różnych lokalizacji budynku na terenie Polski. W tabeli 3 przedstawiono średnie wartości wskaźnika EP uzyskane na podstawie przeliczenia otrzymanych wartości wskaźników EP dla miast leżących na obszarze danego województwa. Współczynniki k_1' uzyskano w wyniku podzielenia średnich wskaźników EP dla danego województwa przez wartość referencyjną, którą przyjęto dla województwa łódzkiego, na poziomie 201,374 kWh/(m²rok). Wyniki tych obliczeń przedstawiono w kolumnie czwartej tabeli 3, a następnie porównano je w kolumnie piątej. Oceniając procentową zgodność obu współczynników (k_1 , k_1'), należy uznać, że otrzymane w wyniku obliczeń wartości wskaźników k_1' dla różnych lokalizacji są zbliżone do odpowiednich współczynników ostrości klimatu k_1 z rozporządzenia [5]. Wyjątek stanowią współczynniki k_1' dla województwa małopolskiego i zachodniopomorskiego, dla których różnica jest większa i sięga odpowiednio 8,6 i 4,8%. Spowodowane jest to dosyć dużym zakresem wartości wskaźnika EP dla różnych miejscowości w tych województwach (przykładowo dla Krakowa EP = 201,2 kWh/(m²rok), dla Zakopanego EP = 226,0 kWh/(m²rok), natomiast dla Świnoujścia EP = 183 kWh/(m²rok), a z kolei dla Koszalina EP = 199,6 kWh/(m²rok)).

Tabela 2. Średnie wartości wskaźników energetycznych analizowanego budynku uzyskane dla lokalizacji w danej strefie klimatycznej

Wskaźniki energetyczne		Strefy klimatyczne Polski				
		I	II	III	IV	V
EP	kWh/(m ² rok)	194,3	199,6	204,6	212,3	231,4

EK		170,4	175,1	179,5	186,4	203,3
q _H		141,0	145,7	150,1	156,9	173,8
q _v		168,0	174,2	179,5	185,0	201,9
q _s		16,7	18,2	19,1	17,8	17,8
q _G		27,0	28,5	29,4	28,1	28,1

Tabela 3. Porównanie uzyskanych wyników obliczeń ze współczynnikami ostrości klimatu

Województwo	EP _{sr} województwa	Współczynnik ostrości klimatu k ₁ , wg [5]	Obliczony współczynnik ostrości klimatu k ₁ '	k ₁ /k ₁ '
	[kWh/(m ² rok)]	–	–	–
łódzkie	201,4	0,998	0,998	1,000
mazowieckie	207,4	1,012	1,030	0,982
podlaskie	230,1	1,124	1,143	0,984
warmińsko-mazurskie	223,4	1,125	1,109	1,014
pomorskie	204,8	1,011	1,017	0,994
zachodniopomorskie	191,0	0,994	0,948	1,048
lubuskie	198,5	0,962	0,986	0,976
wielkopolskie	199,0	0,985	0,988	0,997
kujawsko-pomorskie	197,4	1,006	1,013	0,994
dolnośląskie	212,3	0,975	0,980	0,995
lubelskie	191,4	1,040	1,054	0,986
opolskie	191,4	0,948	0,951	0,997
śląskie	199,8	0,976	0,992	0,984
świętokrzyskie	204,2	1,022	1,014	1,008
małopolskie	213,6	0,970	1,061	0,914
podkarpackie	202,5	0,997	1,005	0,992

PODSUMOWANIE

W artykule na podstawie uzyskanych wyników obliczeń sformułowano następujące wnioski:

- 1) Warunki klimatu zewnętrznego mają decydujący wpływ na zapotrzebowanie na energię na potrzeby ogrzewania. Rezultatem analizy jest stworzenie wykresu

- powierzchniowego obrazującego zmienność wartości wskaźnika EP dla różnych lokalizacji analizowanego budynku mieszkalnego na obszarze kraju.
- 2) Największą wartość wskaźnika zysków energii promieniowania słonecznego uzyskano dla lokalizacji budynku we Wrocławiu - 22,1 kWh/(m²rok), najmniejszą wartość zysków energii od promieniowania słonecznego otrzymano dla lokalizacji budynku w Suwałkach - 13,7 kWh/(m²rok).
 - 3) Największą wartość wskaźnika strat ciepła przez przenikanie i wentylację uzyskano dla budynku zlokalizowanego w Suwałkach - 202,5 kWh/(m²rok), a najniższą wartość wskaźnika strat energii ciepła uzyskano w Świnoujściu - 159,8 kWh/(m²rok). Potwierdza to duże zróżnicowanie wskaźników energetycznych w zależności od lokalizacji budynku na terenie Polski.
 - 4) Wykres powierzchniowy zmiany wskaźników energetycznych budynków typowych, oferowanych np. w typowych katalogach projektów budynków, może być bardzo przydatny dla potencjalnych nabywców danego rozwiązania projektowego przewidywanego do realizacji w danej lokalizacji, zawierającego orientacyjną informację o jego wskaźnikach energetycznych.
 - 5) Uzyskano dobrą zbieżność współczynników ostrości klimatu ze współczynnikami podanymi w Rozporządzeniu dotyczącym audytu efektywności energetycznej, z wyjątkiem danych dla województw zachodniopomorskiego i małopolskiego.

LITERATURA

- [1] Ministerstwo Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, Typowe lata meteorologiczne i statystyczne dane klimatyczne dla obszaru Polski do obliczeń energetycznych budynków, www.transport.gov.pl
- [2] Działa P., Ocena wpływu lokalizacji wybranego budynku mieszkalnego na wskaźnik zapotrzebowania na energię, Praca magisterska, Politechnika Częstochowska, 2012.
- [3] Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011 r. o efektywności energetycznej (DzU 2012, poz. 962) Wienerberger, Ceramika budowlana, www.wienerberger.pl
- [4] Dyrektywa 2006/32/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 5 kwietnia 2006 r. w sprawie efektywności końcowego wykorzystania energii i usług energetycznych oraz uchylająca Dyrektywę Rady 93/76/EWG.
- [5] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.

THE IMPACT OF THE LOCATION OF THE RESIDENTIAL BUILDING ON ITS ENERGY PARAMETERS

The climatic conditions have a significant impact on the energy demand for the purpose of heating. In the following paper the location impact of the residential building in Poland and its energy indicators have been analyzed. Particularly the demand for heating power, the final energy and non-renewable primary energy

fuels have been estimated. On the base of the results of calculations the harsh climate values have been determined and they have also been compared with the recommended for development the audit of energy efficiency.

Keywords: energy performance of building , thermal characteristics of the building, factor of the climate severity in energy efficiency audit, audit of the energy efficiency