

Analiza danych typowego roku meteorologicznego wykorzystywanych w symulacjach komputerowych budynków o wysokiej sprawności funkcjonowania w projektowaniu architektonicznym



dr inż. arch.
DARIUSZ MASŁY
 Wydział Architektury
 Politechnika Śląska
ORCID: 0000-0002-6961-7725

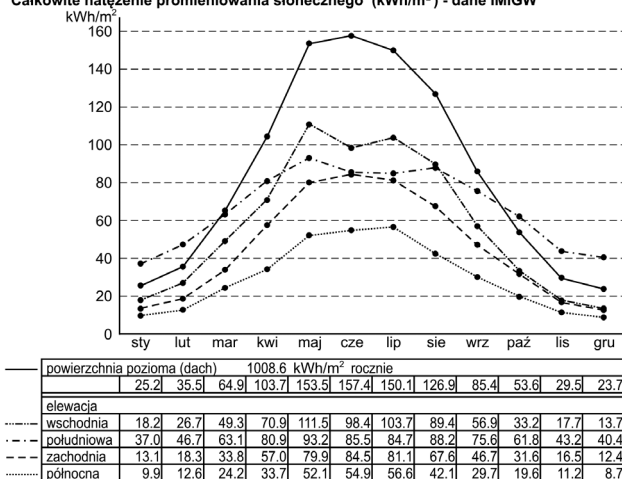
W artykule opisano projekt mający na celu komputerowe przeanalizowanie i porównanie dostępnych danych godzinowych typowego roku meteorologicznego (TRM), dla Krakowa Balic, opracowanych przez IMiGW, dostępnych w materiałach archiwalnych ministerstwa właściwego do spraw budownictwa i mieszkalnictwa (ISO) oraz opracowanych w ramach projektów badawczych wykonanych przez ASHRAE.

Wprowadzenie

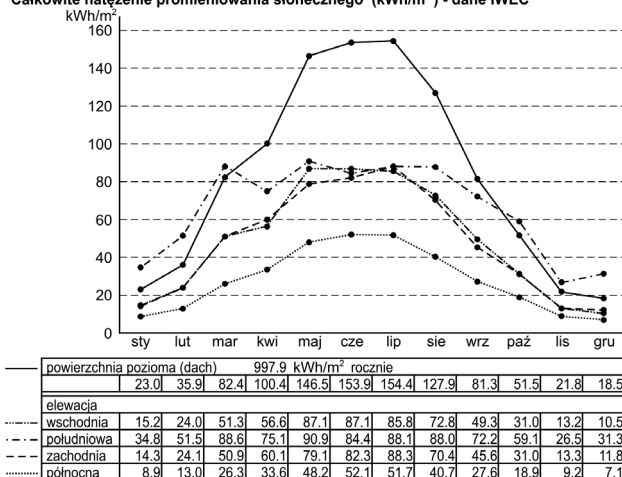
Wykorzystanie wiarygodnych informacji na temat warunków klimatycznych w najnowszej generacji symulacjach komputerowych sprawności funkcjonowania budynków (Building Performance Analysis), stosowanych w projektowaniu architektonicznym budynków o wysokiej sprawności funkcjonowania (WSF), jest nadrzędnym wymogiem z uwagi na możliwość obarczenia ich wynikami błędem. Budynki dzięki odpowiedniemu doborowi rozwiązań funkcjonalno-użytkowych, konstrukcyjno-materiałowych, techniki instalacyjnej i automatyki, które prawidłowo reagują na uwarunkowania klimatyczne, są obiektami o istotnie ograniczonym zapotrzebowaniu na energię [1]. Dlatego uwzględnienie uwarunkowań klimatycznych w komputerowych symulacjach przeprowadzanych na początku procesu projektowania architektonicznego jest tak ważne [2]. Dzięki temu możliwe jest podjęcie właściwych decyzji projektowych.

