

dr inż. Piotr Narowski¹⁾

Metody wyznaczania zapotrzebowania na energię budynku zgodnie z normą PN-EN ISO 52016-1

Methods of determination of demand for the energy of building in accordance with PN-EN ISO 52016-1

DOI: 10.15199/33.2019.01.01

Streszczenie. Wycofana norma PN-EN ISO 13790 została zastąpiona normą PN-EN ISO 52016, która określa wiele metod obliczeniowych zapotrzebowania na energię budynków do ich ogrzewania, chłodzenia, nawilżania i odwilżania powietrza wewnętrznego, obliczania bilansu energii i wyznaczania temperatury wewnętrznej w budynkach oraz wyznaczania zapotrzebowania na moc ogrzewania i chłodzenia. W artykule opisano metody obliczeniowe zawarte w tej normie oraz omówiono związki pomiędzy tą normą i normą PN-EN ISO 52017 oraz innymi powołanymi normami. W artykule przedstawiono również różnice metod obliczeniowych wycofanej normy PN-EN ISO 13790 i normy omawianej w artykule.

Słowa kluczowe: właściwości energetyczne budynków; przepisy EPB; zapotrzebowanie na energię ogrzewania i chłodzenia budynków; bilans ciepły; temperatura w pomieszczeniu; moc ogrzewania i chłodzenia.

Abstract. The withdrawn PN-EN ISO 13790 standard has been replaced by the PN-EN ISO 52016 standard, which contains a number of calculation methods for energy demand of buildings for heating, cooling, humidifying and dehumidifying indoor air, calculating the energy balance and determining the indoor temperature in buildings and determining the heating and cooling loads. The article describes the calculation methods contained in this standard and discusses the relationship between this standard and the PN-EN ISO 52017 standard and other referenced standards. The article also presents the differences in the calculation methods of the withdrawn PN-EN ISO 13790 standard and the standard discussed in this work.

Keywords: energy performance of buildings; EPB regulations; heating need; cooling need; thermal balance; indoor temperature; heating load; cooling load.

Norma PN-EN ISO 52016-1 [4] przyjęta do zbioru polskich norm we wrześniu 2017 r. metodą uznaniową (wersja angielska) zawiera spójny zestaw metod obliczeniowych zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia budynku (ciepło jawne), energię nawilżania lub osuszania powietrza wentylującego budynek (ciepło utajone) oraz wyznaczania wartości temperatury wewnętrznej w budynku. Metody te uwzględniają wpływ systemów technicznych budynku i jego instalacji wewnętrznych oraz systemów sterowania i automatyki na zapotrzebowanie na energię i umożliwiają wyznaczanie tych parametrów z różną dokładnością w przyjętym okresie miesiąca lub godziny.

Za pomocą przedstawionych metod obliczeniowych możliwe jest wyznaczanie zapotrzebowania na jawną i utajoną moc cieplną lub chłodniczą do celów projektowych oraz obliczanie rocznego zapotrzebowania na energię w postaci ciepła jawnego i utajonego do ogrzewania i chłodzenia budynku. W artykule przybliżono ogólne założenia metod obliczeniowych oraz przedstawiono związek opisywanej normy z PN-EN ISO 13790 wycofaną ze zbioru polskich norm.

Główne założenia normy

Zgodnie z mandatem M/480 [1] Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego (CEN), od 2011 r. podjęto prace związane z nowelizacją i opracowaniem nowych norm obejmujących

¹⁾ Politechnika Warszawska; Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska; piotr.narowski@pw.edu.pl

wyznaczanie zapotrzebowania na energię w postaci ciepła jawnego i utajonego w budynkach na potrzeby ich ogrzewania i chłodzenia. Zgodnie z tym mandatem opracowano pakiet norm dotyczących charakterystyki energetycznej budynków, mający na celu harmonizację metody określania charakterystyk energetycznych budynków w krajach członkowskich Unii Europejskiej. Zbiór norm EPB został podzielony na cztery główne obszary:

- M1 – normy nadrzędne;
- M2 – budynek;
- M3 – M11 – systemy i techniczne wyposażenie budynku (wpływające na charakterystykę energetyczną budynku), w tym M3 – ogrzewanie, M4 – chłodzenie, M5 – wentylacja, M6 – nawilżanie, M7 – osuszanie, M8 – ciepła woda użytkowa, M9 – oświetlenie, M10 – automatyka i sterowanie systemami budynku, M11 – systemy odnawialnych źródeł energii;
- M12 – M13 – inne systemy lub urządzenia (niemające wpływu na charakterystykę energetyczną budynku).

