

Tomasz JARMUDA*

BADANIE TERMOGRAFICZNE POMIESZCZENIA Z KOMINKIEM OPALANYM BIOMASĄ W WARUNKACH NIEUSTALONYCH PRZEBIEGÓW TEMPERATURY

Artykuł przedstawia szczegółową analizę energetyczną domku jednorodzinne w aspekcie energooszczędności. W pracy przedstawiono wyniki zapotrzebowania domku jednorodzinne na energię ciepłą uzyskiwaną z odnawialnego źródła energii, jakim jest biomasa o wartości energetycznej 15 MJ/kg. Analiza energetyczno-ekologiczna obejmuje rzeczywiste strumienie energii w budynku, a bilans energetyczny rozpatrywany jest w tradycyjnych analizach zużycia energii. Określono zapotrzebowanie na energię do ogrzewania budynku, przeanalizowano warunki klimatyczne oraz temperaturę wewnętrzną pomieszczeń. Analiza zużycia energii ciepłej w budynku została przeprowadzona w oparciu o pomiary termowizyjne, wykonane kamerą termowizyjną typu SONEL KT 160A. Pomiary zostały przeprowadzone w pomieszczeniu domku jednorodzinne, gdzie znajduje się kominek z płaszczem wodnym, opalany biomasą. Wymiary pomieszczenia, gdzie przeprowadzono pomiary: $l = 7,20$ m (długość); $w = 3,80$ m (szerokość); $h = 2,60$ m (wysokość). Pomiary termowizyjne zostały wykonane w miejscowości Rogowo, dnia: 10.01.2013r. w godz. 15:30 - 16:00, przy temperaturze zewnętrznej powietrza $t_z = +4$ °C.

1. WSTĘP

Zużycie ciepła budynku jest funkcją szeregu czynników. Czynniki te można podzielić na cztery grupy. Pierwsza grupa to czynniki opisujące jakość ciepłą obudowy budynku. Druga grupa to sprawności cząstkowe (wytwarzania, przesyłu i regulacji, akumulacji oraz wykorzystania) instalacji wewnętrznych (centralnego ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji, przygotowania ciepłej wody użytkowej), które to z kolei oddziałują na sprawność użytkową tych systemów. Grupa trzecia to czynniki zewnętrzne w postaci warunków środowiska zewnętrznego (temperatury otoczenia, natężenia promieniowania słonecznego, prędkości wiatru, opadów atmosferycznych czy długości sezonu grzewczego). Ostatnia, czwarta grupa to czynniki określające sposób użytkowania budynku, często znacznie odbiegający od założeń projektowych. Przykładowo na zużycie ciepła w budynku znaczący wpływ będzie miała obecność lub brak systemu rozliczeń za pobrane ciepło (system bezpośredni – liczniki ciepła lub system pośredni – podzielniki kosztów) [16].

* Politechnika Poznańska.

Zagadnienia związane z poprawą efektywności energetycznej budynków mieszkalnych prezentowano m.in. w pracach [14, 15, 19], dla budynków edukacyjnych przedstawiono w publikacjach [5, 6-8, 9-13, 17], natomiast dla obiektów szpitalnych w badaniach [2, 3]. W myśl ustawy dotyczącej wspierania termomodernizacji i remontów [18], do przedsięwzięć termo modernizacyjnych zaliczamy ulepszenia, w wyniku których następuje przynajmniej od 10 do 25% (w zależności od typu modernizacji i wcześniejszych usprawnień) zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej [16].

2. INSTALACJA CENTRALNEGO OGRZEWANIA BUDYNKU

2.1. Instalacja grzewcza domu

Zaprojektowano instalację centralnego ogrzewania pompową, systemu zamkniętego z rozdziałem dolnym. Rozprowadzenie czynnika grzejnego w systemie dwururowym rozgałęzionym. Czynnikiem grzejnym jest woda o parametrach: $t = 90/70$ °C. Źródłem ciepła jest kominek z płaszczem wodnym, zainstalowany w salonie. Wymagana moc grzejna kominka (kocioł kominkowy LECHMA Poznań PL 190): $P = 19$ kW. Pompa elektryczna o parametrach: $U = 230/240$ V, $f = 50$ Hz, podgrzewacz wody o objętości $V = 140$ litrów, zbiornik wyrównawczy o objętości $V = 20$ litrów.

2.2. Przewody instalacji grzewczej

Prowadzenie rur w budynku zaprojektowano w systemie dwururowym. Czynnikiem grzejnym rozprowadzany jest do poszczególnych grzejników przewodami z rur PE z osłoną antydyfuzyjną, przeznaczonych do złącz zaciskowych z pierścieniem pełnym. Rury te stosowane są do pracy ciągłej w temp. $t = 95$ °C i ciśnieniu $p = 0,6$ MPa. Zaprojektowano prowadzenie rur PE w posadzce systemem „rura w rurze” tzn. rura PE w rurze osłonowej PESZEL. Rura osłonowa prowadzona w posadzce została zabetonowana po montażu. Unikano układania rur w linii prostej, stosując łagodne łuki, co dało efekt samokompensacji.

