

mgr inż. Dominik WOJEWÓDKA
Politechnika Śląska
Wydział Budownictwa
Katedra Budownictwa Ogólnego i Fizyki Budowli
Promotor: prof. dr hab. inż. Jan ŚLUSAREK

Temat pracy doktorskiej:

„Analiza skuteczności konwersji promieniowania słonecznego w przegrodach zewnętrznych budynku w warunkach klimatu lokalnego”

Streszczenie

W ostatnich dekadach zasoby Ziemi w paliwa kopalne takie, jak węgiel kamienny, brunatny, ropa naftowa czy gaz ziemny uszczupliły się na tyle, że coraz częściej mówi się o potrzebie oszczędzania energii i wykorzystywania zasobów odnawialnych.

W literaturze często podejmowane jest zagadnienie skuteczności konwersji promieniowania słonecznego w przegrodach zewnętrznych budynku, w świetle rozwijających się rozwiązań technologicznych oraz powszechnego dążenia do zwiększenia wydajności systemów wykorzystujących odnawialne źródła energii. Spośród wielu dziedzin energetyki odnawialnej duży potencjał aplikacji w budownictwie wykazuje technologia bezpośredniej konwersji energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną w ogniwach fotowoltaicznych (PV). W nowoczesnym budownictwie energooszczędnym często sięga się po rozwiązania nietypowe, nowe technologie oraz rozwiązania hybrydowe. Dotyczy to między innymi przegród ograniczających strefę ogrzewaną w budynku. Jednym z przykładów może być wykorzystanie modułów PV jako elementów obudowy budynku. Technologia integrowania elementów fotowoltaicznych z obudową budynku (BIPV – z ang. Building Integrated Photovoltaics) ma na celu montaż modułów PV, generujących energię elektryczną.

Głównym celem pracy było określenie skuteczności energetycznej badanego układu przegrody hybrydowej z zintegrowanymi modułami fotowoltaicznymi (BIPV) w warunkach klimatu lokalnego. Przedmiotem badań eksperymentalnych, prowadzonych na stanowisku badawczym Katedry Budownictwa Ogólnego i Fizyki Budowli, była zaprojektowana i wykonana przegroda hybrydowa z zintegrowanymi modułami fotowoltaicznymi w kilku wariantach konstrukcyjnych.

Na podstawie badań wstępnych wybrany został wariant konstrukcyjny przegrody hybrydowej, który następnie był rozpatrywany w trakcie badań właściwych. Badania wstępne umożliwiły wybór rozwiązań materiałowych przegrody a pierwsza seria badań in situ zbudowanego prototypu przegrody hybrydowej pomogła rozpoznać zjawiska fizyczne w niej zachodzące, w zależności od zastosowanego wariantu konstrukcyjnego.

Badania właściwe miały na celu określenie efektywności energetycznej rozważanej przegrody hybrydowej. W tym celu wyznaczono skuteczność pozyskiwania energii elektrycznej oraz przedstawiono bilans energii pozyskiwanej i traconej przez przegrodę.

Skuteczność elektryczna zależy w dużej mierze od temperatury modułów PV. Nagrzewanie się ogniw pod wpływem promieniowania słonecznego skutkuje obniżeniem ich sprawności konwersji promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Na podstawie przeprowadzonych pomiarów in situ, poddany został ocenie model teoretyczny temperatury modułów PV i wyznaczone zostały współczynniki empiryczne w modelu dla przegrody hybrydowej z BIPV i szczeliną niewentylowaną, których dotychczas nie określono. Pozwala to na prostą aplikację modelu do zastosowań inżynierskich w zakresie prognozowania efektywności energetycznej układów PV w warunkach klimatu lokalnego. Autor wykazał także, że decydujący wpływ na poziom temperatury modułów ma ilość docierającego do ich

powierzchni promieniowania słonecznego oraz mechanizm konwekcyjnej wymiany ciepła na przedniej i tylnej powierzchni modułu.

Do określenia bilansu energii pozyskiwanej i traconej przez przegrodę konieczne jest ilościowe ujęcie zjawisk zachodzących w przegrodzie na etapie projektowym. Opracowany więc został, na potrzeby obliczeń inżynierskich, model oporu zastępczego R_{equiv} dla warstwy pustki powietrznej i modułów PV mający na celu ujęcie zachodzących w nich zjawisk w sposób uproszczony, lecz na tyle dokładny, by znalazł zastosowanie w praktyce projektowej. Potwierdzona została teza, że dla przegrody hybrydowej z zintegrowanymi modułami fotowoltaicznymi istnieje możliwość wprowadzenia zastępczego oporu cieplnego R_{equiv} na potrzeby obliczeń energetycznych. Przeprowadzona analiza statystyczna pokazała, że zaproponowany model wykazuje dużą zbieżność z wynikami pomiarowymi. Bilans energii pozyskanej i traconej pokazał ujemne wartości dla rozważanej konstrukcji przegrody hybrydowej w trakcie przeprowadzonych badań. Świadczy to, iż przegroda więcej energii pozyskała niż traciła w okresie badawczym.

W pracy przedstawiony został także aspekt ekonomiczny stosowania rozwiązań rozpatrywanej przegrody hybrydowej w warunkach klimatu lokalnego. Podczas przeprowadzonej analizy uzyskano ujemne wartości NPV dla rozpatrywanych wariantów ekonomicznych. Stosowanie rozwiązań przegród hybrydowych z BIPV w warunkach polskiego klimatu lokalnego jest ekonomicznie nieuzasadnione z uwagi na zbyt wysoki koszt inwestycyjny elementów składowych i brak odpowiedniego wsparcia finansowego.