W obszarze M2 wydzielono dziewięć podobszarów: 1 – zagadnienie ogólne; 2 – zapotrzebowanie budynku na energię; 3 – parametry wewnętrzne bez systemów; 4 – sposoby poprawy efektywności energetycznej; 5 – wymiana ciepła przez przenikanie; 6 – wymiana ciepła przez infiltrację i wentylację; 7 – wewnętrzne zyski ciepła; 8 – zyski ciepła promieniowania słonecznego; 9 – dynamika cieplna budynków (pojemność cieplna); 10 – charakterystyka energetyczna budynku – pomiary; 11 – kontrola, weryfikacja, natomiast w obszarach

M3 – M11 wydzielono: 1 – zagadnienie ogólne; 2 – zapotrzebowanie na energię; 3 – maksymalne obciążenie i moc; 4 – sposoby poprawy efektywności energetycznej; 5 – emisja i kontrola; 6 – dystrybucja i kontrola; 7 – przechowywanie i kontrola; 8 – wytwarzanie i kontrola; 9 – dystrybucja obciążeń cieplnych i warunki eksploatacyjne; 10 – charakterystyka energetyczna budynku – pomiary; 11 – kontrola, weryfikacja; 11 – BMS – systemy zarządzania budynkiem.

Pozycja normy PN-EN ISO 52016-1 w obrębie zestawu norm EPB określona została w PN-EN ISO 52000-1 [6]. Wymieniona norma obejmuje moduły: M2-2 (zapotrzebowanie budynku na energię), M2-3 (parametry wewnętrzne budynku), M2-6 (wymiana ciepła przez infiltrację i wentylację), M3-3 (zapotrzebowanie na moc ogrzewania), M4-3 (zapotrzebowanie na moc chłodzenia), M6-3 (zapotrzebowanie na moc nawilżania), M7-3 (zapotrzebowanie na moc osuszania). Norma PN-EN ISO 52016-1 zawiera metody obliczeniowe pozwalające wyznaczać:

- jawne zapotrzebowanie na energię do ogrzewania i chłodzenia na podstawie obliczeń godzinowych lub miesięcznych (zapotrzebowanie na energię budynku);
- utajone zapotrzebowanie na energię do osuszania i nawilżania na podstawie obliczeń godzinowych lub miesięcznych (zapotrzebowanie na energię budynku);
- wartości temperatury wewnętrznej za pomocą obliczeń godzinowych – wyznaczanie temperatury operacyjnej w budynku;
- jawne obciążenia cieplne ogrzewania i chłodzenia na podstawie obliczeń godzinowych (zapotrzebowanie na moc);
- obciążenie wilgocią i ciepłem utajonym dotyczącym nawilżania i osuszania na podstawie obliczeń godzinowych;
- projektowe jawne oraz utajone obciążenia ogrzewania i chłodzenia budynku z wykorzystaniem godzinowej metody obliczeń (projektowe zapotrzebowanie na moc);
- parametry powietrza dostarczanego do budynku w celu zapewnienia niezbędnego nawilżania i osuszania.

Norma PN-EN ISO 52016-1 odwołuje się do innych norm EPB, a przede wszystkim do:

- ISO 9050, Glass in building – Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors;
- ISO 10077-1, Thermal performance of windows, doors and shutters – Calculation of thermal transmittance – Part 1: General;
- ISO 10292, Glass in building – Calculation of steady-state U values (thermal transmittance) of multiple glazing;
- ISO 13789, Thermal performance of buildings – Transmission and ventilation heat transfer coefficients – Calculation method 1;
- ISO 15099, Thermal performance of windows, doors and shading devices – Detailed calculations;
- ISO 15927-2, Hygrothermal performance of buildings – Calculation and presentation of climatic data – Part 2: Hourly data for design cooling load;
- ISO 15927-4, Hygrothermal performance of buildings – Calculation and presentation of climatic

data – Part 4: Hourly data for assessing the annual energy use for heating and cooling;