Celem pracy naukowej było komputerowe przeanalizowanie i porównanie dostępnych danych godzinowych typowego roku meteorologicznego (TRM), dla miasta Krakowa (stacja meteorologiczna odniesienia Kraków Balice), opracowanych przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMiGW), umieszczonych na stronie internetowej mi-

Całkowite natężenie promieniowania słonecznego (kWh/m²) - dane IMiGW



Całkowite natężenie promieniowania słonecznego (kWh/m²) - dane IWEK



Rys. 1. Miesięczne całkowite natężenie promieniowania słonecznego dla powierzchni pionowych o różnej orientacji – Kraków Balice (opracowanie: D. Masły)

nisterstwa właściwego do spraw budownictwa i mieszkalnictwa – pliki ISO (TRM według EN ISO 15927-4:2005) [3] (obecnie dostępnych w materiałach archiwalnych) [4] oraz opracowanych w ramach projektów badawczych wykonanych przez ASHRAE (International Weather for Energy Calculation – IWEC). W danych IMiGW oraz opracowanych na ich podstawie plikach ISO zauważono nieprawidłowość. Całkowite natężenie promieniowania słonecznego w okresie letnim, obliczone z danymi IMiGW dla różnych orientacji elewacji – południowej, północnej, wschodniej i zachodniej – jest najwyższe na elewacji wschodniej. Jest wyższe od natężenia na elewacji południowej.

Metody badań

W obliczeniach były wykorzystywane dane TRM. Takie dane zawierają między innymi informacje godzinowe o całkowitym, bezpośrednim i rozproszonym natężeniu promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą oraz o zachmurzeniu. W oparciu o wczytane dane klimatyczne symulowano miesięczne całkowite natężenie promieniowania słonecznego docierającego do elewacji o różnych orientacjach względem stron świata (rys. 1). Symulacje wykonano w środowisku oprogramowania DIVA według instrukcji umieszczonej na stronie Solemma [5] (do obliczeń zaangażowane są w środowisku Grasshopper programy Daysim i EnergyPlus za pośrednictwem zestawu narzędzi DIVA). Oprogramowanie Daysim wykorzystuje dane opisujące bezpośrednie i rozproszone natężenie promieniowania słonecznego. Pytaniem pozostaje, jakie charakterystyki opisują bezpośrednie promieniowanie słoneczne zapisane w pliku TRM IMiGW. W odniesieniu do danych IWEC jest to promieniowanie bezpośrednie padające na powierzchnię prostopadłą do kierunku promieniowania, natomiast w pliku ISO zapisano bezpośrednie natężenie promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą.

W celu znalezienia przyczyny zauważonych nieprawidłowości wykonano mapy czasowe natężenia słonecznego promieniowania całkowitego na powierzchnię poziomą (rys. 2), pionową południową (rys. 3.) i pionową wschodnią (rys. 4.) w programie Climate Consultant.

Wyniki

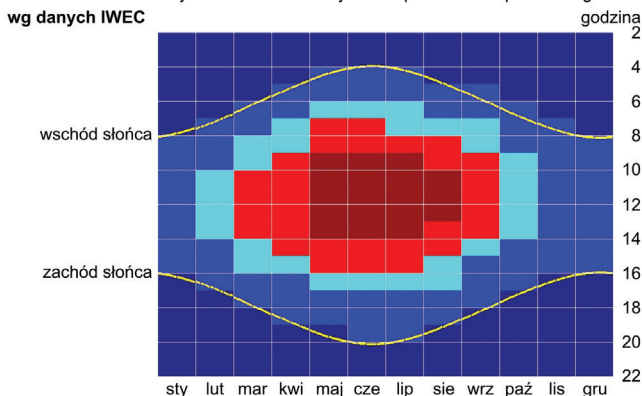
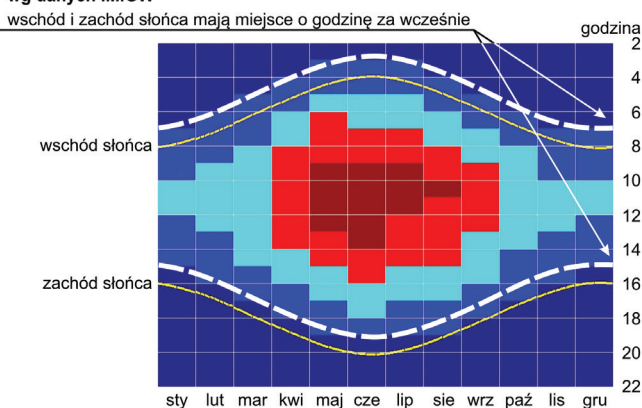
Na rys. 1. widoczne jest, że natężenie promieniowania słonecznego w okresie letnim obliczone z danymi IMiGW jest najwyższe na elewacji wschodniej, wyższe od elewacji południowej. Autor wykonał symulacje kontrolne również dla wybranych miast europejskich z danymi ASHRAE i sytuacja taka nigdzie nie występuje, co jest logiczne. Na naszej szerokości geograficznej natężenia na elewacji wschodniej oraz zachodniej powinny być porównywalne, natomiast na południowej zauważalnie wyższe. Anomalie tego typu można by pewnie zaobserwować w miejscach, gdzie przez cały rok niebo jest zachmurzone.

