Metoda bilansowa wyznaczania sezonowego zapotrzebowania na ciepło na podstawie dwutygodniowych pomiarów zużycia ciepła w budynku

Balance method for determining the seasonal heat demand on the basis of two weeks heat consumption measurements in the building

ALEKSANDRA SPECJAŁ, DOROTA BARTOSZ

W artykule zaprezentowanym w numerze 7-8 Instalu w roku 2013 [1] przedstawiono możliwość zastosowania metody sygnatury energetycznej do wyznaczenia zużycia ciepła do ogrzewania i wentylacji w standardowym sezonie grzewczym dla budynków z wentylacją naturalną, na podstawie pomiarów trwających minimum miesiąc w budynku rzeczywistym. W niniejszym artykule przedstawiono metodę bilansową wyznaczania zużycia ciepła budynku w standardowym sezonie grzewczym na podstawie krótkich dwutygodniowych pomiarów w obiekcie rzeczywistym. Metoda bilansowa jest metodą mającą szersze zastosowanie niż opisywana w [10,1] metoda sygnatury energetycznej, ponieważ może być zastosowana dla budynków z wentylacją zarówno naturalną jak i mechaniczną. Przeanalizowano wpływ długości okresu pomiarowego na dokładność oszacowania sezonowego zużycia ciepła oraz przedstawiono wyniki weryfikacji metody w zamieszkałym budynku wielorodzinnym. Zużycie ciepła na potrzeby ogrzewania i wentylacji w standardowym sezonie grzewczym wyznaczone na podstawie pomiarów w rzeczywistych warunkach klimatycznych jest jednym ze składników pomiarowej charakterystyki energetycznej budynku.
Słowa kluczowe: pomiarowa charakterystyka energetyczna, sezonowe zużycie ciepła, zapotrzebowanie na ciepło w sezonie standardowym, metoda bilansowa

In the article presented in the issue 7-8 Instal in 2013 [1] there was presented the energy signature method used to determining the energy consumption for heating and ventilation in the standard heating season for buildings with natural ventilation – based on measurements of a minimum duration one month. This paper presents the balance method for determining the heat consumption of the building in the standard heating season on the basis of short two-week measurements in the real object. The balance method is the method having a wider application than the one considered in [1,10] because it can be used for buildings with ventilation both natural and mechanical There was analyzed the influence of the length of the measurement period on the accuracy of the seasonal heat consumption estimation. The examples of application of this method in inhabited multifamily building were presented too. The heat consumption for heating and ventilation purposes in the standard heating season determined on the basis of measurements in real climatic conditions is one of the components of the building energy performance based on measurements.
Key words: energy performance based on measurements, seasonal heat consumption, heat demand in the standard heating season, balance method

Wstęp

Jednym z głównych składników charakterystyki energetycznej budynku jest zużycie energii na potrzeby ogrzewania i wentylacji w standardowym sezonie grzewczym. Zgodnie z Dyrektywą w sprawie charakterystyki energetycznej budynków [2] istnieje możliwość określania charakterystyki energetycznej na podstawie ilości energii zużytej w budynku. Od października 2014 roku obowiązuje nowe rozporządzenie dotyczące wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej [6], gdzie wprowadzono metodę wyznaczania charakterystyki energetycznej opartą na faktycznie zużytej ilości energii. Metoda ta ma ograniczoną możliwość zastosowania, gdyż odnosi się tylko do budynków zasilanych gazem lub ciepłem sieciowym. Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu ogrzewczego (czyli zużycie energii) wyznacza się jako średnią wartość na podstawie dokumentów potwierdzających rzeczywiste zużycie ciepła sieciowego lub gazu ziemnego na potrzeby ogrzewania z ostatnich 3 lat poprzedzających wydanie świadectwa charakterystyki energetycznej. Metodyka wyznaczania charakterystyki energetycznej wg pomiarów nie przewiduje przeliczania zapotrzebowania na ciepło obliczonego na podstawie pomiarów w rzeczywistym sezonie grzewczym na warunki sezonu standardowego. Fakt ten był dyskutowany i kwestionowany (podczas dyskusji nad projektem rozporządzenia) przez środowiska związane z audytingiem energetycznym. Dlatego też charakterystyka pomiarowa wyznaczona zgodnie z rozporządzeniem nie może być alternatywą dla charakterystyki energetycznej wykonywanej metodą obliczeniową, gdyż obliczeniowa odzwierciedla zapotrzebowanie na ciepło budynku w standardowym sezonie grzewczym.

W literaturze można znaleźć metody określania charakterystyki energetycznej budynków (rozumianej jako sezonowe zużycie ciepła budynku na potrzeby ogrzewania i wentylacji) oparte na wynikach pomiarów przeprowadzonych w różnych okresach, ale głównie w budynkach testowych, niezamieszkałych w czasie pomiarów [8,10]. W niniejszym artykule przedstawiono metodę bilansową wyznaczania zużycia ciepła na cele ogrzewania i wentylacji w standardowym sezonie grzewczym na podstawie wyników pomiarów przeprowadzanych w krótkim okresie sezonu rzeczywistego, w budynkach użytkowanych w trakcie pomiarów, z wentylacją naturalną lub mechaniczną.

W przypadku budynków z opomiarowanym na stałe układem przygotowania ciepła najczęściej można skorzystać z danych zapisanych

dr inż. Aleksandra Specjał, dr inż. Dorota Bartosz – Politechnika Śląska, Katedra Ogrzewnictwa, Wentylacji i Techniki Odpylania, Gliwice

w urządzeniach pomiarowych zainstalowanych w źródle ciepła, wtedy najczęściej dysponuje się wartościami zużycia w całym sezonie grzewczym. Natomiast w przypadku wykonywania pomiarów w budynkach nieopomiarowanych, gdy zastosowane muszą być urządzenia pomiarowe instalowane tylko na okres pomiarowy, istotne jest, aby okres pomiarowy był możliwie najkrótszy ze względu na koszty i uciążliwość działań dla użytkowników. Z drugiej strony dąży się do uzyskania jak największej dokładności wyznaczenia sezonowego zużycia ciepła na podstawie pomiarów. Dlatego przy wypracowywaniu przedstawionej w niniejszym artykule metody bilansowej. bardzo istotne było określenie minimalnej długości okresu pomiarowego dla uzyskania zadowalającej niepewności oszacowania zużycia ciepła.

Ogólna charakterystyka metody bilansowej

Dla określania zużycia ciepła na cele ogrzewania i wentylacji w standardowym sezonie grzewczym na podstawie krótkich pomiarów, trwających minimum 14 dni, przeprowadzanych w rzeczywistym sezonie grzewczym, zaproponowano metodę bilansową. Minimalny okres pomiarowy wyznaczono na podstawie analiz. Metoda oparta jest na bilansie strumieni ciepła w budynku, przy założeniu stacjonarności procesów opisywanych w bilansie (wartości strumieni ciepła są uśredniane w okresie 14 dni). Uwzględniane są strumienie ciepła dostarczane przez układy ogrzewania i wentylacji, strumienie ciepła pochodzące od ludzi i urządzeń oraz od promieniowania słonecznego, strumienie strat ciepła związane z przenikaniem ciepła przez przegrody budowlane oraz związane z podgrzaniem powietrza wentylacyjnego.