2.3. Grzejniki, armatura grzejnikowa i odcinająca

Jako elementy grzejne zainstalowano grzejniki stalowe, płytowe typu 22 V i 33V/ króćce przyłączeniowe oddolne z zaworem grzejnikowym i głowicą termostatyczną oraz ręcznym zaworem odpowietrzającym. Wykonaną instalację grzewczą poddano „płukaniu” i próbie ciśnieniowej. Całość prac wykonano zgodnie z „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych, cz. II – Roboty instalacji sanitarnych i przemysłowych”.

3. POMIARY TERMOWIZYJNE POMIESZCZENIA Z KOMINKIEM

3.1. Bilans energetyczny budynku

Badania termowizyjne pomieszczenia z kominkiem pozwoliły na określenie wartości parametrów poszczególnych obiektów. Parametry obiektu to: temperatura maksymalna i minimalna, maksymalna i minimalna emisyjność, wilgotność i temperatura otoczenia. Przeprowadzone badania termowizyjne stanowią początek badań, zmierzających w kierunku dokładnego określenia bilansu energetycznego obiektu budowlanego. Celem następnych badań jest dokonanie pomiarów termowizyjnych całego domu jednorodzinnego o następujących parametrach technicznych: powierzchnia zabudowy $S = 113,03 \text{ m}^2$, powierzchnia całkowita $S = 200,52 \text{ m}^2$, powierzchnia użytkowa części mieszkalnej $A = 141,44 \text{ m}^2$, kubatura części ogrzewanej $V = 604,7 \text{ m}^3$, współczynnik kształtu $A/V = 0,23 \text{ m}^2/\text{m}^3$, ogrzewanie – kominek z płaszczem wodnym na biomasę. Następnym etapem badań jest określenie bilansu energetycznego dla domu jednorodzinnego, zgodnie z równaniem (1).

$$\sum_i E_{d,i} = \sum_k E_{w,k} + \Delta E_u \quad (1)$$

gdzie: $E_{d,i}$ - strumień i-tej energii dostarczanej [$\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$], $E_{w,k}$ - strumień k-tej energii wyprowadzanej [$\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$], ΔE_u - strumień energii akumulowanej w budynku [$\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$] [1].

Uproszczony bilans energii roczny zapisuje się zwykle w postaci równania (2).

$$Q_h + Q_s + Q_i = Q_{sc} + Q_{st} + Q_w + Q_a + Q_g \quad (2)$$

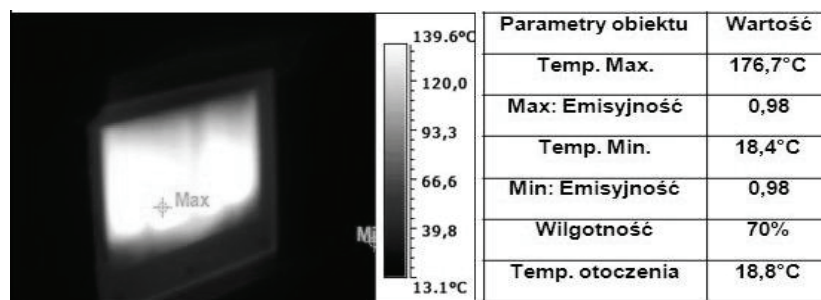
gdzie: Q_h - sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania [$\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$], Q_s - wykorzystane zyski ciepła od słońca [$\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$], Q_i - wykorzystane wewnętrzne zyski ciepła [$\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$], Q_{sc} - strata ciepła przez ściany zewnętrzne [$\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$], Q_{st} - strata ciepła przez stropodach [$\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$], Q_w - strata ciepła przez okna [$\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$], Q_a - ciepło pobrane na podgrzanie powietrza wentylacyjnego [$\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$], Q_g - strata ciepła do gruntu [$\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$] [1].

3.2. Badanie termowizyjne pomieszczenia z kominkiem

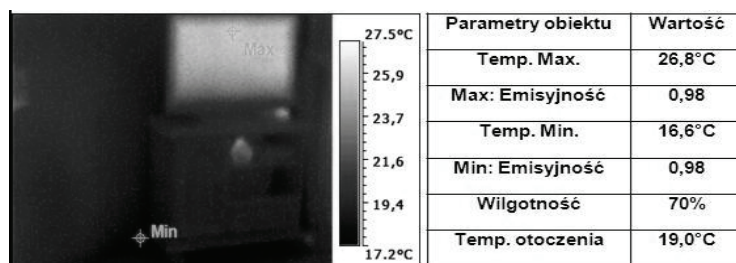
Termografia to proces obrazowania w paśmie średniej podczerwieni (długości fali od ok. $\lambda = 0,9 \mu\text{m}$ do $\lambda = 14 \mu\text{m}$). Pozwala on na rejestrację promieniowania ciepłego emitowanego przez ciała fizyczne w przedziale temperatur spotykanych w warunkach codziennych, bez konieczności oświetlenia ich zewnętrznym źródłem światła oraz dodatkowo, na dokładny pomiar temperatury tych obiektów. Termografia obecnie uważana jest za najbardziej atrakcyjną metodę pomiaru temperatury na odległość [20].