■ ISO 15927-5, Hygrothermal performance of buildings – Calculation and presentation of climatic data – Part 5: Data for design heat load for space heating;

■ EN 52000-1, Energy performance of buildings – Overarching EPB assessment – Part 1: General framework and procedures 1);

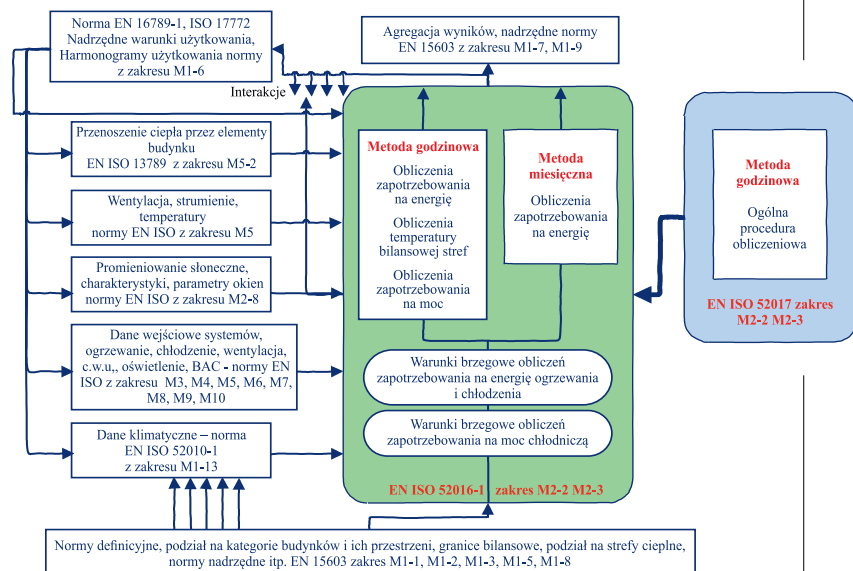
■ EN 410, Glass in building – Determination of luminous and solar characteristics of glazing;

■ EN 673, Glass in building – Determination of thermal transmittance (U value) – Calculation method;

■ EN 12831, Heating systems and water based cooling systems in buildings – Method for calculation of the design heat load – Part 1: Space heating load.

PN-EN ISO 52016-1 preferuje obliczenia metodą godzinową. Jedynie na potrzeby wyznaczenia zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia budynku możliwe jest wykorzystanie metody miesięcznej. Należy mieć jednak na uwadze, że obliczenia te są mniej dokładne ze względu na wiele założeń upraszczających zjawiska cieplne zachodzące w ogrzewanym lub chłodzonym budynku oraz uśrednianie wielu wartości w okresie miesiąca. Obliczenia godzinowe opisane w normie wykorzystują ogólną procedurę obliczeniową metody godzinowej symulacji energetycznej budynku wykorzystującą metodę bilansu cieplnego budynku i powierzchni zewnętrznych oraz wewnętrznych jego wszystkich przegród, opisaną w PN-EN ISO 52017-1 [5]. Zależności pomiędzy PN-EN ISO 52016-1 [4] i normami przez nią powołanymi przedstawia rysunek 1.

Norma PN-EN ISO 52017-1 [5] jest szczególnie ważna, ponieważ przedstawia ogólne założenia, warunki brzegowe i równania do obliczania, w warunkach nieustalanej wymiany ciepła z krokiem godzinowym lub subgodzinowym, wartości temperatury wewnętrznej powietrza i operacyjnej oraz obciążenia cieplnego ogrzewania, chłodzenia, a także nawil-



Rys. 1. Ogólny schemat metody godzinowej i miesięcznej wg PN-EN ISO 52016-1 oraz norm powołanych

Fig. 1. The general diagram of the hourly and monthly method of PN-EN ISO 52016-1 and the referenced standards