Metoda polega na wyznaczeniu wartości charakterystycznej dla danego budynku – oporu zastępczego (zastępczego oporu dla strat ciepła przez przenikanie i wentylację) R_z. Wartość tę wyznacza się poprzez porównanie zmierzonego strumienia ciepła dostarczonego do budynku przez system grzewczy z obliczonym strumieniem ciepła wynikającym z bilansu cieplnego. Bilans wykonuje się na podstawie danych zmierzonych w czasie pomiarów oraz oszacowanych na podstawie inwentaryzacji budynku, a także informacji uzyskanych przy wykorzystaniu przeprowadzonych ankiet wśród użytkowników badanego obiektu. Dysponując wartością R_z zastępczego oporu dla budynku można wyznaczyć strumień ciepła na potrzeby ogrzewania i wentylacji dla warunków klimatycznych standardowego sezonu grzewczego, a następnie zużycie ciepła w standardowym sezonie grzewczym.

Założenia i uproszczenia przyjęte w metodzie bilansowej

W opracowanej metodzie przyjęto założenia i uproszczenia, które przedstawiono i uzasadniono poniżej.

Długość standardowego sezonu grzewczego

W opisywanej metodzie dla przeliczenia zużycia ciepła w sezonie rzeczywistym na wartość zużycia ciepła w sezonie standardowym konieczne jest przyjęcie określonej długości standardowego sezonu grzewczego. Obliczenia bilansu ciepła przy wykonywaniu charakterystyki energetycznej wg rozporządzenia [7] wykonuje się w miesiącach od września do maja. Dla potrzeb wyznaczania charakterystyki energetycznej w oparciu o pomiary przy zastosowaniu proponowanej metody bilansowej przyjęto czas trwania sezonu grzewczego od początku października do końca kwietnia (styczeń – kwiecień i październik – grudzień), czyli 212 dób. Pominięto dni we wrześniu i w maju ze względu na znikomy udział zużycia ciepła w tym okresie w stosunku do zużycia ciepła w całym sezonie grzewczym (są to wartości ok. 1÷2% – dane uzyskane z kilkudziesięciu świadectw charakterystyki energetycznej różnych budynków na podstawie prac prowadzonych przez autorów opracowania w ramach Studiów Podyplomowych [9].

Uproszczenia odnośnie do budynku

Budynek traktowany jest jako jednostrefowy o temperaturze wewnętrznej równej średniej temperaturze zmierzonej w okresie pomiarów. Wyniki pomiarów zużycia ciepła najczęściej odnoszą się do całego budynku, a celem przedstawionego opracowania jest wyznaczenie charakterystyki energetycznej budynku jako całości, zatem budynek traktuje się jako obiekt jednostrefowy (bez podziału na poszczególne lokale użytkowe czy mieszkalne; temperaturę wewnętrzną przyjmuje się jako średnią wartość z pomiarów w częściach budynku o różnej temperaturze – jako średnią ważoną, gdzie wagą jest powierzchnia pomieszczeń).

Nie uwzględnia się akumulacyjności budynku, ze względu na to, że metoda bilansowa opiera się na obliczeniach wartości strumieni ciepła uśrednianych w stosunkowo długim okresie – minimum 14 dni. Zakłada się stan ustalony w tym okresie. Okres 14 dni jest to czas dużo większy od stałej czasowej budynków (która wynosi najczęściej kilkadziesiąt godzin), dlatego można pominąć pojemność cieplną obiektu. Akumulacja ciepła w przegrodach ma znaczenie w stanach nieustalonych, gdy szybkość zmian wielkości wymuszających proces jest mniejsza niż stała czasowa systemu.

Czynnik wykorzystania zysków ciepła

Czynnik wykorzystania zysków ciepła uwzględnia fakt, że nie cała wartość zysków ciepła jest wykorzystywana do obniżenia zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania – reszta powoduje niepożądany wzrost temperatury powyżej wartości temperatury nastawy (temperatury zadanej, przyjmowanej do obliczeń); w tablicy G.12 w normie PN-EN ISO 13790:2009 [3] podano umowne dane odnośnie do temperatury nastawy. W obliczeniach wg ww. normy i rozporządzenia [7] zapotrzebowanie na ciepło oblicza się dla zadanej – normatywnej – temperatury użytkowania obiektu. Do obliczeń zużycia ciepła w prezentowanej w niniejszym artykule metodzie bilansowej, przyjmuje się temperaturę wewnętrzną zmierzoną w okresie rzeczywistym, co oznacza, że współczynnika wykorzystania zysków ciepła nie trzeba już uwzględniać. Podejście takie znajduje potwierdzenie w załączniku I, p. 2.2 normy [3].

Zyski ciepła od promieniowania słonecznego

Pomija się zyski ciepła od promieniowania słonecznego przez nieprzezroczyste przegrody budynku. Wg rozporządzenia dotyczącego świadectw charakterystyki energetycznej [7] dla wyznaczenia charakterystyki budynku oblicza się tylko zyski od nasłonecznienia przez okna. Pominięcie zysków przez przegrody nieprzezroczyste jest pewnym uproszczeniem, ale w przypadku wykonywania pomiarów w miesiącach chłodnych, o małym natężeniu promieniowania (od listopada do lutego – jak założono w opisywanej metodzie) zyski ciepła przez ściany stanowią zazwyczaj niewielki udział w bilansie ciepła. Znajduje to potwierdzenie w punkcie 11.3.4. w normie [3].

Wewnętrzne zyski ciepła

Strumień wewnętrznych zysków ciepła od ludzi i urządzeń w budynku należy dokładnie oszacować na podstawie przeprowadzonych ankiet wśród użytkowników budynku odnośnie do: liczby użytkowników, czasu przebywania w budynku, wyposażenia w sprzęty biurowe lub gospodarstwa domowego, czasu użytkowania sprzętu i czasu pracy. Należy również uwzględnić zyski ciepła od procesów przebiegających w budynku, jeśli wpływają na bilans cieplny budynku (np. gotowanie posiłków w obiektach użyteczności publicznej). Zyski ciepła od urządzeń elektrycznych i oświetlenia można przyjmować na podstawie zużycia energii elektrycznej w analizowanym okresie albo zgodnie z inwentaryzacją, przyjmując odpowiednie współczynniki jednoczesności użytkowania urządzeń. Na potrzeby obliczeń całosezonowych w obiektach użytkowanych z przerwami należy wyznaczyć uśrednione w poszczególnych dobach wewnętrzne zyski ciepła z uwzględnieniem przerw (np. święta, ferie szkolne). W budynku jednorodzinnym można skorzystać również z pomiarów energii elektrycznej w okresie pomiarowym. Istotne jest także porównanie obliczonej na podstawie pomiarów i analizy wartości zysków ciepła odniesionych do powierzchni ogrzewanej budynku z zakresem wartości zysków ciepła podanym w rozporządzeniu [7], w celu wyeliminowania „grubych błędów". Obliczona wartość powinna zawierać się w zakresie normatywnym lub niewiele się od niego różnić.

