

# MODELOWANIE ENERGETYCZNE MIESZKALNYCH OBIEKTÓW BUDOWLANYCH LOKALIZOWANYCH NA POWIERZCHNI KSIĘŻYCA

**Marcin Kaczmarzyk**

Podjęmowane w ostatnich latach działania największych narodowych agencji kosmicznych jak i podmiotów sektora prywatnego dowodzą o szybkiej intensyfikacji nowego wyścigu kosmicznego. Jednym z deklarowanych celów tego wyścigu jest ustanowienie stałej obecności człowieka na powierzchni Srebrnego Globu oraz zainicjowanie zrównoważonego rozwoju księżycowej infrastruktury. Ekstremalnie wysokie koszty transportu kosmicznego wymuszają maksymalizację wykorzystania miejscowych zasobów w budownictwie księżycowym, stanowiąc jednocześnie o konieczności bezwzględnej minimalizacji masy zasobów dostarczanych tam z Ziemi, w tym komponentów systemów energetycznych.

W niniejszej pracy dokonano analizy wpływu kluczowych czynników środowiskowych, rozwiązań technicznych i architektoniczno-budowlanych na zapotrzebowanie energetyczne księżycowych budynków mieszkalnych oraz na całkowitą masę systemów energetycznych tych obiektów. Pierwszy etap zrealizowanych prac obejmował dokonanie dogłębnego przeglądu literatury przedmiotu, w tym szeroko pojętej charakterystyki środowiska powierzchni Księżyca, rozwiązań architektoniczno-budowlanych postulowanych dla księżycowych obiektów mieszkalnych oraz potencjalnie dostępnych źródeł energii elektrycznej i systemów jej magazynowania. Poruszono tu także problematykę wykorzystania metod numerycznych w modelowaniu energetycznym budynków mieszkalnych (BEM), zaznaczając konieczność systematycznego prowadzenia weryfikacji i walidacji tworzonych modeli. W ramach pracy wyznaczano zapotrzebowanie energetyczne dla celów zasilania nieodzownych systemów technicznych budynków księżycowych oraz ich dodatkowego wyposażenia. Uwzględnienie tu ciepła metabolicznego oraz innych bytowych źródeł ciepła pozwalało na miarodajne określanie całkowitego wewnętrznego obciążenia cieplnego w analizowanych obiektach mieszkalnych. W celu zapewnienia dostatecznego poziomu ochrony termicznej, radiologicznej oraz impaktowej budynku, założono wykonanie jego zewnętrznej obudowy z warstwy nieskonsolidowanego księżycowego regolitu o grubości 100 cm. Autorski model astrometryczny posłużył do określania pozycji Słońca na księżycowym niebie. Stworzony przez autora numeryczny model energetyczny 3D symulował złożoną, radiacyjną i konduktywną wymianę ciepła pomiędzy księżycowym budynkiem mieszkalnym a jego otoczeniem gruntowym i przestrzenią kosmiczną. Określane na tej podstawie całkowite zapotrzebowanie energetyczne budynku pozwalało na wyznaczanie kluczowych parametrów, w tym całkowitej masy, dla trzech głównych typów systemów energetycznych: jądrowych, fotowoltaicznych oraz hybrydowych, z których każdy wykorzystywał jeden z trzech alternatywnych magazynów energii elektrycznej. Analiza wyników uzyskanych dla 74 różnych kombinacji kształtu bryły budynku, jego lokalizacji, względnego usłonecznienia, typu montażu paneli PV oraz strategii dobowego zarządzania zapotrzebowaniem budynku na moc elektryczną pozwoliła na wykazanie słuszności tezy o możliwości efektywnego wykorzystania energii promieniowania słonecznego dla zapewnienia samowystarczalności energetycznej mieszkalnych obiektów budowlanych lokalizowanych na powierzchni Księżyca.

Słowa kluczowe:

Fizyka budowli księżycowych; model energetyczny budynku; radiacyjna wymiana ciepła; zapotrzebowanie energetyczne budynku; księżycowy regolit; wykorzystanie miejscowych zasobów