

WALIDACJA OBOWIĄZUJĄCEJ METODY SZACOWANIA ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ BUDYNKÓW ZGODNIE Z PROCEDURĄ BESTEST

Aleksander PANEK*, Joanna RUCIŃSKA**

*Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Środowiska, Zakład Klimatyzacji i Ogrzewnictwa
ul. Nowowiejska 20, 00-653 Warszawa*

*e-mail: aleksander.panek@is.pw.edu.pl

**e-mail: joanna.rucinska@is.pw.edu.pl

Słowa kluczowe: W artykule porównano wyniki obliczeń energetycznych kilku wybranych metod i różnych typów budynków w celu sformułowania wniosków umożliwiających korektę istniejących procedur obliczeniowych. Na zakończenie testowane metody zostały poddane procedurze walidacji zgodnie z ASHRAE 140.

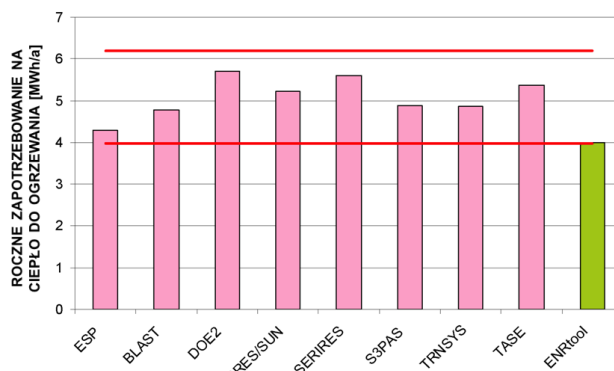
Słowa kluczowe: Walidacja, programy symulacyjne, programy bilansowe, świadectwa energetyczne.

1. OPIS PROBLEMU

W artykule przedstawiono porównanie obliczeń zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia budynku mieszkalnego i użyteczności publicznej wykonanych zgodnie z obowiązującą metodyką szacowania zużycia energii wykorzystywaną do opracowania świadectw energetycznych, metodą bilansową i metodą godzinową opisanymi w normie PN EN ISO 13790 [1,2]. Ponadto wszystkie wymienione metody obliczeń zostały poddane porównaniu zgodnie z procedurą Bestest opisaną w normie ASHRAE 140 [3], przy zastosowaniu polskich danych klimatycznych. Prezentowane wyniki są rezultatami prac wykonywanych w ramach projektu PL0077 STEP i były podstawą opracowania procedury walidacji oferowanego przez producentów w Polsce oprogramowania.

2. OBLICZENIA TESTOWE

Procedura zapisana w ANSI/ASHRAE STANDARD 140 [3] ściśle określa zasady stosowane do wszystkich weryfikowanych modeli.

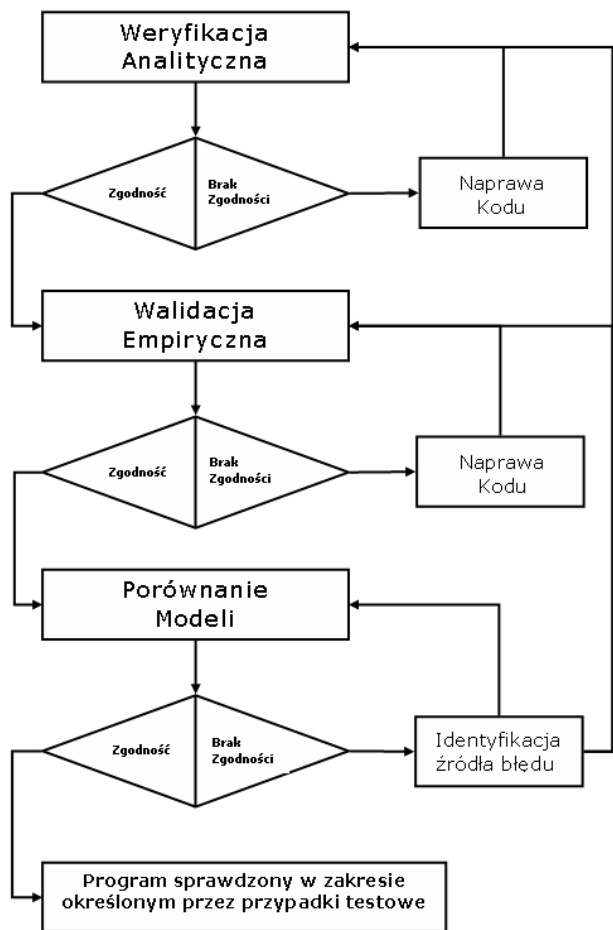


Rys. 1. Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania modelu 600.