Szczegółowy opis metody bilansowej

Dla zastosowania opisywanej metody należy dysponować zmierzonymi średniodobowymi wartościami: strumienia ciepła dostarczonego do budynku (lub zużycia ciepła, na podstawie którego obliczyć można strumień ciepła), temperatury wewnętrznej i zewnętrznej, natężenia promieniowania słonecznego na płaszczyznę poziomą oraz strumienia objętości powietrza wentylacyjnego i sprawności urządzeń systemu wentylacji mechanicznej bez nagrzewnicy. Zmierzone natężenie promieniowania na płaszczyznę poziomą należy przeliczyć na płaszczyzny zorientowane i nachylone do poziomu tak, jak przegrody zewnętrzne z oknami w badanym budynku. Do przeliczenia można wykorzystać gotowe programy obliczeniowe lub symulacyjne.

W metodzie bilansowej porównuje się (równanie 1) zmierzony, uśredniony w ciągu 14 dni (na podstawie wartości średniodobowych) strumień ciepła $P_{14,g,m}$ dostarczony do budynku przez system grzewczy z obliczonym uśrednionym w ciągu 14 dni strumieniem ciepła $P_{14,g,obl}$ wynikającym z bilansu cieplnego przedstawionego równaniem 2.

$$P_{14,g,m} = P_{14,g,obl} \tag{1}$$

$$P_{14,g,obl} = P_{14,str} - P_{14,w} - P_{14,sl} \tag{2}$$

gdzie:

$P_{14,str}$ – uśredniony w ciągu 14 dni strumień strat ciepła związany z przenikaniem przez przegrody i ogrzaniem powietrza wentylacyjnego, obliczony z równania 3, z uwzględnieniem różnicy temperatury wewnętrznej i zewnętrznej określonej równaniem 4, kW

$P_{14,w}$ – oszacowany na podstawie ankiet i pomiarów średni strumień wewnętrznych zysków ciepła w okresie pomiarowym, kW,

$P_{14,sl}$ – uśredniony w ciągu 14 dni strumień ciepła od promieniowania słonecznego dostarczony przez okna do budynku, obliczony na podstawie zmierzonego promieniowania słonecznego (równania 5 i 6), kW.

Strumień strat ciepła wyrażony jest równaniem 3:

$$P_{14,str} = \frac{\Delta t_{14}}{R_z} + P_{14,v} \tag{3}$$

$$\Delta t_{14} = \frac{\sum (t_{i,m} - t_{e,m})}{14} \tag{4}$$

gdzie:

$t_{i,m}$ – średnia dobowa temperatura wewnętrzna, wyznaczona na podstawie pomiarów, °C,

$t_{e,m}$ – średnia dobowa temperatura zewnętrzna, wyznaczona na podstawie pomiarów, °C,

R_z – wielkość charakterystyczna dla budynku – zastępczy opór dla strat ciepła związanych z przenikaniem i wentylacją naturalną budynku, K/kW,

$P_{14,v}$ – uśredniony w ciągu 14 dni strumień ciepła potrzebny do podgrzania powietrza wentylacyjnego nawiewanego z systemu wentylacji mechanicznej bez nagrzewnicy (np. system z odzyskiem ciepła), obliczony na podstawie pomiarów średniodobowych strumienia objętościowego powietrza wentylacyjnego i sprawności urządzeń.

Przedstawiona w artykule metoda jest przeznaczona dla budynków z wentylacją naturalną lub mechaniczną bez dodatkowego podgrzewu powietrza nawiewanego w nagrzewnicy powietrza. W przypadku budynków z układem wentylacji mechanicznej wyposażonym w nagrzewnice powietrza do podgrzania powietrza wentylacyjnego, wyznacza się dwa opory zastępcze, rozdzielając w bilansie ciepło doprowadzone do budynku na dwie części: dostarczone przez układ grzewczy i dostarczone przez układ wentylacyjny. Szczegółowo opisano takie rozwiązanie w [9].

Uśredniony w 14 dniach strumień ciepła od promieniowania słonecznego $P_{14,sl}$ (równanie 5) dostarczony przez okna do budynku wyznaczany jest na podstawie wartości średniodobowych. Uśredniony w danej dobie strumień ciepła od promieniowania słonecznego P_{sl} dla powierzchni *j* wyznacza się z równania 6 przy wykorzystaniu zależności określającej zyski ciepła przez okna wg rozporządzenia [7].

$$P_{14,sl} = \frac{\sum P_{sl}}{14} \tag{5}$$

$$P_{sl} = \frac{\sum_j C_j \cdot A_j \cdot I_j \cdot g_j \cdot Z}{24} \tag{6}$$

gdzie:

j – numer powierzchni o określonej orientacji względem stron świata,

C_j – udział pola powierzchni płaszczyzny oszklonej do całkowitego pola powierzchni okna, zależny od wielkości i konstrukcji okna; wartości te należy wyznaczyć w oparciu o pomiary, a w przypadku braku możliwości przeprowadzenia pomiarów wszystkich okien można przyjąć wartość średnią jako 0,7,

A_j – pole powierzchni okien i drzwi balkonowych w świetle otworów w przegrodzie j, m^2,

I_j – wartość energii promieniowania słonecznego w danej dobie na płaszczyznę j, o danej orientacji i nachyleniu do poziomu, w której usytuowane jest okno o powierzchni A, obliczona na podstawie pomiarów natężenia promieniowania słonecznego na płaszczyznę poziomą w danej dobie, kWh/m^2,

g_j – współczynnik przepuszczalności energii promieniowania słonecznego przez oszklenie, przyjęty według tabeli 7 rozporządzenia [7],

Z – współczynnik zacienienia budynku ze względu na jego usytuowanie oraz przesłony na elewacji budynku, przyjęty według tabeli 9 rozporządzenia [7].