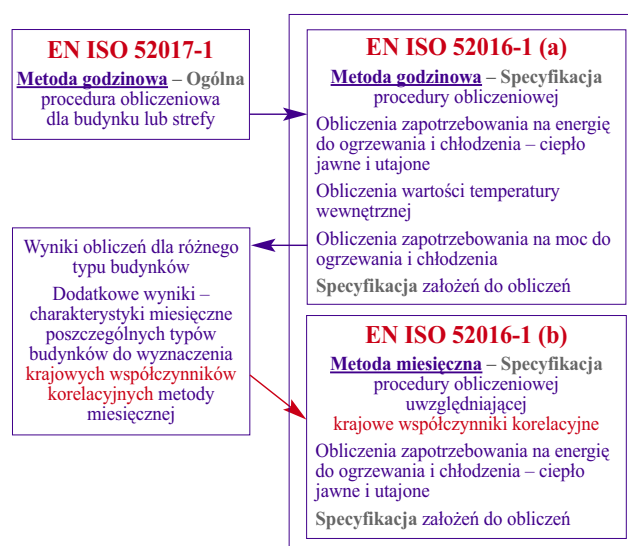
żania i osuszania w celu utrzymania określonych wartości zadanych temperatury i wilgotności w pojedynczej strefie cieplnej budynku. Norma ta nie narzuca żadnych określonych technik obliczeniowych. Szczegółowe procedury obliczania, bazujące na ogólnych procedurach podanych w PN-EN ISO 52017-1 [5], przedstawiono w PN-EN ISO 52016-1 [4]. Uproszczenia, założenia i warunki brzegowe podane w normie PN-EN ISO 52016-1 [4] są dopasowane do odpowiednich obszarów zastosowania, takich jak zapotrzebowanie na energię do ogrzewania i chłodzenia oraz do nawilżania i osuszania, godzinowa temperatura wewnętrzna, projektowe obciążenie ogrzewaniem i chłodzeniem oraz nawilżaniem i osuszaniem. Zakres stosowania PN-EN ISO 52017-1 [5] wskazuje na jej bardzo ścisły związek z normą PN-EN ISO 52016-1 [4]. Dodatkowo norma opisująca ogólne procedury obliczeniowe powołuje się na:

- ISO 13370, Thermal performance of buildings – Heat transfer via the ground – Calculation methods;
- ISO 52010-1, Energy performance of buildings – Overarching assessment procedures for external environment conditions – Part 1: Conversion of measured hourly weather data to input for energy calculations;
- ISO 52016-1, Energy performance of buildings – Calculations of the energy needs for heating and cooling, internal temperatures and heating and cooling load in a building or building zone – Part 1: Calculation procedures.

Obliczenia metodą godzinową i miesięczną

Metody godzinowa i miesięczna, przedstawione w normie PN-EN ISO 52016-1 [4], są ze sobą ściśle powiązane. Obie metody zawierają niemal te same założenia do obliczeń oraz dane wejściowe. Analogicznie jak w PN-EN ISO 13790, metoda godzinowa umożliwia wyznaczenie uśrednionych parametrów budynku i jego systemów, które są niezbędne w obliczeniach metodą miesięczną. Dzięki temu można przeprowadzić wiele analiz zapotrzebowania na energię w budynkach za pomocą metody godzinowej, a następnie na podstawie tych obliczeń wyznaczyć wiele wskaźników i korelacji, które mogą być wykorzystane w metodzie miesięcznej.

W wielu krajach członkowskich Unii Europejskiej podjęto działania mające na celu wyznaczanie parametrów **metody miesięcznej** na podstawie analiz energetycznych typowych lub raczej reprezentatywnych w przypadku danych rodzajów budownictwa, wykorzystując szczegółowe modele i metody godzinowe. W Polsce pomimo wielu lat implementacji normy PN-EN ISO 13790 nie podjęto tego typu działań. Omawiana PN-EN ISO 52016-1 [4] wprowadza bardziej szczegółowe modele obliczeniowe i umożliwia bardziej precyzyjne wyznaczenie wskaźników w przypadku metody miesięcznej, która umożliwia uproszczenie obliczeń zapotrzebowania na energię, tam gdzie jest to możliwe lub wymagane. Należy jednak pamiętać, że nie można bezpośrednio implementować metody miesięcznej bez wyznaczenia parametrów metody w przypadku danego typu obiektów w danym kraju, np. budownictwa mieszkaniowego wielorodzinnego, budynków szkolnych, użyteczności publicznej. Związek pomiędzy metodą godzinową i metodą miesięczną zobrazowano na rysunku 2.