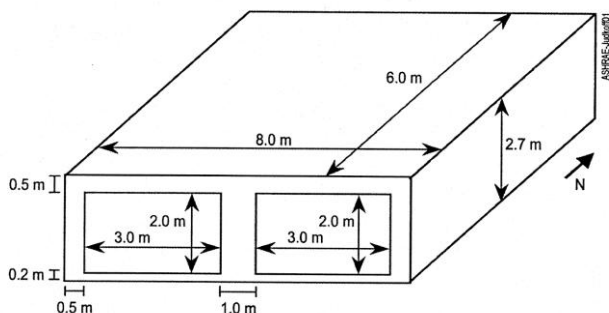
Fig. 1. Annual energy use for heating of 600 model.

Sprawdzenie poprawności otrzymanych wyników następuje poprzez ich porównanie do wyników referencyjnych dołączonych do ANSI/ASHRAE STANDARD 140.

Na wykresie 1 i rysunku 2 przedstawiono procedurę oraz przykładowe wyniki walidacji.



Rys. 2. Metoda walidacji
Fig. 2. Validation method



Rys. 3. Izometryczny widok modelu budynku, test podstawowy 600 i 900
Fig. 3. Isometrical building model view test 600 and 900

W celu weryfikacji procedury wykonano testy nr 600 i 900. Model 600 stanowi jednopiętrowy budynek (Rys. 3) o małej pojemności cieplnej przegród budowlanych. Powierzchnia budynku to 48m². Od strony południowej znajdują się dwa okna każde o powierzchni 6m². Współczynniki przenikania ciepła przegród wynoszą: ściany zewnętrzne 0,51 W/(m²K), podłoga

0,039 W/(m²K), dach 0,32 W/(m²K), okna 3 W/(m²K). Modele matematyczne stosowane w programach do obliczeń procesów zachodzących w budynkach do opisu wymiany ciepła z gruntem nie odzwierciedlają w sposób wystarczający rzeczywistych procesów fizycznych, aby ograniczyć wpływ niedoskonałości algorytmów na wyniki przyjęto bardzo duży opór cieplny warstw podłogi. W budynku testowym założono, że istniejące w nim systemy utrzymują temperaturę na zadanym poziomie w okresie zimy i lata. Przyjęto, że sprawność tych systemów wynosi 100%, nie występują straty przepływu, nie ma też ograniczeń, co do ich mocy.

Dane pogodowe do obliczeń reprezentują warunki, jakie występują na wysokości 1609 m n.p.m. gdzie gęstość powietrza stanowi w przybliżeniu 80% gęstości n.p.m. Jeżeli testowany program nie używa ciśnienia barometrycznego z pliku pogodowego lub w inny sposób nie koryguje gęstości powietrza w zależności od wysokości n.p.m., wtedy należy ustawić określoną liczbę wymian powietrza w taki sposób aby uzyskać strumień masowy równoważny temu jaki wystąpiłby na wysokości 1609 m n.p.m. Ilość wymian powietrza przyjęto na poziomie 0.5 l/h cały rok. Wartość wewnętrznych zysków ciepła przyjęto na poziomie 200W i są one wydzielane w sposób ciągły przez cały rok. Występują one w 60% na drodze promieniowania i w 40% na drodze konwekcji. Są to wyłącznie zyski jawne z takich źródeł jak urządzenia, oświetlenie, ludzie, zwierzęta itp. i nie są związane z pracą urządzeń grzewczych, chłodniczych czy wentylacyjnych.

Ogrzewanie włączone jest, gdy temperatura wewnętrzna spadnie poniżej 20°C. Chłodzenie działa, jeżeli temperatura wewnętrzna wzrośnie powyżej 27°C. W innych wypadkach ogrzewanie i chłodzenie pozostaje wyłączone.

Test 900 jest taki sam jak test 600 z wyjątkiem charakterystyki przegród budowlanych, które mają większą pojemność cieplną. Przykładowe wyniki przeprowadzonego testu 600 zawarto w tabeli 1.

Tabela. 1. Wyniki test 600
Table. 1. Results of test 600

	Zapotrzebowanie na energię do ogrzewania test 600	Zapotrzebowanie na energię do chłodzenia test 600
Bestest		
Trnsys	4872	6492
Trnsys 16	4925	6220
Metoda godzinowa	4788	7158
Metoda miesięczna	4541	7332
Metodyka świadectw	4467	7332

3. WYNIKI OBLICZEŃ

Oba analizowane budynki zlokalizowane są w województwie mazowieckim. Dane techniczne budynków przedstawiono w tabeli 2. Wyznaczone wartości współczynników przenikania ciepła przegród budowlanych budynku użyteczności publicznej są następujące: ściany zewnętrzne $0,46 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, dach $0,26 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, okna $1,68 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, strop nad garażem $0,52 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ oraz drzwi zewnętrzne $2,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. W obliczeniach uwzględniono także istniejące mostki termiczne m.in. na styku okien i ścian zewnętrznych oraz wzdłuż połączenia ścian zewnętrznych z dachem.