Równanie bilansu cieplnego przybiera zatem postać:

$$P_{14,g,obl} = \frac{\Delta t_{14}}{R_z} + P_{14,v} - P_{14,w} - P_{14,sl} \tag{7}$$

Zakładając, że zmierzony, uśredniony w 14 dniach strumień ciepła dostarczonego do budynku $P_{14,g,m}$ jest równy obliczonemu z bilansu (na bazie pomiarów składników cząstkowych) strumieniowi ciepła $P_{14,g,obl}$ (równanie 1), można obliczyć wartość oporu zastępczego R_z dla strat ciepła związanych z ogrzewaniem i wentylacją naturalną budynku. W arkuszu kalkulacyjnym przy pomocy Solvera wyznaczana jest wartość R_z przy założeniu, że wartość kwadratu różnicy pomiędzy zmierzonym, a obliczonym strumieniem ciepła jest minimalna:

$$(P_{14,g,m} - P_{14,g,obl})^2 = \text{min.}$$

W przypadku gdy okres pomiarowy obejmuje więcej niż 14 dni, uśrednienia wszystkich wartości dokonuje się w okresach 14 dniowych, przesuwając o 1 dzień każdy okres. W takim przypadku w arkuszu kalkulacyjnym przy pomocy Solvera wyznaczana jest wartość R_z przy założeniu, że wartość sumy kwadratów różnic pomiędzy zmierzonymi, a obliczonymi strumieniami ciepła jest minimalna $\Sigma(P_{14,g,m} - P_{14,g,obl})^2 = \text{min.}$

Traktując wyznaczoną na podstawie pomiarów wartość oporu zastępczego R_z dla strat ciepła związanych z ogrzewaniem i wentylacją naturalną jako charakterystyczną wartość dla danego budynku, można wyznaczyć zużycie ciepła przez budynek w standardowym sezonie grzewczym $Q_{g,ST}$ (w GJ) z równania 8.

$$Q_{g,ST} = P_{g,ST} \cdot \tau_{ST} \cdot 24 \cdot 0{,}0036 \tag{8}$$

gdzie:

$P_{g,ST}$ – średniosezonowy strumień ciepła dostarczony do budynku w standardowym sezonie grzewczym wyznaczony z równania 9, kW,

τ_{ST} – czas trwania standardowego sezonu grzewczego (od początku października do końca kwietnia – 212 dób), doba.

Otrzymana wartość zużycia ciepła $Q_{g,ST}$ wyraża prognozowane zużycie ciepła dla standardowych warunków klimatycznych z rzeczywistym strumieniem powietrza wentylacyjnego w budynku i dla rzeczywistej średniej temperatury wewnętrznej utrzymywanej w budynku.

$$P_{g,ST} = \frac{t_{i,m} - t_{e,ST}}{R_z} + P_{v,ST} - P_w - P_{sl,ST} \tag{9}$$

gdzie:

$t_{i,m}$ – temperatura wewnętrzna, wyznaczona na podstawie pomiarów w okresie pomiarowym, °C,

$t_{e,ST}$ – średniosezonowa temperatura zewnętrzna w standardowym sezonie grzewczym, wyznaczona na podstawie danych ze strony internetowej [12], °C.

$P_{v,ST}$ – średniosezonowy strumień ciepła potrzebny do podgrzania powietrza wentylacyjnego nawiewanego z systemu wentylacji mechanicznej bez nagrzewnicy (np. system z odzyskiem ciepła), obliczony na podstawie pomiarów strumienia powietrza wentylacyjnego i sprawności urządzeń, z uwzględnieniem różnicy temperatury wewnętrznej i średniej temperatury zewnętrznej w sezonie standardowym, kW,

P_w – średniosezonowy strumień wewnętrznych zysków ciepła, oszacowany na podstawie ankiet i pomiarów, kW, przyjmuje się, że w sezonie standardowym jednostkowe średniodobowe zyski wewnętrzne są identyczne jak w okresie pomiarowym,

$P_{sl,ST}$ – średniosezonowy strumień ciepła dostarczony do wnętrza budynku przez okna od promieniowania słonecznego w standardowym sezonie grzewczym, wyznaczony jako średnia z 212 dób standardowego sezonu grzewczego, na podstawie średniodobowych wartości natężenia promieniowania słonecznego obliczanych przy wykorzystaniu równania 5 (wartości natężenia promieniowania należy przyjąć z danych klimatycznych sezonu standardowego dla danej miejscowości, umieszczonych w [12], kW.

Wpływ długości okresu pomiarowego na dokładność metody

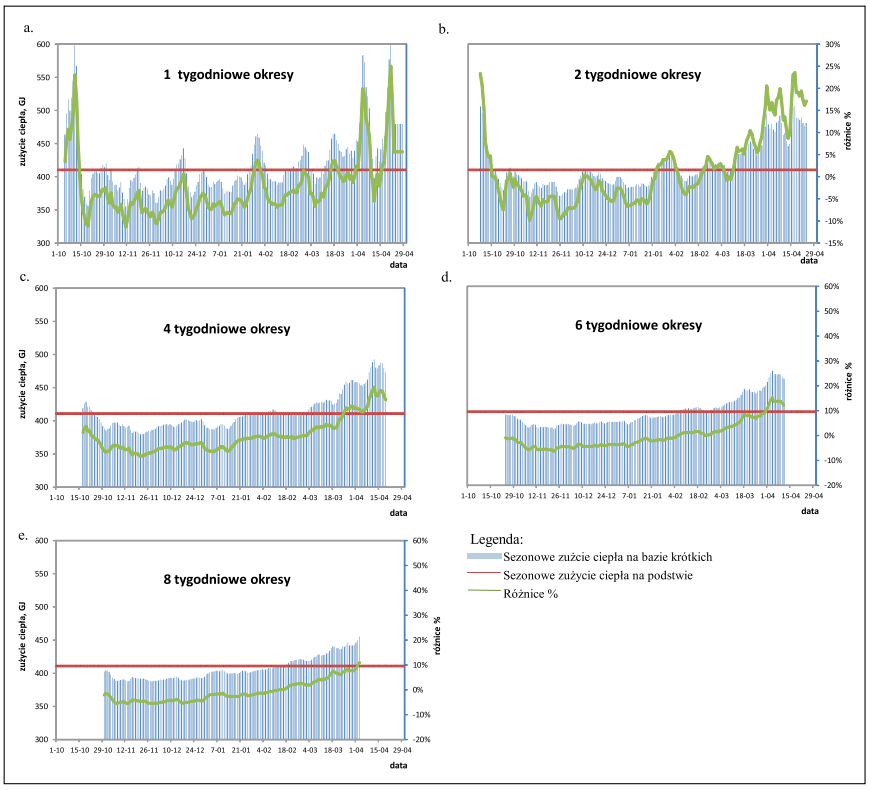
Podczas opracowywania metody bilansowej przeprowadzono analizy w celu określenia wpływu długości okresu pomiarowego na dokładność wyznaczenia sezonowego zużycia ciepła i wyboru najkrótszego okresu pomiarowego, przy zachowaniu akceptowalnej dokładności. Analizy przeprowadzono wykorzystując w miejsce danych pomiarowych zużycia ciepła – wyniki obliczeń zużycia ciepła uzyskane z symulacji numerycznych dla zwalidowanego modelu odzwierciedlającego rzeczywisty zamieszkały budynek wielorodzinny. Walidacja modelu została opisana w [4]. Symulacje przeprowadzono przy zastosowaniu programu *TRNSYS* [11], wykorzystując standardowe dane klimatyczne dla Katowic (ze strony internetowej [12].