Badania termowizyjne w budownictwie wykorzystywane są do sprawdzania jakości i szczelności izolacji budynków. Są szybką, nowoczesną i niezawodną metodą diagnostyczną izolacyjności cieplnej budynków oraz jakości wykonania. Na wiarygodność pomiaru temperatury przy pomocy termowizji ma wpływ szereg czynników towarzyszących pomiarowi. Dokładny pomiar rozkładu temperatury wymaga dodatkowych zabiegów mających na celu określenie emisyjności badanej powierzchni, wyeliminowanie wpływu ewentualnych błędów w jej określeniu oraz określenie wpływu otoczenia na wynik pomiaru. Z powodu tych trudności w termowizyjnych badaniach izolacyjności cieplnej ścian budynków stosuje się na ogół podejście jakościowe lokalizując jedynie miejsca o podwyższonej temperaturze i tym samym o nadmiernych stratach ciepła, nie dążąc do wyznaczenia dokładnej wartości temperatury [20].

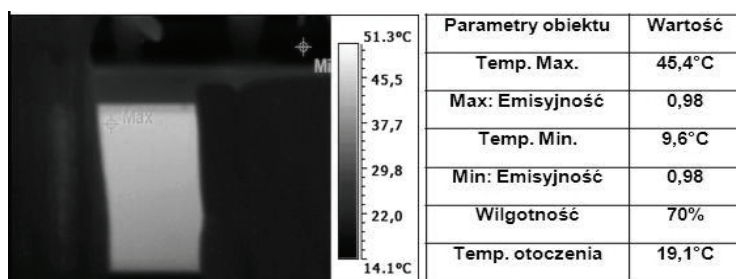
Na rysunku 1-12 przedstawiono termogramy, wykonane kamerą termowizyjną typu SONEL KT 160A o wysokiej rozdzielczości. Termogramy stanowią zapis obrazu cieplnego obiektów wraz z izotermami. Barwy widoczne na obrazie termogramu są umownie przypisane do poszczególnych wartości temperatur.



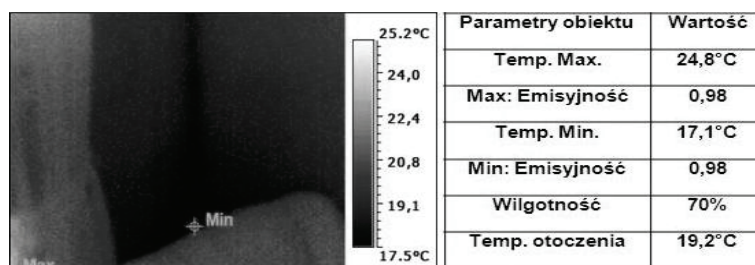
Rys. 1. Pomiar termowizyjny - termogram nr 1



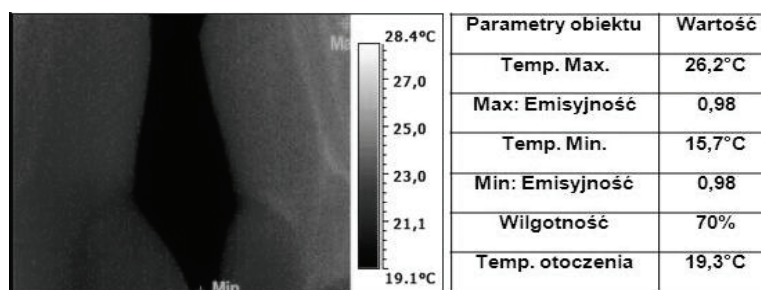
Rys. 2. Pomiar termowizyjny - termogram nr 2



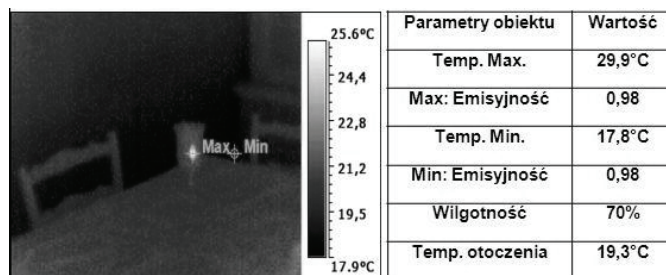
Rys. 3. Pomiar termowizyjny - termogram nr 3



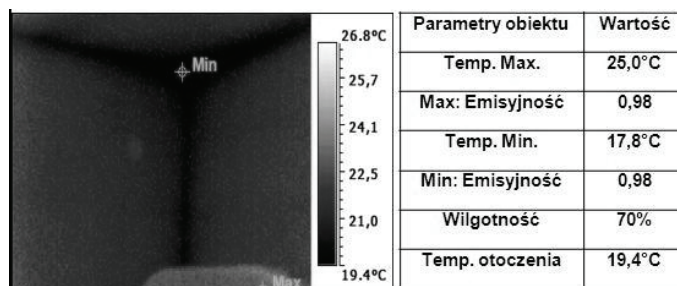
Rys. 4. Pomiar termowizyjny - termogram nr 4



