

- $q_{sol,r}$  – strumień ciepła promieniowania słonecznego bezpośredniego (D), rozproszonego (S) przepuszczony bezpośrednio przez przegrodę,  $W/m^2$ ,  
 $\lambda_{eq}$  – zastępczy współczynnik przewodzenia ciepła przegrody przezroczystej,  $W/(m \cdot K)$ .

## LITERATURA

- [1] Arasteh Dariush, Christian Kohler, Brent Griffith. 2009. „Modeling Windows in Energy Plus with Simple Performance Indices”, *Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory*.
- [2] Capperucci Riccardo, Roel Loonen, Jan Hensen, Alexander Rosemann. 2018. „Angle-dependent optical properties of advanced fenestration systems – Finding a right balance between model complexity and prediction error”. *Building Simulation* 11(2018).
- [3] Chwieduk Dorota. 2009. „Bilans cieplny pomieszczenia z uwzględnieniem energii promieniowania słonecznego”. *Fizyka Budowli w teorii i praktyce*, tom IV: 19-22.
- [4] Duffie John, William Beckman. 2013. „Solar Engineering of Thermal Processes”. *John Wiley & Sons*.
- [5] He Huishan, Rufe Wang, Wasilowski Samuelson Holly. 2017. „Improving window selection: a new workflow and tool for architects/engineers”, Materiały konferencyjne *Applied To Building Simulation*, San Francisco, sierpień 2017.
- [6] Kisilewicz Tomasz. 2013. „Przeznaczanie budynków niskoenergetycznych”. *Napędy i sterowanie* (12): 65-69.
- [7] Liu Mingzhe, Wittchen Kim Bjarn, Heiselberg Per Kvoles, Winther Frederik Vildbrad. 2014. „Development and sensitivity study of a simplified and dynamic method for double glazing facade and verified by a full-scale facade element”. *Energy and Buildings* (68): 432-443.
- [8] Minkowycz W.J., E.M. Sparrow, J.Y. Murthy. 2006. „Handbook of numerical heat transfer”. *John Wiley & Sons*.
- [9] Nuncara Antonio, Marino Concettina, Pietrafesa Matilde. 2017. „Thermal comfort in indoor environment: Effect of the solar radiation on the radiant temperature asymmetry”. *Solar Energy* (144): 295-309.
- [10] Pawlak Filip, Andrzej Górka. 2019. „Energia słoneczna a budynek, Modelowanie matematyczne parametrów promieniowania słonecznego docierającego do przegrody przezroczystej”, *Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja* 50 (8):335-339.
- [11] Pelech Aleksander. 2008. „Wentylacja i klimatyzacja – podstawy”, *Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej*.
- [12] Szargut Jan. 1992. „Modelowanie numeryczne pól temperatury”. *Wydawnictwa Naukowo-Techniczne*.
- [13] Szczeniak Sylwia, Aleksandra Sierota. 2016. „Natężenie promieniowania słonecznego w obliczeniach bilansu ciepła dla pomieszczeń”, *Interdyscyplinarne Zagadnienia w Inżynierii i Ochronie Środowiska*, Tom 8.
- [14] Warner J.L., J.H. Klems, G.O. Kelley. 1995. „A New Method for Predicting the Solar Heat Gain of Complex Fenestration Systems”. *ASHRAE Solar Heat Gain Project 548 – RP, Final Report*.
- [15] PN-EN 410:2011. Szkło w budownictwie – Określanie świetlnych i słonecznych właściwości oszklenia.
- [16] PN-EN 673:2011. Szkło w budownictwie – Określenie współczynnika przenikania ciepła (wartość  $U$ ) – Metoda obliczeniowa.
- [17] PN-EN ISO 52016-1:2019-09. Energetyczne właściwości użytkowe budynków – Zapotrzebowanie na energię do ogrzewania i chłodzenia, wewnętrzne temperatury oraz jawne i utajone obciążenia cieplne – Część 1: Procedury obliczania.
- [18] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 14 listopada 2017 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
- [19] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.
- [20] Rubin M., R. Powles K. von Rottkay. 1999. „Models for the angle-dependent optical properties of coated glazing materials”. *Solar Energy* Vol. 66, No. 4, 267-276.
- [21] Statystyczne dane klimatyczne do obliczeń energetycznych budynków wg Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej Ministerstwa Inwestycji i Rozwoju: <https://www.mir.gov.pl/strony/zadania/budownictwo/charakterystyka-energetyczna-budynkow/dane-do-obliczen-energetycznych-budynkow-1/> (dostęp 17.12.2018 r.).
- [22] Strona internetowa Saint-Gobain, program on-line do obliczania parametrów energetycznych przeszkleń Calumen: <http://calumenlive.com> (dostęp 17.12.2018 r.).
- [23] Owczarek Zbigniew. 2009. „Wpływ nachylenia okien i szyb zespolonych na współczynnik przenikania ciepła”, *Prace instytutu techniki budowlanej – kwartalnik nr 2* (150) 2009.