Założenia i przyjęte wartości

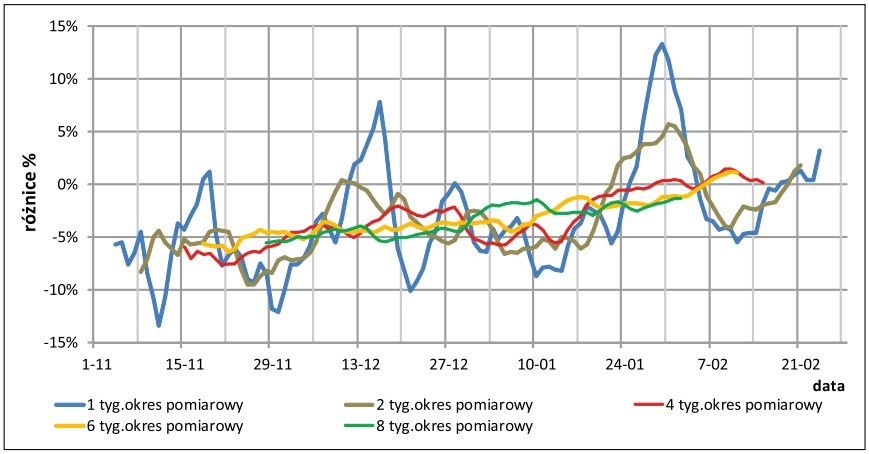
Do obliczeń przyjęto średnią temperaturę wewnętrzną równą 21,7°C, wyznaczoną na podstawie 3-miesięcznych pomiarów w wybranych mieszkaniach i na klatce schodowej. Do analiz przyjęto wyniki symulacji zużycia ciepła w następujących krótkich okresach, wybranych z pełnego sezonu grzewczego: 8-tygodniowym, 6-tygodniowym, 4-tygodniowym, 2-tygodniowym, a także 1-tygodniowym.

Zyski wewnętrzne od ludzi i urządzeń oszacowano na podstawie badań ankietowych wśród mieszkańców oraz wartości zamieszczonych w tabelach w [7]. Przyjęto wartość średniodobową równą: 4,59 kW.

Wartości promieniowania słonecznego padającego na poszczególne okna o różnej orientacji obliczono przy wykorzystaniu modułu *TYPE16* programu symulacyjnego *TRNSYS* [11]. Moduł ten służy do generowania wartości natężenia promieniowania słonecznego dla dowolnych orientacji przegród w dowolnej szerokości geograficznej na podstawie zadanych wartości natężenia całkowitego i rozproszonego promieniowania słonecznego padającego na płaszczyznę poziomą. Współczynniki przepuszczalności energii promieniowania słonecznego przez oszklenie przyjęto równe 0,75, a udział szyb w powierzchni okien w budynku wynosił 0,8 – na podstawie inwentaryzacji obiektu. Współczynniki zacienienia przyjęto zgodnie z normą [3] z zakresu 0,6 ÷ 0,9 (w zależności od usytuowania okna).



Rys. 1.
Wartości sezonowego zużycia ciepła obliczonego na podstawie wszystkich analizowanych krótkich okresów pomiarowych oraz różnice procentowe pomiędzy sezonowym zużyciem ciepła (obliczonym z symulacji) i sezonowym zużyciem ciepła obliczonym na bazie wszystkich analizowanych krótkich okresów pomiarowych
Fig.1. The values of the seasonal heat consumption calculated on the basis of all the analyzed short measurement periods and percentage differences between seasonal heat consumption (calculated from the simulation) and seasonal heat consumption calculated on the basis of all the analyzed short periods of measurement



Rys. 2. Różnice procentowe pomiędzy sezonowym zużyciem ciepła (obliczonym z symulacji) i sezonowym zużyciem ciepła obliczonym na bazie wszystkich analizowanych krótkich okresów pomiarowych od listopada do lutego
Fig.2 Percentage differences between the seasonal heat consumption (calculated from the simulation) and seasonal heat consumption calculated on the basis of all the analyzed short measurement periods from November to February

Procedura obliczeń i wyniki

a. Obliczone na drodze symulacji komputerowej średniogodzinowe wartości zapotrzebowania na ciepło uśredniano do wartości średniodobowych.
b. Uwzględniając założoną (na podstawie diagnostyki systemu grzewczego) sprawność systemu grzewczego wyznaczano średniodobowe zużycie ciepła, na podstawie którego wyznaczono średniodobowe strumienie ciepła dostarczane do budynku; wartości te traktowano jako średniodobowe wartości zmierzone.
c. Wartość sezonowego zużycia ciepła obliczono jako sumę wartości średniogodzinowych zużycia ciepła uzyskanych z symulacji (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego) w okresie od 1 października do 30 kwietnia.
d. Przy wykorzystaniu danych dla krótkich okresów (8, 6, 4, 2 i 1-tygodniowych), posługując się wzorami opisanymi wcześniej przeprowadzono analizę w arkuszu Microsoft Excel. Zamiast uśredniania w 14 dniach, stosowano uśrednienia odpowiednio w okresach 8, 6, 4, 2 i 1-tygodniowych. Porównując strumień ciepła zmierzonego i obliczonego z bilansu, przy zastosowaniu Solvera obliczano wartości oporu zastępczego R_z dla strat ciepła związanych z ogrzewaniem i wentylacją naturalną na podstawie bilansów ciepła w krótkich okresach pomiarowych. Dysponowano danymi z całego sezonu grzewczego, dlatego okres obliczeniowy przesuwano o jeden dzień – uzyskując w ten sposób wiele okresów obliczeniowych, każdy o innej wartości średniej temperatury zewnętrznej.
e. Znając wartości oporu zastępczego R_z dla każdego krótkiego okresu, wyznaczano wartości sezonowego zużycia ciepła na podstawie różnych krótkich okresów pomiarowych, przyjmując średniosezonową różnicę pomiędzy temperaturą wewnętrzną i zewnętrzną.

f. Obliczone na bazie krótkich okresów pomiarowych wartości sezonowego zużycia ciepła w różnych wariantach (dla różnych długości okresu pomiarowego) porównano z wartością sezonowego zużycia ciepła (obliczonego na podstawie symulacji zapotrzebowania na ciepło w całym sezonie grzewczym i sprawności systemu grzewczego).
g. Dla każdego wariantu wyznaczano różnice procentowe pomiędzy wyżej wymienionymi wartościami.