Na rys. 2. widać przyczynę opisanej sytuacji. Według danych IMiGW słońce w Krakowie „wschodzi przed rzeczywistym wschodem słońca”, więc oczywiste jest, że przez najdłuższy okres świeci po stronie wschodniej. Autor nie potrafi wyjaśnić natury tego błędu. Pojawia się pytanie, czy jest to jedynie błędnie zapisana pierwsza godzina dla ciągu wierszy z danymi i w prosty sposób można cały zestaw roczny skorygować czy dane np. temperatury powietrza są prawidłowe, a jedynie natężenie promieniowania słonecznego zostało przesunięte. Zalecane byłoby przeprowadzenie podobnych analiz z użyciem innego oprogramowania, sprawdzenie otrzymanych wyników i porównanie z wynikami otrzymanymi przez autora.

Dyskusja

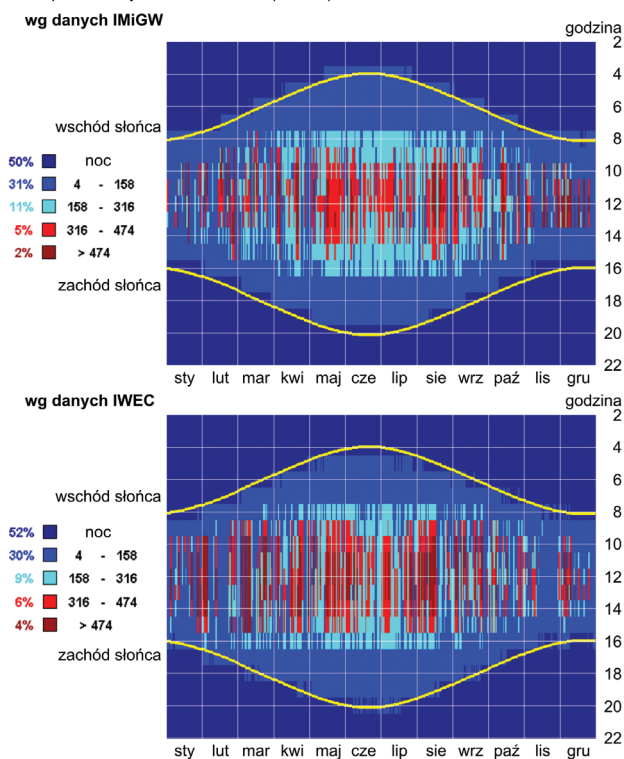
Należy postawić pytanie, dlaczego opisany błąd nie został wcześniej dostrzeżony, skoro dane TRM IMiGW opracowano ponad 20 lat temu. Autor stawia hipotezę, że oprogramowanie symulacyjne stosowane przez projektantów instalacji HVAC wykorzystuje do obliczeń za potrzebowania na energię i moc na potrzeby ogrzewania i/lub chłodzenia głównie informacje na temat temperatury powietrza zewnętrznego. W przypadku tych danych anomalia nie występuje (autor wyko-

Całkowite natężenie promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą (Wh/m²) wg danych IMiGW