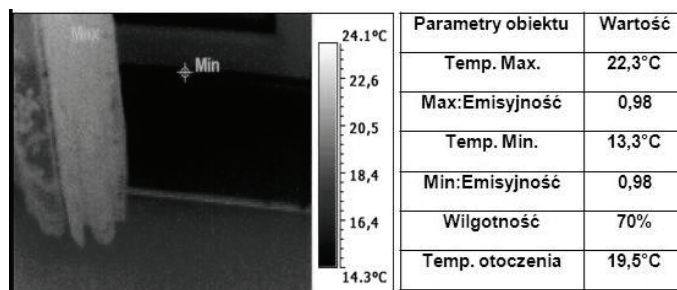
Rys. 5. Pomiar termowizyjny - termogram nr 5



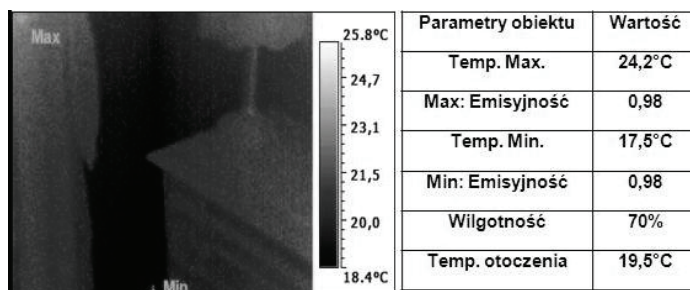
Rys. 6. Pomiar termowizyjny - termogram nr 6



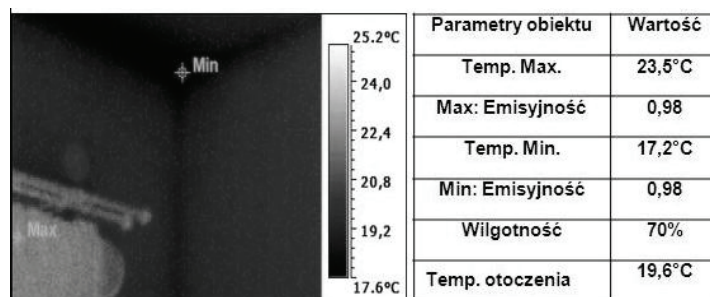
Rys. 7. Pomiar termowizyjny - termogram nr 7



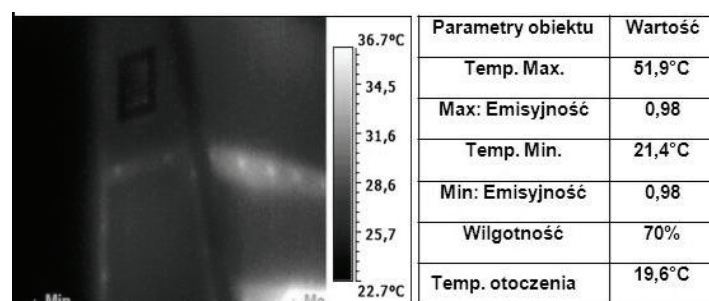
Rys. 8. Pomiar termowizyjny - termogram nr 8



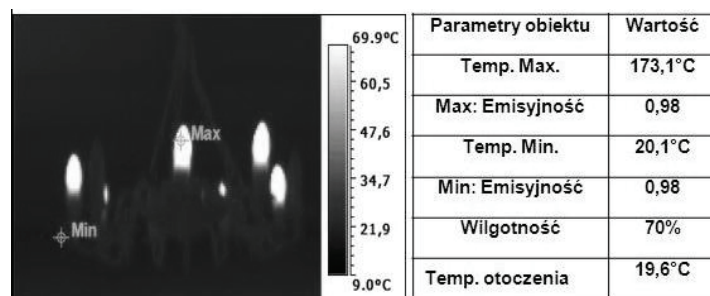
Rys. 9. Pomiar termowizyjny - termogram nr 9



Rys. 10. Pomiar termowizyjny - termogram nr 10



Rys. 11. Pomiar termowizyjny - termogram nr 11



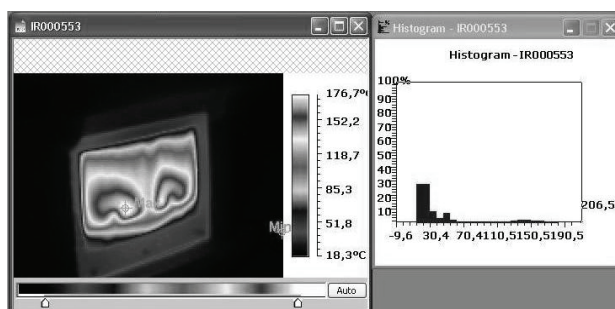
Rys. 12. Pomiar termowizyjny - termogram nr 12

4. BADANIE TERMOGRAFICZNE POMIESZCZENIA Z KOMINKIEM

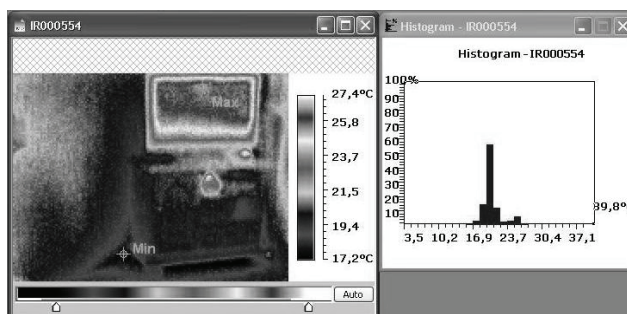
4.1. Analiza komputerowa termogramów

Badaniu termograficznemu poddano pomieszczenie o wymiarach: $l = 7,20$ m (długość); $w = 3,80$ m (szerokość); $h = 2,60$ m (wysokość). Powierzchnia użytkowa pomieszczenia: $A = 27,36$ m². Kubatura części ogrzewanej