Na rys. 1 przedstawiono wartości sezonowego zużycia ciepła obliczonego na podstawie wszystkich analizowanych krótkich okresów pomiarowych: a.156 okresów 8-tygodniowych, b.170 okresów 6-tygodniowych, c.185 okresów 4-tygodniowych, d.199 okresów 2-tygodniowych i e. 206 okresów 1-tygodniowych). Dane przyjęto z okresu od października do kwietnia, a data na osi określa środek okresu.

Dla porównania na wykresie naniesiono wartość sezonowego zużycia ciepła obliczoną na podstawie symulacji w całym sezonie grzewczym (linia prosta). Na wykresach tych na lewej osi (linią krzywą) przedstawiono różnice procentowe pomiędzy sezonowym zużyciem ciepła (obliczonym z symulacji) i sezonowym zużyciem ciepła obliczonym na bazie wszystkich analizowanych krótkich okresów pomiarowych.

Z przedstawionych wykresów wynika, że niepewność prognozowania zużycia ciepła na podstawie okresów 8 tygodniowych nie przekracza 10% w całym sezonie grzewczym. Dla prognozowania w okresach 6 i 4-tygodniowych niepewność wzrasta do 20% na końcu sezonu grzewczego: w marcu i kwietniu. Dla prognozowania w okresach 2 i 1-tygodniowych niepewność znacząco wzrasta do 20% na początku i końcu sezonu grzewczego: w październiku, marcu i kwietniu.

W przypadku ograniczenia analizy do danych od listopada do lutego (po odrzuceniu danych z października, marca i kwietnia) prognozowanie w okresie 6, 4 i 2-tygodniowym charakteryzuje się niepewnością nie przekraczającą 10%, natomiast w okresie 1 tygodniowym dochodzi do 20%. Wartości niepewności z zawężonym zakresem danych, po odrzuceniu danych z października, marca i kwietnia, przedstawiono na rys.2.

Wnioski

Analizując uzyskane wyniki stwierdzono, że w celu uzyskania niepewności prognozowania sezonowego zużycia ciepła nieprzekraczającej 10% krótkie pomiary należy przeprowadzać w okresie od listopada do lutego (w chłodnej części sezonu grzewczego), gdy temperatura powietrza zewnętrznego jest niższa od temperatury granicy ogrzewania, co eliminuje przerwy w działaniu ogrzewania i przegrzewanie budynku. Okres ten charakteryzuje się stosunkowo niskimi wartościami natężenia promieniowania słonecznego.

W okresach na początku sezonu grzewczego (październik) i na końcu (marzec, kwiecień) w sytuacji występowania znacznych zysków od nasłonecznienia należy się liczyć z dużymi niepewnościami określania sezonowego zużycia ciepła (większymi niż 20%), dlatego nie zaleca się wykonywania pomiarów w tym okresie.

Zastosowanie metody bilansowej dla budynku wielorodzinnego zamieszkałego w czasie pomiarów

Weryfikacja wypracowanej metody bilansowej polegała na oszacowaniu sezonowego zużycia ciepła na cele ogrzewania i wentylacji budynku mieszkalnego w Gliwicach przy zastosowaniu metody bilansowej, na podstawie przeprowadzonych pomiarów w dwóch pełnych sezonach grzewczych: 2010/11 oraz 2011/12. Wykorzystano pomiary zużycia ciepła w budynku zarejestrowane przez licznik ciepła, pomiary temperatury wewnętrznej i parametrów klimatu zewnętrznego (temperatura zewnętrzna i natężenie promieniowania słonecznego na płaszczyznę poziomą) w Gliwicach.

Obliczenia wykonano wykorzystując wyniki całosezonowych pomiarów, a także wybierając wyniki w dwóch krótkich okresach pomiarowych: miesięcznym i 14 dniowym. Określono różnice procentowe pomiędzy wartością zmierzoną zużycia ciepła w całym rzeczywistym sezonie grzewczym, a szacowaną przy pomocy metody bilansowej na bazie pomiarów: krótkich pomiarów (miesięcznych i 14 dniowych) oraz pomiarów w pełnym sezonie.

Moc zysków wewnętrznych oszacowano na podstawie przeprowadzonych ankiet wśród użytkowników lokali (mieszkań) oraz tabel z rozporządzenia [7]. Przyjęto średnią jednostkową moc wewnętrznych zysków ciepła równą 3,4 W/m^2. Wartość ta mieści się w zakresie wartości podanych w tabelach rozporządzenia [7].

Zyski ciepła od promieniowania słonecznego obliczono zgodnie z rozporządzeniem [7]. Wartości natężenia promieniowania słonecznego padającego na odpowiednio zorientowane okna wygenerowano przy wykorzystaniu programu symulacyjnego *TRNSYS (TYPE16)* [11], na podstawie zmierzonych wartości całkowitego natężenia promieniowania słonecznego na płaszczyznę poziomą. Współczynniki przepuszczalności energii promieniowania słonecznego przez oszklenie przyjęto zgodnie z dokumentacją obiektu (wartość 0,75), a współczynniki zacienienia obliczono zgodnie z normą [3] na podstawie dokumentacji architektonicznej budynku.

Dodatkowo, na bazie tych obliczeń, przy wykorzystaniu danych pomiarowych z dwóch rzeczywistych sezonów grzewczych, oszacowano również zużycie ciepła analizowanego budynku w standardowym sezonie grzewczym (dla standardowych danych klimatycznych ze strony internetowej [12]).

Wyniki obliczeń

Stosując opisaną metodę bilansową, określono zużycie ciepła w budynku w dwóch rzeczywistych sezonach grzewczych na podstawie wyników pomiarów o różnym okresie trwania:

- w całym sezonie (sezon 2010/2011 i 2011/2012),
- w jednym miesiącu sezonu grzewczego (w styczniu 2011 i styczniu 2012),
- w wybranych okresach 14 dniowych (druga połowa stycznia 2011 i druga

Tab. 1. Wyniki określania sezonowego zużycia ciepła na podstawie okresów pomiarowych o różnym czasie trwania (przy czym zmierzone zużycie ciepła w sezonie 2010/11 wynosiło 363,8 GJ, a w sezonie 2011/12 335,2 GJ).
Tab.1. The results of the determination of the seasonal heat consumption based on measurement periods of varying duration (the measured heat consumption in season 2010/11 was 363.8 GJ, and in the season 2011/12 335.2 GJ)

Okres pomiarowy	Oszacowana wartość sezonowego zużycia ciepła [GJ]	Niepewność oszacowania sezonowego zużycia ciepła [%]	$P_{g,ST}$ [kW]	$Q_{g,ST}$ [GJ]
sezon grzewczy: 8.10.2010÷ 30.04.2011	351,5	3,4	22,2	406,9
sezon grzewczy: 5.10.2011÷ 26.04.2012	319,8	4,6	20,9	384,2
1 miesiąc: 1.01.2011÷ 31.01.2011	329,5	9,4	20,9	382,0
1 miesiąc: 1.01.2012÷ 31.01.2012	292,2	12,8	19,3	354,1
14 dni: 15.01.2011÷ 27.01.2011	316,5	13,0	20,1	367,5
14 dni: 15.01.2012÷ 27.01.2012	292,1	12,9	19,2	350,9

połowa stycznia 2012)

Obliczenia dla wyników pomiarów trwających cały sezon wykonano, aby przekonać się, jaką niepewność uzyskuje się, używając kompletnego zestawu danych pomiarowych. Dla każdego z wybranych okresów obliczono niepewność oszacowania sezonowego zużycia ciepła, traktując zmierzoną sezonową wartość zużycia ciepła jako wartość odniesienia. Zmierzone zużycie ciepła w sezonie 2010/11 (od 8 października do 30 kwietnia) wynosiło 363,8 GJ a w sezonie 2011/12 (od 5 października do 26 kwietnia) wynosiło 335,2 GJ.