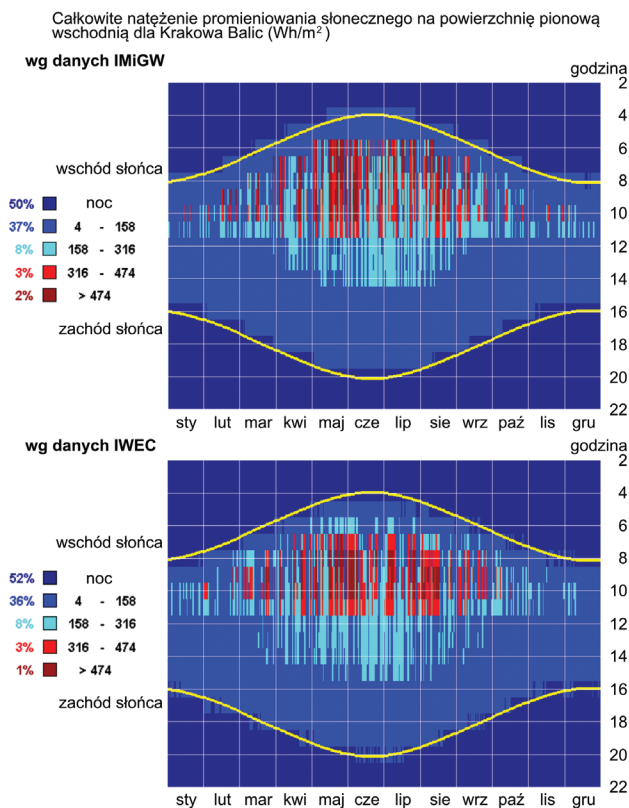


Rys. 2. Wyniki analizy całkowitego natężenia promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą dla Krakowa Balic z danymi IMiGW i IWEC (opracowanie: D. Masły)

Całkowite natężenie promieniowania słonecznego na powierzchnię pionową południową dla Krakowa Balic (Wh/m²)



Rys. 3. Wykresy całkowitego natężenia promieniowania słonecznego na powierzchnię pionową południową dla Krakowa Balic z godzinowymi danymi IMiGW i IWEC (opracowanie: D. Masły)



Rys. 4. Wykresy całkowitego natężenia promieniowania słonecznego na powierzchnię pionową wschodnią dla Krakowa Balic z godzinowymi danymi IMiGW i IWECC (opracowanie: D. Masły)

nał analizy kontrolne stopniodni grzewczych oraz chłodzenia w oprogramowaniu Ecotect). Biorąc pod uwagę, że Polska jest pod wpływem klimatu zimnego i większość energii jest zużywana na ogrzewanie, błędy w zapisie natężenia promieniowania słonecznego mogą być niezauważalne w wynikach tych analiz.

Należy również postawić pytanie, czy ten możliwy błąd ma duże znaczenie. Na pewno wykonywanie komputerowych badań symulacyjnych mających wykazać, które rozwiązanie projektowe jest najlepsze, z błędnymi danymi wejściowymi jest niedopuszczalne. Problem jest jednak dużo poważniejszy z perspektywy projektowania architektonicznego. Wiarygodne informacje o natężeniu promieniowania słonecznego zapisane w TRM są nadrzędnym wymogiem w projektowaniu architektonicznym budynków WSF. Główny potencjał obniżenia zużycia energii przez budynki za pomocą architektonicznych rozwiązań projektowych to chłodzenie pasywne w okresie letnim, a więc prawidłowe zaprojektowanie bryły budynku i systemów elewacyjnych (poza maksymalnym wykorzystaniem oświetlenia dziennego). W tym przypadku korzystanie z danych, według których najwięcej energii słonecznej dociera do elewacji wschodniej, przyniesie nieprawidłowe wyniki. W analizach oświetlenia dziennego ten błąd może wypaczać końcowe wyniki komfortu wizualnego czy ilości światła.

Autor artykułu przedstawił wyniki autorowi bazy danych umieszczonej na stronie archiwalnej ministerstwa właściwego do spraw budownictwa i mieszkalnictwa, opracowanej w oparciu o dane IMiGW.

