

Streszczenie w języku polskim

Proces konwersji energii kinetycznej wiatru na energię elektryczną w zmiennych warunkach atmosferycznych

Tematyka jaką podjęto w rozprawie to zagadnienia kształtowania wirnika turbiny wiatrowej o poziomej osi obrotu pracującej w warunkach napływu niejednorodnego, powstałego na skutek pionowego gradientu wiatru, obecności gondoli.

Należy podkreślić, że pionowy gradient prędkości i pole indukowane przez gondolę ma większy wpływ na charakterystyki aerodynamiczne turbiny, w przypadku jednostek małych, mogących mieć zastosowanie w gospodarstwach domowych, czy w przypadku pracy z siecią rozproszoną. Dzieje się tak, gdyż wieża jest stosunkowo niska, więc wpływ warstwy przyziemnej będzie bardziej istotny niż w przypadku turbin dużych.

Głównym celem pracy była ocena czułości metody projektowej na wyżej wspomniane odstępstwa od wyidealizowanych warunków napływu jednorodnego, jakie możemy spotkać w piśmiennictwie przedmiotowym dotyczącym zagadnień projektowania wirników turbin wiatrowych.

W pracy zwrócono uwagę na wpływ lokalnych warunków klimatycznych na geometrię wirnika turbiny wiatrowej. Z energetycznego punktu widzenia lokalne zasoby wiatru dobrze charakteryzuje średnioroczna prędkość wiatru. Średnioroczna prędkość wiatru nie jest dla danego miejsca na ziemi, dla wszystkich lat jednakowa. Warunki panujące w naszym regionie są odmienne od tych panujących w Polsce zachodniej, północnej a zwłaszcza w innych częściach Europy. Produkowane tam elektrownie ze względów konstrukcyjnych nie są dostosowane do naszych warunków wiatrowych. Znajomość właściwości wiatru i jego charakterystyk ma podstawowe znaczenie do oceny zasobów energetycznych danego regionu, celowości inwestowania w budowę elektrowni wiatrowej, dobór najkorzystniejszego rozwiązania konstrukcyjnego elektrowni.

Po zaprezentowaniu teoretycznych teorii pracy elektrowni wiatrowej opracowano model matematyczny projektowania wirnika w napływie niejednorodnym osiowosymetrycznym spowodowanym obecnością gondoli oraz w napływie niejednorodnym nieosiowosymetrycznym spowodowanym pionowym profilem prędkości. Analityczna weryfikacja modelu nastąpiła przy wykorzystaniu danych z pomiarów prędkości wiatru w miejscowości Rymanów oraz danych meteorologicznych udostępnionych przez IMiGW.

W części pracy, która jest poświęcona opisowi badań eksperymentalnych w tunelu aerodynamicznym, najpierw opisano wyniki badań z odtworzenia profil prędkości wiatru, a następnie wyniki badań modelu mikroturbiny małej mocy.

Prace zamykają wnioski, z których najważniejsze to te, że opracowana metoda obliczeniowa a następnie jej doświadczalna weryfikacja w postaci badań tunelowych zaprojektowanej modelowej turbiny wiatrowej dwułopatowej pozwoliły na oszacowanie wpływu niejednorodności napływu na kształt łopatek wirnika oraz jego charakterystyki ruchowo-energetyczne. Zależności mocy zaprojektowanej modelowej turbiny od prędkości napływu uzasadniły słuszność uwzględnienia wpływu profilu prędkości wiatru w zagadnieniach projektowych.

Ciekawe zjawiska, który zostały zaobserwowane podczas badań eksperymentalnych m.in. wyraźny wpływ poziomu turbulencji na charakterystyki aerodynamiczne profili łopatek oraz zjawiska aeroakustyczne związane z oddziaływaniem struktury zawirnikowej wirowej z masztem podtrzymującym turbinę (BVI - Blade Vortex Interaction) mogą sugerować dalszy kierunek badań.

Streszczenie w języku angielskim

The process of converting the kinetic energy of the wind into electricity in variable weather conditions.

The subject of study are the ways of forming a wind turbine rotor with a horizontal axis of rotation, at conditions of non-uniform inflow, developed due to a vertical wind shear, presence of the nacelle, tower, and other components. It should be noted that the vertical velocity gradient and the field induced by the nacelle has a greater impact on aerodynamic characteristics of the turbine either in case of small units, which can be employed in the household, or units working with a distributed network. This is because the tower is relatively low, so the impact of closest to the earth layer is more significant than in the case of large turbines.

The main goal of this work is the evaluation of the sensitivity of the design method to the mentioned derogations from the idealized homogeneous inflow conditions that can be found in the literature on the subject of wind turbine rotors.

This work highlights the importance of the impact of local climatic conditions on the geometry of the rotor of a wind turbine. The conditions in our region are different from those prevailing in the western Poland, especially in the north and other parts of Europe. Power plants that are built there are not adapted to the wind conditions. Knowledge of the properties of the wind and its characteristics is essential to evaluate the energy resources of the region, the advisability of investing in the construction of a wind power plant and selection of the best solution for a constructions of power plants.

Following the presentation of the theoretical theories of a wind turbine functioning, the mathematical designing model of the rotor at conditions of non-uniform inflow axially symmetric caused by the presence of nacelle and in non-axially symmetric non-uniform inflow caused by vertical speed profile. Analytical verification of the model was conducted with use data from examination of wind speed in Rymanów and meteorological data provided by IMiGW (*Polish Institute of Meteorology and Water management*).

In the part of research, which is devoted to the description of the experimental research in the wind tunnel, first are presented the results of the reconstruction of wind velocity profile, and then the results of low power micro turbine model examination.

The developed method of calculation and its experimental verification in the research tunnel model of the designed wind biplane turbine allowed to estimate the impact of the of non-uniform influx on the shape of the rotor blades with its energetic and motion characteristics.

Interesting phenomena that have been observed during experimental studies inter alia explicit influence of the level of turbulence on aerodynamic characteristics of blade profiles and aeroacoustic phenomena related to the interaction between the Blade Vortex Interaction (BVI) and the supporting mast of the turbine may suggest further directions for the research.