W każdym przypadku, na podstawie wyników pomiarów o różnym czasie trwania, obliczano opór zastępczy R_z dla budynku. Znając wartość R_z obliczano zużycie ciepła przez budynek w danym rzeczywistym sezonie grzewczym, korzystając z równań 8 i 9. W równaniach tych zamiast danych dla sezonu standardowego przyjmowano dane dla sezonu rzeczywistego. W następnej kolejności, korzystając z równania 9 szacowano średniosezonowy strumień ciepła dostarczony do budynku w standardowym sezonie grzewczym $P_{g,ST}$, a następnie z równania 8 zużycie ciepła przez budynek w standardowym sezonie grzewczym $Q_{g,ST.}$

Wyniki obliczeń przedstawiono w tabeli 1.

Wnioski

Przedstawione przykłady zastosowania metody bilansowej w dwóch sezonach grzewczych w zamieszkałym budynku wielorodzinnym potwierdziły, że opracowana metoda bilansowa może być zastosowana w budynkach użytkowanych do prognozowania sezonowego zużycia ciepła w sezonie zarówno rzeczywistym jak i standardowym na podstawie krótkich pomiarów. Przy okresie pomiarowym miesięcznym lub dłuższym uzyskano niepewność rzędu kilku procent, a przy okresie pomiarowym 14 dniowym niepewność nieznacznie przekroczyła 10%. Zwiększenie niepewności o kilka procent w przypadku zastosowania metody przy wykorzystaniu wyników pomiarów w budynku rzeczywistym (w stosunku do niepewności uzyskanej na podstawie wyników obliczeń symulacyjnych) jest spowodowane niedokładnością oszacowania zysków wewnętrznych i słonecznych w bilansie cieplnym w sezonie rzeczywistym. Analizę wpływu oszacowania zysków wewnętrznych od ludzi i słońca w budynku przeprowadzono i opisano w [5].

Podsumowanie

Opracowana i zweryfikowana metoda bilansowa wyznaczania zużycia ciepła w standardowym sezonie grzewczym na potrzeby ogrzewania i wentylacji na podstawie krótkich pomiarów (minimum 14 dniowych) w obiekcie rzeczywistym pozwala na uzyskanie informacji o energochłonności budynku pod kątem ogrzewania i wentylacji z uwzględnieniem rzeczywistych warunków użytkowania (rzeczywistej temperatury utrzymywanej w obiekcie oraz rzeczywistej intensywności wentylacji). W przypadku 14 dniowych pomiarów, prowadzonych w okresie od listopada do marca, należy liczyć się z niepewnością 15%. Przy dłuższych pomiarach niepewność zmniejsza się.

Dla zastosowania metody bilansowej konieczne jest wykorzystanie wyników pomiarów (w okresie minimum 14 dniowym) następujących wartości średniodobowych: strumienia ciepła lub ciepła dostarczonego do budynku, temperatury wewnętrznej i zewnętrznej oraz natężenia promieniowania słonecznego. Należy również zebrać informacje dotyczące zysków wewnętrznych (z pomiarów i badań ankietowych) oraz informacje dotyczące wymiarów okien, zacienienia oraz współczynników przepuszczalności szyb okiennych.

Metoda bilansowa jest możliwa do zastosowania w procesie certyfikacji dla budynków z wentylacją zarówno naturalną, jak i mechaniczną, w celu pomiarowego wyznaczania charakterystyki energetycznej obiektów.

Przedstawiona metoda została wypracowana podczas realizacji Zadania badawczego nr 4: „Rozwój diagnostyki cieplnej budynków" w ramach Strategicznego Projektu Badawczego finansowanego przez NCBiR: „Zintegrowany system zmniejszenia eksploatacyjnej energochłonności budynków".

LITERATURA

[1] Bartosz D., Specjał A.: „Alternatywa dla wyznaczania obliczeniowej charakterystyki energetycznej budynków", INSTAL nr 7-8, 2013,
[2] Dyrektywa 2010/31/UE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (wersja przekształcona), Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej z 18.06.2010
[3] PN-EN ISO 13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków – Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia
[4] Raport roczny (za rok 2011) z realizacji etapu 15: "Opracowanie i testowanie metodyki wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku na podstawie pomiarów" Zadania badawczego nr 4: „Rozwój diagnostyki cieplnej budynków" w ramach Strategicznego Projektu Badawczego: „Zintegrowany system zmniejszenia eksploatacyjnej energochłonności budynków", praca zbiorowa, Gliwice, styczeń 2012 (praca niepublikowana)
[5] Raport roczny (za rok 2012) z realizacji etapu 15: "Opracowanie i testowanie metodyki wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku na podstawie pomiarów" Zadania badawczego nr 4: „Rozwój diagnostyki cieplnej budynków" w ramach Strategicznego Projektu Badawczego: „Zintegrowany system zmniejszenia eksploatacyjnej energochłonności budynków", praca zbiorowa, Gliwice, styczeń 2013 (praca niepublikowana)
[6] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 czerwca 2014 r w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw charakterystyki energetycznej
[7] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. 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 (Dz. U. Nr 201, poz.1240)
[8] Santamouris M. (editor) (2005): Energy performance of residential buildings: A practical guide for energy rating and efficiency. James&James/Earthscan, ISBN 1-902916-49-2
[9] Specjał A. (red.): Poradnik diagnostyki cieplnej budynków –Tom 6. Metodyka wyznaczania świadectwa charakterystyki energetycznej budynku na podstawie pomiarów. ISBN 978-83-936995-0-6 (cał.) 978-83-936995-6-8 (t.6), Gliwice 2013
[10] Specjał A.: „Dokładność wyznaczania charakterystyki energetycznej budynków na podstawie krótkich pomiarów", Rynek Energii nr 6/2012.
[11] TRNSYS: "A Transient System Simulation Program", Solar Energy Laboratory University of Wisconsin, Version 16, Madison, 2005
[12] www.mir.gov.pl (bazy danych klimatycznych)