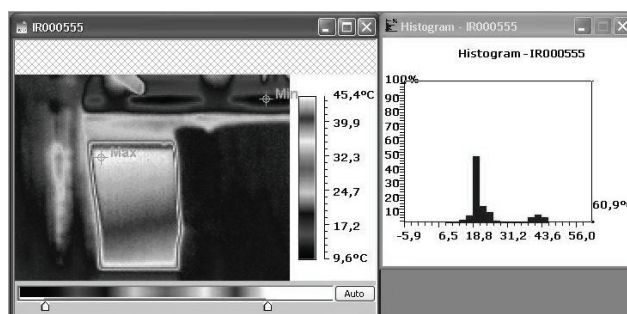
pomieszczenia: $V = 71,14 \text{ m}^3$. Współczynnik kształtu pomieszczenia: $A/V = 0,38 \text{ m}^2/\text{m}^3$. Analiza komputerowa termogramów została przeprowadzona przy użyciu specjalistycznego oprogramowania Sonel ThermoAnalyze. Komputerowe wersje termogramów zaprezentowano na rys. 13-24. Dla każdego termogramu wygenerowano histogram, który w sposób graficzny prezentuje procentowy udział poszczególnych wartości temperatur badanego obiektu. Z każdego termogramu możemy odczytać maksymalną i minimalną wartość temperatury, są to punkty opisane na termogramie jako Min i Max.



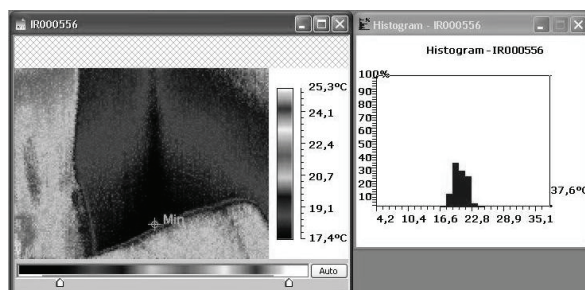
Rys. 13. Analiza komputerowa termogramu nr 1



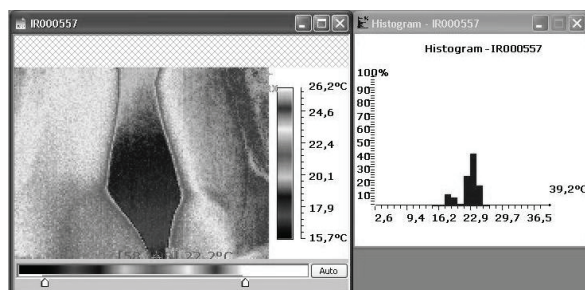
Rys. 14. Analiza komputerowa termogramu nr 2



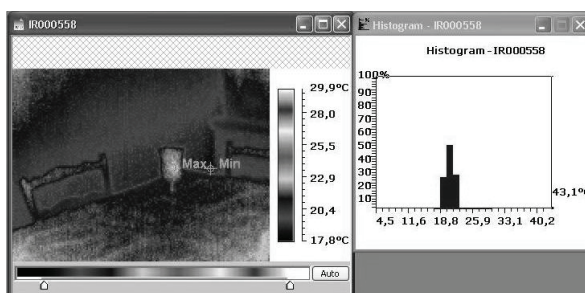
Rys. 15. Analiza komputerowa termogramu nr 3



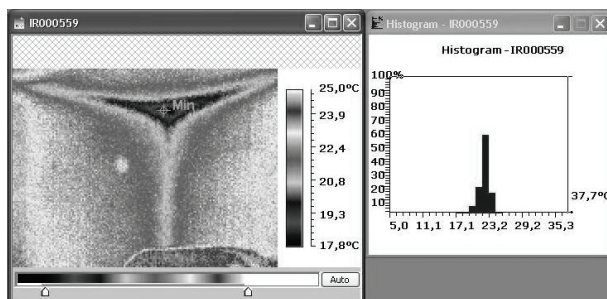
Rys. 16. Analiza komputerowa termogramu nr 4



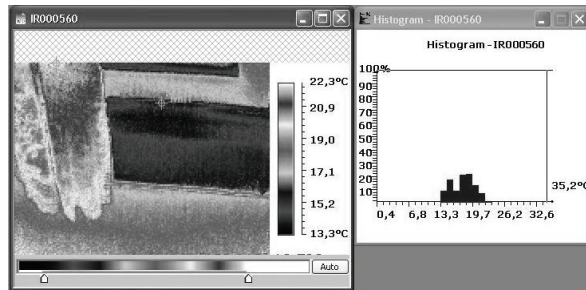
Rys. 17. Analiza komputerowa termogramu nr 5