Rys. 2. Związek pomiędzy metodą godzinową i metodą miesięczną opisaną w normie PN-EN ISO 52016-1

Fig. 2. Relationship between the hourly method and the monthly method described in the PN-EN ISO 52016-1 standard

Metoda godzinowa opisana w normie PN-EN ISO 52016-1 [4] bazuje na bilansach cieplnych powierzchni zewnętrznych i wewnętrznych przegród budowlanych oraz masach powietrza w strefach cieplnych analizowanego budynku w stanach nieustalanej wymiany ciepła. Metoda ta w pełni uwzględnia dynamikę cieplną przegród nieprzezroczystych budynku oraz zmienność w czasie wewnętrznych zysków ciepła i zysków ciepła promieniowania słonecznego oraz długofalowego promieniowania cieplnego. Metoda godzinowa implementuje ogólne zasady budowania modelu nieustalanej wymiany ciepła i bilansu cieplnego budynku przedstawione w normie PN-EN ISO 52017-1 [5]. Opisywana metoda godzinowa jest o wiele bardziej zaawansowana obliczeniowo od uproszczonego modelu godzinowego 5R1C implementowanego w wycofanej normie PN-EN ISO 13790. Model ten, choć uwzględniał pojemność cieplną budynku, był bardzo uproszczony ze względu na wykorzystanie sześciu skupionych parametrów cieplnych budynku lub jego strefy cieplnej w postaci pięciu przewodności cieplnych (współczynników przenoszenia ciepła) oraz jednej pojemności cieplnej reprezentującej całą masę termiczną budynku. Szczegółowe rozważania na temat tego modelu można znaleźć w literaturze [2, 3].

W przeciwieństwie do modelu 5R1C, metoda godzinowa PN-EN ISO 52016-1 [4] umożliwia budowę modelu budynku z dowolną liczbą węzłów, dla których wyznacza się wartości temperatury bilansowej w pojedynczym kroku czasowym, w tym przypadku jednej godziny. Inaczej niż to ma miejsce w modelu w wycofanej normie PN-EN ISO 13790, elementy budynku nie są agregowane do kilku przewodności cieplnych, lecz każdy może mieć swoją przewodność cieplną oraz pojemność cieplną i być wiązany z bilansem cieplnym powietrza wewnątrz budynku. Prowadzi to do układu równań liniowych opisujących zjawiska wymiany ciepła w przegrodach budowlanych oraz bilansujących energię na powierzchniach tych przegród i opisujących bilanse ener-

gii powietrza w strefach ciepłych budynku. Liczba równań bilansowych układu równań opisujących budynek zależy bezpośrednio od liczby węzłów, w których dokonuje się bilansu energii w pojedynczym kroku czasowym. Im bardziej skomplikowany model przepływu ciepła w budynku, tym większa liczba równań.

Opisywana metoda godzinowa nie narzuca stopnia złożoności modelu, lecz zaleca, aby każdy komponent budynku miał co najmniej dwa węzły bilansowe na obu jego powierzchniach. W przypadku przegród z pustkami powietrznymi wentylowanymi liczba tych węzłów zwiększa się o węzły wewnętrzne wewnątrz przegrody. Różnica pomiędzy przyjętym sposobem modelowania przepływu ciepła w budynku w stanie nieustalonym w opisywanej normie a modelem 5RIC została pokazana na rysunku 3. Przyjęcie zasady, że każdy element budynku modelowany jest oddzielnie w porównaniu z sumarycznymi współczynnikami przenoszenia ciepła w modelu 5RIC powoduje, że model cieplny całego budynku bardziej odzwierciedla rzeczywisty budynek.