Tabela. 2. Dane techniczne budynków
Table. 2. Characteristic of buildings

	Budynek użyteczności publicznej	Budynek mieszkalny
Kubatura V_e [m^3]	30052,6	5316,9
Powierzchnia przegród wewnętrznych A_e [m^2]	10090,4	2381,8
Współczynnik kształtu A_e/V_e [m^{-1}]	0,34	0,45
Powierzchnia użytkowa A_f [m^2]	8560,7	1318,0
Liczba użytkowników [pracowników], [mieszkańców]	404	92

Założona temperatura wewnętrzna w godzinach pracy budynku w sezonie ogrzewczym to 20°C natomiast w chłodniczym 26°C . System ogrzewania z regulacją centralną i miejscową przy pomocy klimakonwektorów zasilany z kotła gazowego. Zastosowano system wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła o sprawności 70%. System chłodzenia zasilany z wytwornic wody lodowej, czynnik chłodniczy woda lodowa o parametrach $6/12^\circ\text{C}$, chłodzenie realizowane jest za pośrednictwem systemu klimakonwektorów. System przygotowania ciepłej wody użytkowej zasilany z kotła gazowego z instalacją cyrkulacyjną.

W budynku mieszkalnym współczynniki przenikania ciepła wynoszą: ściany zewnętrzne $0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, dach $0,22 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, okna $1,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, drzwi zewnętrzne $2,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, oraz strop nad nieogrzewaną piwnicą $1,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

System ogrzewania oraz ciepłej wody użytkowej z cyrkulacją zasilany z węzła ciepłowniczego. Instalacja wodna, pompowa, dwururowa z rozdziałem dolnym, zamknięta. Zastosowano system wentylacji naturalnej.

Wyniki obliczeń zapotrzebowania energii do ogrzewania zamieszczono w tabeli 3 natomiast zapotrzebowania energii do chłodzenia w tabeli 4.

Tabela. 3. Zapotrzebowanie energii do ogrzewania
Table. 3. Energy demand for heating

	Budynek użyteczności publicznej	Budynek mieszkalny
Zapotrzebowanie energii do ogrzewania wg [4] [kWh]	453 603,9	183 960,5
Zapotrzebowanie energii do ogrzewania metoda miesięczna wg [1] [kWh]	380 450,0	177 630,8
Zapotrzebowanie energii do ogrzewania metoda godzinowa [1] [kWh]	399 623,4	181 828,2

Tabela. 4. Zapotrzebowanie energii do chłodzenia
Table. 4. Energy demand for cooling

	Budynek użyteczności publicznej
Zapotrzebowanie energii do chłodzenia wg [4] [kWh]	89 569,9
Zapotrzebowanie energii do chłodzenia metoda miesięczna [1] [kWh]	248 059,2
Zapotrzebowanie energii do chłodzenia metoda godzinowa [1] [kWh]	235 528,5

4. WNIOSKI

Dotychczas stosowane metody obliczeniowe charakteryzują się dużą wrażliwością względem przyjętych założeń i parametrów. Natomiast procedura Bestest w znacznej mierze tych niedogodności jest pozbawiona. Jednakże rozstrzygnięcie przydatności wybranej metody, określenie jej dokładności wymaga dalszych szczegółowych badań symulacyjnych. Procedura obliczeniowa służąca do wyznaczania charakterystyki energetycznej budynków zapisana w [4] obarczona jest błędami.

VALIDATION OF CALCULATING METHOD OF ENERGY USE OF BUILDINGS ACCORDING WITH BESTEST PROCEDURE

Summary: The paper presents comparison of results from several methods calculating energy use for heating and cooling for different building types. Conclusions of analysis will be used to formulate improvements of official calculation procedure of assessing energy performance of buildings in Poland. At the end, considered methods will be validated by ASHRAE 140.

Literatura

- [1] Norma PN-EN 13790:2008 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia (oryg.)”
- [2] dr inż. Piotr Narowski, Opis algorytmu obliczeniowego, Forum Wentylacja 2008
- [3] ANSI/ASHRAE STANDARD 140 Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs
- [4] 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 świadectw ich charakterystyki energetycznej



Ten artykuł został przygotowany w ramach projektu STEP PL0077 realizowanego dzięki wsparciu udzielonemu przez Islandię, Liechtenstein i Norwegię poprzez dofinansowanie ze środków Mechanizmu Finansowego Europejskiego Obszaru Gospodarczego oraz Norweskiego Mechanizmu Finansowego

The article was written within project PL 0077 STEP financed due to the support grant from Iceland, Liechtenstein and Norway through the EEA Financial Mechanism and the Norwegian Financial Mechanism