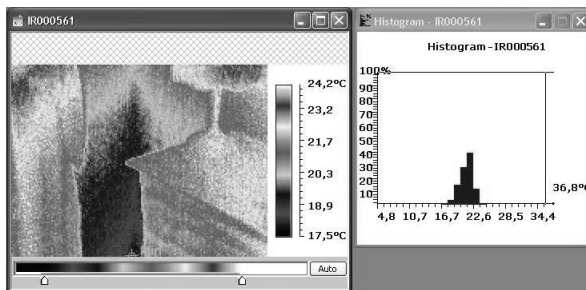
Rys. 18. Analiza komputerowa termogramu nr 6



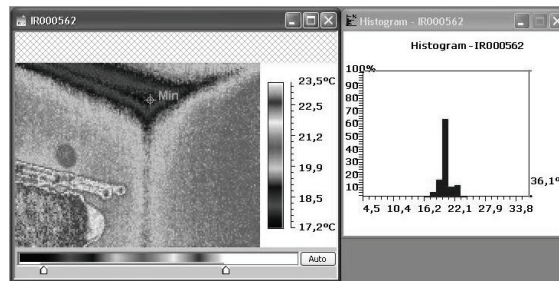
Rys. 19. Analiza komputerowa termogramu nr 7



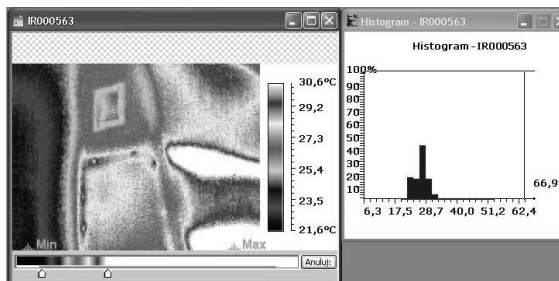
Rys. 20. Analiza komputerowa termogramu nr 8



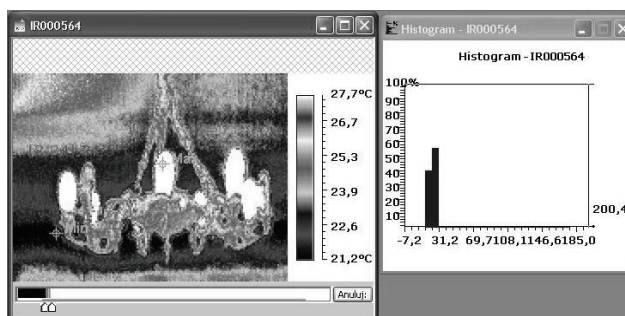
Rys. 21. Analiza komputerowa termogramu nr 9



Rys. 22. Analiza komputerowa termogramu nr 10



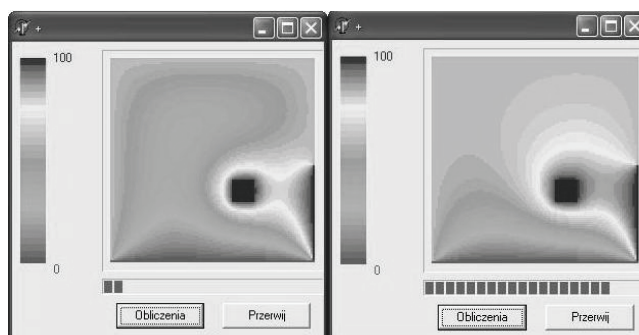
Rys. 23. Analiza komputerowa termogramu nr 11



Rys. 24. Analiza komputerowa termogramu nr 12

4.2. Symulacja komputerowa rozkładu temperatury

Symulację komputerową rozkładu temperatury w [°C] na parterze domku jednorodzinnygo typu „eko-building”, wyposażonego w nowoczesny kominek z płaszczem wodnym, opalanym biomasą o wartości energetycznej 15 MJ/kg, zamodelowano w programie Delphi 7 i przedstawiono na rys. 25 [4].



Rys. 25. Symulacja komputerowa rozkładu temperatury w pomieszczeniu z kominkiem

5. PODSUMOWANIE

Analiza termowizyjna pomieszczenia z kominkiem, opalanym biomasą została przeprowadzona w warunkach niestabilnych przebiegów temperatury, tzn. w czasie wykonywania pomiarów w pomieszczeniu miały miejsce zmienne w czasie przebiegi temperatury oraz zmienne w czasie, często przypadkowe, wewnętrzne zyski energii. Takie przebiegi procesów niestabilnych odbywają się w obiekcie w sposób ciągły. Ich uwzględnienie w bilansie energii budynku wymaga stosowania szczególnych narzędzi obliczeniowych, które biorą pod uwagę wszystkie założone w rozpatrywanym obiekcie czynniki, łącznie z ich dynamiką, mające wpływ na przebieg procesów przepływu ciepła i zużycie energii [1].