Narodowe Centrum  
Badań i Rozwoju

Unia Europejska  
Europejski Fundusz  
Rozwoju Regionalnego



Pracownicy Politechniki Lubelskiej (Lider) wraz Zakładem Elektroniki i Automatyki FRISKO s.c. (Konsorcjant) rozpoczęli realizację projektu badawczego pt: *Opracowanie innowacyjnego systemu sterowania dostawą ciepła na potrzeby ogrzewania obiektów istniejących i nowo powstających (POIR.04.01.02-00-0012/18-00)*

Celem projektu jest opracowanie innowacyjnego systemu sterowania dostawą ciepła do budynków istniejących i nowo powstających na potrzeby ogrzewania, który pozwoli na zapewnienie komfortu cieplnego użytkownikom oraz osiągnięcie oszczędności zużycia ciepła. Proponowany system sterowania układów ogrzewczych będzie wykorzystywał odpowiednio opracowane algorytmy prognozowania zużycia ciepła z uwzględnieniem głównych czynników (zewnętrznych i wewnętrznych) wpływających na ilość ciepła kierowaną do instalacji ogrzewczej ze źródła ciepła, co pozwoli na uzyskanie oszczędności zużycia ciepła na poziomie co najmniej 10% w skali sezonu ogrzewczego. Badania nad innowacyjnym systemem sterowania instalacji ogrzewczych będą prowadzone w pierwszej kolejności w skali laboratoryjnej (optymalizacja rodzajów architektury zewnętrznego systemu informatycznego oraz modułu czy też sterownika prognozowego instalowanego w obiektach), a następnie weryfikowane w pełnej skali w istniejących budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej zlokalizowanych w województwie lubelskim. Na każdym etapie

badania układ będzie kompleksowo analizowany i optymalizowany, a wybór rozwiązań będzie wykonywany po spełnieniu rygorystycznych kryteriów technologicznych, energetycznych oraz ekonomicznych. Opracowany system sterowania będzie stanowił nowość przeznaczoną do obiektów istniejących, jak i nowo powstających i pozwoli na zmniejszenie zużycia ciepła.

- Oś priorytetowa: **Zwiększenie potencjału naukowo-badawczego**
- Działanie: **Badania naukowe i prace rozwojowe**
- Poddziałanie: **Regionalne agendy naukowo-badawcze**
- Okres realizacji projektu: **od 01.04.2019 do 31.03.2022**
- Lider: **Politechnika Lubelska**
- Konsorcjant: **Zakład Elektroniki i Automatyki FRISKO s.c. Piotr Friedrich, Kazimierz Skołud**
- Kierownik B+R: **dr inż. Tomasz Cholewa**
- Koszt całkowity projektu: **1 258 991,04 zł**

Więcej informacji na stronie:  
<http://wis.pollub.pl/pl/projekty/forheat>