

W obliczu rosnących cen energii oraz zaostrzających się norm środowiskowych, budynki muszą stawać się coraz bardziej energooszczędne. Jednym z kluczowych elementów wpływających na zużycie energii jest konstrukcja ścian zewnętrznych, które odpowiadają za znaczną część strat ciepła. Odpowiedni dobór materiałów i grubości warstw w przegrodach budowlanych pozwala ograniczyć zapotrzebowanie na energię nawet o kilkadziesiąt procent rocznie. Na rynku stale pojawiają się nowe materiały konstrukcyjne i izolacyjne, charakteryzujące się zróżnicowanymi, coraz bardziej atrakcyjnymi parametrami. Wybór najlepszego rozwiązania spośród ogromnej liczby możliwych kombinacji staje się jednak dużym wyzwaniem - zwłaszcza gdy należy pogodzić takie czynniki jak koszt, izolacyjność cieplna, trwałość oraz wpływ na środowisko. Dodatkowo, istotną rolę odgrywają warunki klimatyczne panujące w danej lokalizacji, które także powinny być uwzględnione w procesie projektowania przegród.

Celem niniejszego projektu jest opracowanie inteligentnego narzędzia wspomagającego projektowanie przegród zewnętrznych, które umożliwi szybkie i obiektywne wskazanie najbardziej efektywnych wariantów materiałowo-konstrukcyjnych pod względem energetycznym, ekonomicznym i środowiskowym. W tym celu zostanie wykorzystany model typu ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System), łączący zalety sztucznych sieci neuronowych i logiki rozmytej. Model ten będzie zdolny do natychmiastowego przewidywania zużycia energii dla nowych konfiguracji ścian, bez konieczności każdorazowego przeprowadzania symulacji komputerowej. Na potrzeby modelu przeprowadzone zostaną symulacje energetyczne w środowisku EnergyPlus, przy użyciu uproszczonego modelu testowego pomieszczenia (tzw. test cell) w różnych lokalizacjach klimatycznych w Europie (m.in. Madryt, Warszawa, Sztokholm). Zbadane zostaną dziesiątki wariantów materiałowych i geometrycznych przegród, co da łącznie ponad 500 zestawów danych symulacyjnych. Dane te posłużą do trenowania i walidacji modelu ANFIS.

W kolejnym etapie model zostanie zintegrowany z algorytmem optymalizacji wielokryterialnej, który uwzględni m.in. zużycie energii na potrzeby ogrzewania, koszty wykonania oraz ślad węglowy (GWP). Efektem będzie zestaw najlepszych wariantów przegród, spełniających narzucone ograniczenia techniczne i środowiskowe. Wyniki zostaną przedstawione jako zbiór rozwiązań pareto-optymalnych, ukazujących kompromis pomiędzy efektywnością a kosztami. Zostanie również opracowany algorytm rekomendacyjny, umożliwiający automatyczny dobór przegrody w zależności od preferowanego kryterium projektowego (np. minimalna grubość, najniższy koszt, najwyższa efektywność energetyczna).

W ramach testowania, model ANFIS zostanie również porównany z rzeczywistymi danymi energetycznymi, pochodzącymi z budynków pilotażowych lub obiektów eksperymentalnych. W przypadku braku dostępu do takich danych, zastosowana zostanie rozbudowana walidacja z użyciem dodatkowych zestawów symulacyjnych. W końcowej fazie przeprowadzona zostanie analiza wrażliwości (metodą Sobola), która umożliwi identyfikację kluczowych parametrów wpływających na efektywność energetyczną przegród w różnych warunkach klimatycznych.

Projekt ma charakter interdyscyplinarny i łączy wiedzę z zakresu budownictwa, energetyki i sztucznej inteligencji. Rezultatem będzie innowacyjne narzędzie projektowe, wspomagające podejmowanie racjonalnych decyzji w zakresie doboru materiałów i technologii budowlanych, z myślą o przyszłości energooszczędnego budownictwa.