Dlatego w celu dalszej realizacji badań, związanej z określeniem bilansu energetycznego domku jednorodzinny, zastosowane będzie specjalistyczne oprogramowanie komputerowe Matlab&Simulink i moduły obliczeniowe, przeznaczone do opracowań symulacyjnych : Control System Toolbox, Optimization Toolbox, Simulink Control Design, Simulink Design Optimization. Zastosowany też będzie specjalistyczny rejestrator USB temperatury EL-USB-1-LCD, który rejestruje temperaturę w zakresie od $t = -35^{\circ}\text{C}$ do $t = +80^{\circ}\text{C}$, ma wbudowaną funkcję próbkowania od $T = 10$ s do $T = 12$ h oraz zapisuje do 16382 odczytów.

Analiza zużycia energii cieplnej w budynku została przeprowadzona w oparciu o pomiary termowizyjne, wykonane kamerą termowizyjną typu SONEL KT 160A. Pomiary zostały przeprowadzone w pomieszczeniu domku jednorodzinny, gdzie znajduje się kominek z płaszczem wodnym, opalany biomasą. Pomiary termowizyjne zostały wykonane w miejscowości Rogowo, dnia: 10.01.2013r. w godz. 15:30 - 16:00, przy temperaturze zewnętrznej powietrza $t_z = +4^{\circ}\text{C}$. Badaniu termograficznemu poddano pomieszczenie o wymiarach: $l = 7,20$ m (długość); $w = 3,80$ m (szerokość); $h = 2,60$ m (wysokość). Powierzchnia użytkowa pomieszczenia: $A = 27,36$ m². Kubatura części ogrzewanej pomieszczenia: $V = 71,14$ m³. Współczynnik kształtu pomieszczenia: $A/V = 0,38$ m²/m³. W trakcie pomiarów, temperatura otoczenia wewnątrz pomieszczenia zmieniała się od wartości $t_w = 18,8^{\circ}\text{C}$ do wartości $t_w = 19,6^{\circ}\text{C}$, wilgotność względna powietrza miała stałą wartość $f = 70\%$, średnia emisyjność o wartości $\varepsilon = 0,98$. Maksymalna temperatura o wartości $t_{\max} = 176,7^{\circ}\text{C}$ została zarejestrowana na termogramie nr 1 (w kominku), natomiast minimalna temperatura o wartości $t_{\min} = 9,6^{\circ}\text{C}$ została zarejestrowana na termogramie nr 3 (przy oknie). Z kolei maksymalna temperatura, uzyskana na grzejniku to wartość $t_{\max} = 51,3^{\circ}\text{C}$.

Analiza komputerowa termogramów została przeprowadzona przy użyciu specjalistycznego oprogramowania Sonel ThermoAnalyze. Dla każdego termogramu wygenerowano histogram, który w sposób graficzny prezentuje procentowy udział poszczególnych wartości temperatur badanego obiektu. Zakres temperatur dominujących na histogramach mieści się w przedziale od wartości $t_w = 18^{\circ}\text{C}$ do wartości $t_w = 22^{\circ}\text{C}$, przy 40-60% udziale tych wartości temperatur.

Rzeczywiste strumienie energii w budynku określamy na podstawie: wymiarów budynku, charakterystyki energetycznej przegród zewnętrznych z punktu widzenia wymiany ciepła, ilości i parametrów dostarczanego powietrza wentylacyjnego. Działania techniczne w celu zmniejszenia zużycia energii do ogrzewania są realizowane przez: zwiększenie izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych budynku, wykorzystanie energii promieniowania słonecznego i środowiska zewnętrznego (energia otoczenia, geotermalna), stosowanie automatycznej regulacji dostarczania ciepła odpowiednio do miejsca rzeczywistego zapotrzebowania, zmniejszenie strat ciepła w urządzeniach wytwórczych oraz strat przesyłania ciepła do strefy ogrzewanej budynku [1].

W przyszłości, badania mają na celu określenie maksimum komfortu oraz minimum kosztów, co związane jest z przedstawieniem charakterystyki energetycznej budynku. Ważne jest, aby właściwie określić graniczne wartości wskaźnika zużycia energii pierwotnej, graniczne wartości współczynnika przenikania ciepła, odpowiednio opisać wymagania w zakresie powierzchni okien i właściwości szyb oraz wymagania w zakresie szczelności na przenikanie powietrza. Dopiero uwzględnienie tych wszystkich czynników pozwoli na właściwe obliczenie bilansu energetycznego domku jednorodzinne.

