

DWUWIRNIKOWA MINI SIŁOWNIA WIATROWA

Autor: mgr inż. Marcin Dębowski

Promotor: prof dr hab inż. Leszek Romański

Drastyczny wzrost zapotrzebowania na energię oraz rosnące jej ceny zmuszają do poszukiwania nowych, lepszych źródeł energii, które zaspokoją zapotrzebowanie ludzi na elektryczność. Idealne źródło powinno być tanie w użytkowaniu, a zarazem nigdy nie wyczerpać swoich zasobów (być odnawialne!). Oprócz konwencjonalnych elektrowni, w których energia elektryczna uzyskiwana jest z paliw kopalnych, ostatnimi czasy coraz popularniejsze stały się odnawialne źródła energii. Do nich zalicza się między innymi wiatr.

Znane typy siłowni wiatrowych powoli osiągają swoje maksimum konstrukcyjne dotyczące produkcji maksymalnej ilości energii elektrycznej, którą są w stanie oddać do sieci elektroenergetycznej. Wieże nie mogą być wyższe ze względu na ograniczenia budowlane, a przede wszystkim rachunek ekonomiczny. Również wykorzystywane generatory nie osiągną znaczącej poprawy sprawności. To samo tyczy się kształtu łopat wirnika, jak i pozostałych składowych części elektrowni. W tej sytuacji nieodzowne jest zaproponowanie innowacyjnego rozwiązania konstrukcji siłowni wiatrowej, która znacznie poprawi efektywność pozyskiwani energii wiatru. Praca naukowa dotycząca dwuwirnikowej siłowni wiatrowej powinna umożliwić wytyczenie nowego kierunku rozwoju konstrukcji elektrowni wiatrowych.

Podstawowym celem, jaki został zrealizowany w trakcie badań, to zweryfikowanie rozważań teoretycznych dowodzących, że konstrukcje dwuwirnikowe generują wyższą moc, a tym samym zweryfikowanie podstawionej hipotezy:

Elektrownia wiatrowa o konstrukcji dwuwirnikowej może wygenerować większą moc, niż elektrownia wiatrowa, o klasycznej konstrukcji, wyposażona w jeden wirnik.

W nowym rozwiązaniu dodatkowy, podobny do pierwszego, wirnik dzięki odpowiedniemu ustawieniu kątów zaklinowani łopat i ułożyskowaniu stojana generatora w wieży, powoduje że stojan także wiruje i to w kierunku odwrotnym w stosunku do wirnika generatora prądu napędzanego pierwszym śmigłem. W efekcie bezwzględne obroty generatora, przy tych samych warunkach wiatrowych, są większe niż w rozwiązaniach klasycznych z jednym wirnikiem.

W ramach projektu naukowego finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki, którego częścią była realizowana praca doktorska, został wybudowany tunel aerodynamiczny umożliwiający testy mini elektrowni wiatrowych. W zakresie pracy było również przeprowadzenie badań równomierności strugi powietrza w komorze pomiarowej tunelu oraz próba jej wyrównania.

W trakcie przeprowadzonych badań laboratoryjnych przetestowano dwie konstrukcje siłowni wiatrowych: konstrukcję klasyczną wyposażoną w jeden wirnik oraz konstrukcję dwuwirnikową wyposażoną w dwa przeciwbieżne wirniki. Dla obydwu konstrukcji została przeprowadzona optymalizacja parametrów pracy. W przypadku konstrukcji klasycznej sprowadzała się ona do ustalenia optymalnego kąta zaklinowania łopat w wirniku. Dla konstrukcji dwuwirnikowej dodatkowo został określony optymalny kąt zaklinowania w drugim wirniku oraz odległość pomiędzy wirnikami.

Na podstawie zgromadzonych danych został zbudowany model matematyczny dwuwirnikowej siłowni wiatrowej w oparciu o wielowarstwową jednokierunkową sztuczną sieć neuronową (SSN). Sieć składała się z warstwy wejściowej, warstwy wyjściowej oraz jednej warstwy ukrytej, której ilość neuronów zmieniana była w zakresie od 4 do 30. W trakcie przeprowadzonych symulacji sieć o 27 neuronach w warstwie ukrytej wykazała się współczynnikiem determinacji wynoszącym 0,9946. Po potwierdzeniu prawidłowego funkcjonowania modelu, na podstawie danych ze zbioru testowego, przeprowadzona została powtórna optymalizacja parametrów pracy dwuwirnikowej siłowni wiatrowej w oparciu o SSN. Optymalizacja ta pozwoliła na doprecyzowanie optymalnych kątów zaklinowania łopat do wartości 125° dla łopat w pierwszym wirniku oraz zakresu $48^\circ - 52^\circ$ dla łopat drugiego wirnika.

W pracy porównano również pracę siłowni jedno i dwuwirnikowej obie wyposażone były w wirniki o tych samych średnicach. Porównanie wykazało, że klasyczna konstrukcja generuje więcej energii elektrycznej w całym zakresie pracy. Różnica dla znamionowej prędkości wiatru, tj $12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, wynosiła 12% na korzyść elektrowni jednowirnikowej, tym samym hipoteza pracy nie została potwierdzona.

Projekt badawczy wpłynął na poszerzenie stanu obecnej wiedzy dotyczącej siłowni wiatrowych. Zastosowany sposób modelowania przy użyciu SSN pozwala między innymi na przeprowadzanie symulacji pracy elektrowni dwuwirnikowych, a także wykorzystanie wyników do skonstruowania sterownika, opartego na SSN, sterującego kątem zaklinowania łopat w obydwu wirnikach, jak również odległością dwóch wirników. Przedstawione wyniki dają podstawę do podjęcia dalszych prac nad usprawnieniem konstrukcji siłowni dwuwirnikowej.

M. Głębski