Główną zaletą metody godzinowej w porównaniu z metodą miesięczną przedstawioną w PN-EN ISO 52016-1 [4] jest możliwość szczegółowego modelowania wielu zmiennych w czasie parametrów opisujących budynek oraz parametrów eksploatacyjnych jego technicznych systemów. Dodatkowo uwzględnia się szczegółowo zmienność parametrów klimatu zewnętrznego. Za pomocą metody godzinowej można więc uwzględniać zmienność współczynników zacielenia przegród zewnętrznych oraz okien budynku, zmienność pracy systemów wentylacji, ogrzewania i chłodzenia, wpływające na zmienne wartości temperatury nastawy w strefach ciepłych budynku. Dodatkowo możliwe jest wykorzystywanie harmonogramów obecności osób w budynku oraz harmonogramów oświetlenia sztucznego budynku i zysków ciepła od urządzeń. Pozwala to na wyznaczanie zmiennych w czasie wewnętrznych zysków ciepła, które mają wpływ na dynamikę przepływu ciepła przez budynek.

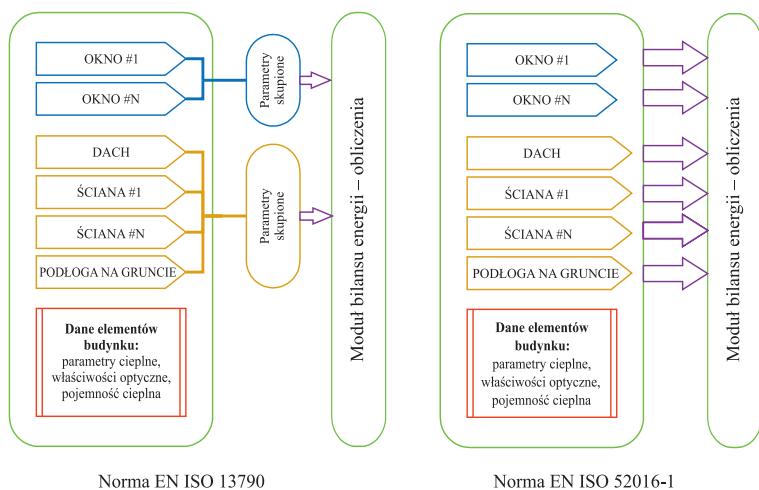
Jak wspomniano, zaawansowane obliczeniowo modele mogą być wykorzystane do wyznaczania wartości średnich miesięcznych wskaźników, za pomocą których można wyznaczać zapotrzebowanie na energię, jednak mniej dokładnie w porównaniu z metodą godzinową.

Metoda miesięczna opisana w normie PN-EN ISO 52016-1 [4], co do jej podstaw matematycznych, pozostała bez zmian w porównaniu z metodą miesięczną opisaną w normie PN-EN ISO 13790. Podstawowe równania bilansu energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia uwzględniają odpowiednio miesięczne straty ciepła pomniejszane o miesięczne zyski ciepła skalowane współczynnikiem wykorzystania zysków ciepła oraz miesięczne zyski ciepła pomniejszone o straty ciepła skalowane współczynnikiem wykorzystania strat ciepła. W obu przypadkach, a więc ogrzewania i chłodzenia, współczynniki wykorzystania zysków/strat ciepła budynku zależą od stałej czasowej budynku, a ta od pojemności cieplnej budynku i jego zdolności do rozpraszania energii przez przenikanie ciepła przez elementy obudowy zewnętrznej oraz wentylację budynku. **Na poziomie krajowym należy wyznaczyć parametry modelu miesięcznego w przypadku różnych typów i przeznaczenia budynków, czego do chwili obecnej w Polsce nie wykonano.**

Implementacja metod obliczeniowych normy na poziomie krajowym

W PN-EN ISO 52016-1 [4] przedstawiono jednoznaczny, ale bardzo elastyczny model obliczeniowy pozwalający modelować cieplnie cały budynek lub pojedyncze sprzężone ze sobą strefy cieplne w stanach wymiany ciepła nieustalonej w czasie. Przewidziano, że na poziomie krajowym należy przyjmować domyślne wartości wejściowe w modelach budynków w zależności od ich rodzaju i przeznaczenia. W związku z tym w normie europejskiej w załącznikach A i B przedstawiono szablony załączników krajowych (które powinny zostać opracowane na poziomie krajowym), uwzględniające specyficzne uwarunkowania klimatyczne, kulturowe, administracyjne, politykę energetyczną oraz przeszłe, obecne i przyszłe technologie stosowane w budownictwie. Szczególnie ważne są domyślne dane wejściowe opisywane przez Prawo budowlane oraz prawo obejmujące charakterystyki i świadectwa energetyczne budynków. Brak tych załączników na poziomie krajowym może prowadzić do tworzenia systemów obliczeniowych, które mogą nie uwzględniać wielu założeń polityki energetycznej.