■

Odpowiedź na recenzję artykułu

Szanowni Państwo,

W związku z opinią Recenzenta, że zastosowana metoda jest zwykłą metodą opisaną w Rozporządzeniu Taryfowym chcemy podkreślić, iż w Rozporządzeniu Taryfowym[1] przedstawione są zasady ustalania opłat za zmierzone ciepło, ciepło rzeczywiście dostarczone w danym okresie do odbiorców. Zgodnie ze wspomnianym rozporządzeniem w przypadku uszkodzenia układu pomiarowo-rozliczeniowego ilość ciepła dostarczonego w okresie braku pomiaru $Q_{b,ow}$ (dla potrzeb ogrzewania i wentylacji) określana jest na podstawie ilości ciepła zmierzonego w okresie miesiąca poprzedzającego uszkodzenie układu pomiarowego Q_{ow}, przy zastosowaniu równania przedstawionego w § 38. ust.2., uwzględniającego również człon dotyczący ciepłej wody. Nie opisujemy tu równania w całości, odsyłając do Rozporządzenia. Z równania w § 38. ust.2. ilość ciepła dostarczonego w okresie braku pomiaru $Q_{b,ow}$ (na potrzeby ogrzewania i wentylacji, pomijamy część odnoszącą się do ciepłej wody) oblicza się z proporcji:

$$\frac{Q_{b(ow)}}{Q_{ow}} = \frac{(t_w - t_b)}{(t_w - t_o)} \cdot \frac{h_b}{h_o}$$

gdzie:

t_w – normatywna temperatura wewnętrzna, °C,

t_o, h_o - średnia temperatura zewnętrzna i liczba dni w miesięcznym okresie rozliczeniowym przed uszkodzeniem układu pomiarowo-rozliczeniowego,

t_b, h_b – średnia temperatura zewnętrzna i liczba dni w okresie braku prawidłowego pomiaru, °C.

Metoda bilansowa przedstawiona w naszym artykule nie opiera się na prostej proporcji, lecz na wyznaczeniu wielkości R_z charakterystycznej dla budynku (przy wykorzystaniu pomiaru zużycia ciepła w określonym czasie), a następnie oszacowaniu zużycia ciepła w standardowym (nie rzeczywistym) sezonie grzewczym. Motywacją do poszukiwania metody pozwalającej na określenie charakterystyki energetycznej budynków na podstawie pomiarów był zapis Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady z 2010 – załącznik 1.

Zgadzamy się ze stwierdzeniem, że zyski ciepła (od ludzi i słońca) są ujęte w zmierzonym strumieniu ciepła dostarczonego do budynku. Natomiast w naszej metodzie, w celu wyznaczenia charakterystycznej wielkości dla budynku (R_z) porównuje się: zmierzony dostarczony do budynku strumień ciepła (w którym uwzględnione są już zyski ciepła) z obliczonym strumieniem ciepła wynikającym z bilansu cieplnego (a bilans cieplny złożony jest ze składników dotyczących przenikania ciepła przez przegrody oraz zysków ciepła od ludzi, urządzeń i słońca). Szacowanie zysków ciepła i wyodrębnienie ich w bilansie obliczeniowym pozwala na znalezienie (*metoda Solver*) wartości charakterystycznej dla budynku $\boldsymbol{R_z}$. Dlatego w artykule opisano w jaki sposób wyznaczane są zyski ciepła dla potrzeb zastosowania w prawej stronie równania przedstawionego w artykule (równanie 1).

W celu uzyskania akceptowalnej dokładności oszacowania zużycia ciepła w standardowym sezonie grzewczym (na potrzeby wyznaczenia charakterystyki energetycznej) przeprowadzono obszerne analizy wyboru najkrótszego możliwego okresu pomiarowego (ze względu na uciążliwość pomiarów, które muszą być przeprowadzone w budynku). Metodyka przedstawionych badań i ilustracja wyników została pozytywnie oceniona przez Recenzenta. W tym miejscu pragniemy zauważyć, iż prezentowane wyniki są nowe – dane do analiz pochodzą z pomiarów przeprowadzonych na rzeczywistym budynku oraz symulacji energetycznych przeprowadzonych na zwalidowanym rzeczywistym budynku.

Jeśli chodzi o uwagę odnośnie do oznaczenia mocy cieplnej (*„„P" a nie „Φ"*), to przyjęto takie oznaczenie ze względu na stosowanie go we wszystkich opracowaniach i publikacjach, które powstały w trakcie pracy w Projekcie Strategicznym, dla zachowania ciągłości i jednolitości, gdyby ktoś analizował szersze niż ten artykuł pozostałe nasze opracowania i inne artykuły z tego zakresu.

Ponadto chciałybyśmy ustosunkować się **do potrzeby podjęcia takiego tematu**:

W znowelizowanym Rozporządzeniu dotyczącym wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej *(Dz.U. 2014 poz. 888)* (projekt tej metody był znany od zeszłego roku) wprowadzono metodę wyznaczania charakterystyki energetycznej opartą na faktycznie zużytej ilości energii (średnia z ostatnich 3 lat poprzedzających wydanie świadectwa charakterystyki energetycznej). Nie przewidziano przeliczania zapotrzebowania na ciepło obliczonego na podstawie pomiarów w rzeczywistym sezonie grzewczym na warunki sezonu standardowego. Wiele autorytetów nie zgadza się z takim podejściem do „metody zużyciowej". Przyłączamy się do takich opinii i twierdzimy, że charakterystyka pomiarowa wyznaczona zgodnie z rozporządzeniem nie może być alternatywą dla charakterystyki energetycznej wykonywanej metodą obliczeniową, gdyż obliczeniowa odzwierciedla zapotrzebowanie na ciepło budynku w standardowym sezonie grzewczym, a pomiarowa w rzeczywistym sezonie grzewczym. Ponadto metoda ta ma ograniczoną możliwość zastosowania, gdyż odnosi się tylko do budynków zasilanych gazem lub ciepłem sieciowym, a nasza metoda bilansowa ma zastosowanie do wszystkich budynków.

Z przedstawionych przesłanek wynika konieczność podjęcia prezentowanej przez nas w artykule tematyki: wyznaczenie pomiarowej charakterystyki energetycznej rozumianej jako zużycie energii na cele ogrzewania i wentylacji w standardowym sezonie grzewczym, tym bardziej, że dotychczas prac takich w naszym kraju nie przeprowadzono, a za granicą w ograniczonym zakresie, głównie dla budynków małych, testowych, niezamieszkałych w trakcie pomiarów.

Z wyrazami szacunku
Aleksandra Specjał i Dorota Bartosz

■

[1] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 2010 w sprawie szczegółowych zasad kształtowania i kalkulacji taryf oraz zasad rozliczeń z tytułu zaopatrzenia w ciepło Dz.U.194/2010 poz.1291)