LITERATURA

- [1] Górzyński J., Podstawy analizy energetycznej obiektów budowlanych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2012, s. 52-55, 58.
- [2] Jachura A., Sekret R., Racjonalizacja gospodarki energetycznej systemów budowlano-instalacyjnych na przykładzie obiektu służby zdrowia, Budownictwo i Inżynieria Środowiska, 2010, Vol. 1, No. 1, s. 25-32.
- [3] Jachura A., Turski M., Sekret R., Efektywność energetyczna systemu zaopatrzenia w energię obiektu szpitalnego. Rynek Ciepła 2011, Materiały i studia, Wydawnictwo KAPRINT, Lublin, 2011.
- [4] Jarmuda T., Putz Ł., Energy consumption optimization in smart electrical energy networks on the basis of computer simulations in Delphi 7.0, Published by Poznan University of Technology. Academic Journals. Electrical Engineering 67-68, Poznan, 2011, s. 131-138.
- [5] Lis P., Sekret R., Budynki o radykalnie obniżonym zapotrzebowaniu na energię do ogrzewania. Budownictwo o zoptymalizowanym potencjale energetycznym, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa, 2008, s. 199-208.
- [6] Lis P., Sekret R., Zmniejszenie energochłonności ogrzewania na przykładzie zespołu budynków administrowanych przez jeden podmiot. Współczesne tendencje rozwoju budownictwa miejskiego i przemysłowego, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa, 2008, s. 221-229.
- [7] Lis P., Sekret R., Racjonalizacja gospodarki ciepłem w zespole budynków użyteczności publicznej, Polski Instalator, 2008, Nr 10, s. 30-32.
- [8] Lis P., Sekret R., Tendencje w kształtowaniu istniejących budynków edukacyjnych i ich wpływ na energochłonność ogrzewania. Budownictwo niskoenergetyczne, IX Międzynarodowe Seminarium Naukowo-Techniczne. Problemy projektowania, realizacji i eksploatacji budynków o niskim zapotrzebowaniu na energię, ENERGODOM 2008, Kraków, 2008, s. 313-320.
- [9] Lis P., Sekret R., Efektywność energetyczna źródeł ciepła w zbiorowości budynków edukacyjnych, Energia i Budynek, 2009, Nr 9, s. 42-45.
- [10] Lis P., Sekret R., Możliwości poprawy efektywności energetycznej źródeł ciepła w zbiorowości budynków edukacyjnych. Fizyka Budowli w Teorii i Praktyce. Czasopismo Naukowe Sekcji Fizyki Budowli Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej Polskiej Akademii Nauk, tom IV, Wydawca: Katedra Fizyki Budowli i Materiałów Budowlanych Politechniki Łódzkiej, 2009, s. 135-140.

- [11] Lis P., Sekret R., Racjonalizacja gospodarki ciepłem w zespole budynków użyteczności publicznej. *Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja*, 2008, Nr 9.
- [12] Lis P., Sekret R., Tendencje w kształtowaniu istniejących budynków edukacyjnych i ich wpływ na energochłonność ogrzewani, *Czasopismo Techniczne - Budownictwo*, Nr 1-B/2009, z. 5, Rok 106, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków, 2009, s. 175-182.
- [13] Lis P., Sekret R., Aspekt ekonomiczny inwestycji termo modernizacyjnych w jednolitej zbiorowości budynków, *Polski Instalator*, 2009, Nr 1, s. 28-30.
- [14] Sanytsky M., Sekret R., Wójcikiewicz M., Energetic and ecological analysis of energy-saving and passive houses, *SSP – Journal of Civil Engineering*, 2012, Vol. 7, Issue 1.
- [15] Sanytsky M., Wójcikiewicz M., Sekret R., Charakterystyka energetyczno - ekonomiczna budynków jednorodzinnych. *Budownictwo o zoptymalizowanym potencjale energetycznym*, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa, 2011.
- [16] Sekret R., Efekty środowiskowe systemów zaopatrzenia budynków w energię, *Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej*, Częstochowa, 2012, s. 91, 92.
- [17] Sekret R., Lis P., Nowak W., Efektywność energetyczna, ekonomiczna, ekologiczna racjonalizacji gospodarki ciepłem w obiektach Politechniki Częstochowskiej. *Zaopatrzenie w energię gminy – nowoczesne technologie produkcji energii z węgla i biomasy dla ciepłownictwa i indywidualnego ogrzewnictwa*, Konferencja Naukowo-Techniczna, Częstochowa, 2006, s. 22-23.
- [18] USTAWA z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów, *Dz.U.* 2008, Nr 223, poz. 1459.
- [19] Wójcikiewicz M., Sanytsky M., Sekret R., Wpływ parametrów systemu budowlano – instalacyjnego na wskaźniki energetyczne budynków jednorodzinnych. *Aparatura Badawcza i Dydaktyczna*, Wydawnictwo ABID, Nr 2, s. 69-75, 2010.
- [20] www.pl.wikipedia.org/wiki/termografia, dn. 05.02.2013r., godz. 14:00.

THERMOGRAPHIC TESTING OF A ROOM WITH A FIREPLACE FUELED WITH BIOMASS IN TRANSIENT TEMPERATURE CONDITIONS

The article presents a detailed energy analysis of a family house, focused on its energy efficiency. The work presents the demand of the family house for thermal energy obtained from a renewable energy source in the form of biomass with the energy value of 15 MJ/kg. The energy and environmental study includes the actual energy fluxes in the building, and the energy balance is analyzed according to the traditional mode of analysis of energy consumption. The energy value needed to heat the building was determined and the climate conditions as well as room temperature values were analyzed. The analysis of thermal energy consumption in the building was conducted on the basis of thermal imaging measurements performed with a thermal imaging camera of the SONEL KT 160A type. The measurements were performed in a room inside the family house where a fireplace with a water jacket fueled with biomass is located. The dimensions of the room where the measurements were performed are as follows: $l = 7,20$ m (length); $w = 3,80$ m (width); $h = 2,60$ m (height). Thermal imaging measurements were performed in Rogowo on 10.01.2013 between 3:30 p. m. - 4:00 p. m. at the external air temperature of $t_e = +4$ °C.