Stosowanie metody miesięcznej nie jest możliwe bez wyznaczenia parametrów modelu miesięcznego różnych typów budynków o różnym przeznaczeniu. Wykorzystywanie domyślnych wartości, przyjętych w normie europejskiej, może prowadzić w wielu przypadkach do znacznej rozbieżności pomiędzy ilością energii do ogrzewania i chłodzenia budynku obliczoną metodą miesięczną i godzinową w porównaniu z rzeczywistymi potrzebami budynku. Jeżeli metoda miesięczna będzie stosowana w systemach certyfikacji budynków, może pro-



Rys. 3. Różnica w modelu cieplnym budynku stosowanym w metodzie godzinowej wg normy PN-EN ISO 13790 oraz wg normy PN-EN ISO 52016-1

Fig. 3. Difference in the thermal model of the building used in the hourly method of PN-EN ISO 13790 and PN-EN ISO 52016-1

wadzić do znacznej różnicy pomiędzy obliczeniami a rzeczywistą ilością energii niezbędnej do ogrzewania i chłodzenia budynków. Z tego punktu widzenia niezmiernie istotne jest prawidłowe implementowanie omawianej normy na poziomie krajowym.

Weryfikacja modelu godzinowego

Opisany w normie model obliczeniowy zapotrzebowania na moc i energię budynku nie wskazuje na jakikolwiek sposób jego implementacji za pomocą technik komputerowych. W związku z tym pozostawione jest pole do zastosowania dowolnych technik obliczeniowych, np. arkusz obliczeniowy lub algorytmy modelu zakodowane w aplikacjach komputerowych. Wymagana jest jednak weryfikacja i walidacja środowisk obliczeniowych, za pomocą których dokonuje się obliczeń przedstawionych w normie PN-EN ISO 52016-1 [4]. Jako podstawę do weryfikacji przyjęto przypadki obliczeniowe o numerach 600 oraz 900 uznanego na świecie standardu BESTEST. Obejmują one dwa typy obudowy lekkiej i ciężkiej budynku testowego opisanego w normie ASHRAE 140 [7]. Norma ta zawiera wartości obliczone zapotrzebowania na energię i moc do ogrzewania i chłodzenia budynku testowego, jak również wartości temperatury wewnętrznej. Obliczenia dotyczą typowego roku meteorologicznego w Denver, USA. W normie podano wszystkie parametry cieplne budynku testowego, harmonogramy, sposoby dostarczania energii do budynku oraz wartości temperatury nastawy i wyniki obliczeń uzyskane za pomocą renomowanych systemów symulacji energetycznej, które przyjmuje się jako referencyjne. Każda implementacja modelu godzinowego, opisanego w normie PN-EN ISO 52016-1 [4], powinna przejść weryfikację za pomocą budynku nr 600 i 900 standardu BESTEST, co ma zapewnić poprawność stosowania opisanych metod obliczeniowych.

Model godzinowy opisany w normie jest ścisły i każda jego implementacja powinna prowadzić do jednakowych wyników obliczeń, lecz należy mieć na uwadze, że będą one się różnić od wyników obliczeń programów uznanych za referencyjne (ze względu na różne modele matematyczne opisujące zjawiska cieplne w stanach nieustalonych w budynkach). Mimo tych różnic, wartości zapotrzebowania na energię w przypadku 600 i 900 BESTEST nie powinny jednak znacznie się różnić od wartości wynikowych prezentowanych w normie ASHRAE 140 [7]. Należy pamiętać, że w obliczeniach BESTEST nie uwzględniano sprzężenia cieplnego pomiędzy podłogą na gruncie a gruntem, w zjawiskach przenikania ciepła przez przegrody pomijano mostki cieplne, nie uwzględniano też sprzężenia cieplnego sąsiadujących stref cieplnych, zewnętrznego zacienienia obiektu, harmonogramów sterowania wentylacją oraz pracą instalacji wewnętrznych itp. Brak modelowania tych zjawisk w analizowanych budynkach powoduje rozbieżności pomiędzy obliczeniami w obrębie tego samego modelu budynku, lecz rozwiązywanego różnymi systemami symulacji energetycznej.