Wnioski

Godzinowe dane klimatyczne do obliczeń energetycznych budynków opracowane przez IMiGW, dostępne w materiałach archiwalnych ministerstwa, mogą zawierać błędnie zapisane informacje o natężeniu promieniowania słonecznego. Zdaniem autora zalecane byłoby

przeprowadzenie badań z użyciem innego oprogramowania i porównanie otrzymanych wyników. Alternatywnym rozwiązaniem jest stosowanie w komputerowych symulacjach plików z danymi klimatycznymi IWEC2 [6] opracowanymi przez ASHRAE we współpracy z White Box Technologies.

Bibliografia

- [1] Anderson K., Design Energy Simulation for Architects. Guide to 3D Graphics, Routledge, Taylor & Francis Group, Nowy Jork 2014.
- [2] Hemsath T.L., Bandhosseini K.A., Energy Modeling in Architectural Design, Routledge, Taylor and Francis Group, Nowy Jork 2018.
- [3] Piotr Narowski, 2006, Dane klimatyczne do obliczeń energetycznych w budownictwie, „Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja”, nr 11.
- [4] Ministerstwo właściwe do spraw budownictwa i mieszkalnictwa, Dane do obliczeń energetycznych budynków. Typowe lata meteorologiczne i statystyczne dane klimatyczne do obliczeń energetycznych budynków, <https://www.gov.pl/web/archiwum-inwestycje-rozwoj/dane-do-obliczen-energetycznych-budynkow> [dostęp: 2021].
- [5] DIVA for Rhino, Training/Grasshopper Training/PV Systems Design – Tutorial #07, <https://www.sollemma.com/TrainingGH.html> https://youtu.be/1BUrj14B_a0 [dostęp: 2021].
- [6] ASHRAE, Weather Data, <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/ashrae-international-weather-files-for-energy-calculations-2-0-iwec2> [dostęp: 2021].

DOI: 10.5604/01.3001.0014.9467

PROWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA

Masły Dariusz, 2021, Analiza danych typowego roku meteorologicznego wykorzystywanych w symulacjach komputerowych budynków o wysokiej sprawności funkcjonowania w projektowaniu architektonicznym, „Builder” 7 (288). DOI: 10.5604/01.3001.0014.9467

Streszczenie: W artykule opisano projekt mający na celu komputerowe przeanalizowanie oraz porównanie dostępnych danych godzinowych typowego roku meteorologicznego (TRM), dla Krakowa Balic, opracowanych przez IMiGW, dostępnych w materiałach archiwalnych ministerstwa właściwego do spraw budownictwa i mieszkalnictwa (ISO) oraz opracowanych w ramach projektów badawczych wykonanych przez ASHRAE. Dane te są wykorzystywane w symulacjach komputerowych na potrzeby projektowania architektonicznego budynków o wysokiej sprawności funkcjonowania. W danych IMiGW oraz opracowanych na ich podstawie plikach ISO zauważono nieprawidłowość. Całkowite natężenie promieniowania słonecznego w okresie letnim, obliczone z danymi IMiGW dla różnych orientacji elewacji – południowej, północnej, wschodniej i zachodniej, jest najwyższe na elewacji wschodniej. Jest wyższe od natężenia na elewacji południowej.

Słowa kluczowe: typowy rok meteorologiczny (TRM), komputerowe symulacje sprawności funkcjonowania budynków (BPA), projektowanie architektoniczne

Abstract: ANALYSIS OF TYPICAL METEOROLOGICAL YEAR DATA USED IN COMPUTER SIMULATIONS OF HIGH-PERFORMANCE BUILDINGS IN ARCHITECTURAL DESIGN. The article describes a project aimed at computer analysis and comparison of the available hourly data of a Typical Meteorological Year (TMY), for Kraków Balice, developed by IMiGW, available in the archival materials of the ministry responsible for construction and housing (ISO) and developed as part of research projects carried out by ASHRAE. This data is used in computer simulations for the architectural design of high-performance buildings. An irregularity was noticed in the IMiGW data and the ISO files prepared on their basis. The total solar radiation in the summer, calculated with the data of the IMiGW for various facade orientations - south, north, east and west, is the highest on the east-facing facade. It is higher than the radiation on the southern facade.

Keywords: Typical Meteorological Year (TMY), Building Performance Analysis (BPA), architectural design