Podsumowanie

Przyjęta metodą uznaniową norma PN-EN 52016-1 [4] przedstawia dwie metody obliczeniowe umożliwiające analizę zapotrzebowania na energię i moc do ogrzewania, chłodze-

nia, nawilżania i osuszania powietrza wewnętrznego budynków. Metoda godzinowa jest szczegółową implementacją ogólnych zasad modelowania energetycznego budynków i ich stref cieplnych przedstawioną w normie PN-EN ISO 52017-1 [5]. Umożliwia ona budowanie wielowęzłowych modeli przepływu ciepła w budynku w stanach nieustalonych i odchodzi od wyznaczania skupionych parametrów cieplnych całego budynku, jak w modelu 5R1C opisanym w wycofanej PN-EN ISO 13790. Modelowanie cieplne budynku nową metodą godzinową prowadzi do wyznaczenia układu równań opisujących bilanse energii wszystkich węzłów modelu cieplnego budynku, który należy rozwiązywać w każdym kroku obliczeniowym.

W przeciwieństwie do metody godzinowej, metoda miesięczna pozostała w zasadzie niezmienną w porównaniu z PN-EN ISO 13790. Należy jednak pamiętać, że krajowa implementacja omawianej normy będzie wymagać przygotowania wielu domyślnych parametrów w przypadku różnego typu budownictwa, które należy zamieścić w załącznikach krajowych do normy. Innym bardzo istotnym problemem jest wyznaczenie parametrów (stałych czasowych i wartości niezbędnych do wyznaczenia współczynników wykorzystania zysków ciepła i strat ciepła) metody miesięcznej charakteryzującej różne typy budynków o różnym przeznaczeniu, które są specyficzne dla polskiego budownictwa. Można je wyznaczyć, analizując wiele reprezentatywnych budynków za pomocą metody godzinowej. Stosowanie nowej metody godzinowej wymaga jednak implementacji technik obliczeniowych, które należy zweryfikować testami serii 600 i 900 BESTEST opisanymi normą ASHRAE 140 [7].

Literatura

- [1] Mandat M480, Mandat dla CEN, CENELEC i ETSI opracowania i przyjęcia norm dla metodyki obliczania zintegrowanej charakterystyki energetycznej budynków i promowania efektywności energetycznej budynków, 2007 r. zgodnie z warunkami określonymi w przekształconej wersji dyrektywy w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (2010/31 / UE) z 14 grudnia 2010.
- [2] Narowski Piotr. 2009. „Uproszczona metoda godzinowa obliczania ilości ciepła do ogrzewania i chłodzenia budynków. *Cieplownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja* 466 (1): 27 – 32.
- [3] Narowski Piotr. 2008. Podstawy uproszczonej metody godzinowej obliczania ilości ciepła do ogrzewania i chłodzenia budynków”. *Fizyka Budowli w Teorii i Praktyce*, Tom III: 77 – 84.
- [4] PN-EN ISO 52016-1:2017. Energetyczne właściwości użytkowe budynków – Zapotrzebowanie na energię do ogrzewania i chłodzenia, wewnętrzne temperatury oraz jawne i utajone obciążenia cieplne – Część 1: Procedury obliczania.
- [5] PN-EN ISO 52017-1:2017. Energetyczne właściwości użytkowe budynków – Jawne i utajone obciążenia cieplne oraz temperatury wewnętrzne – Część 1: Ogólne procedury obliczania.
- [6] PN-EN ISO 52000-1:2017 Energetyczne właściwości użytkowe budynków – Nadrzędna ocena EPB – Część 1: Ogólne ramy i procedury.
- [7] Standard ANSI/ASHRAE 140:2017 Standard Method of Test, for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs (Standardowa metoda oceny ewaluacji programów komputerowych do analizy energetycznej budynków).

Przyjęto do druku: 17.12.2018 r.