ชโลธร ธรรมแท้ : กระบวนการเชิงตัวเลขที่แม่นยำเพื่อสอบเทียบการออกแบบกังหันลมเชิงทฤษฎี (ACCURATE CFD PROCEDURES FOR THE VALIDATION OF THE THEORETICAL DESIGN OF WIND TURBINE) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.ทวิช จิตรสมบูรณ์, 227 หน้า

การพัฒนากระบวนการเชิงตัวเลขที่แม่นยำเป็นสิ่งที่ยุ่งยากและซับซ้อนแต่ยังเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งต่อการออกแบบอุปกรณ์วิศวกรรม วิทยานิพนธ์นี้พัฒนาวิธีการคำนวณพลศาสตร์ของไหล (Computational fluid dynamic หรือ CFD) ในระบบพิกัด 3 มิติให้มีความแม่นยำสำหรับการทำนายผลของการไหลผ่านกังหันลมแกนนอน โดยมุ่งหมายเพื่อใช้ในการสอบเทียบการออกแบบเชิงทฤษฎีของกังหันลม การศึกษาเน้นไปที่อิทธิพลของปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความแม่นยำของ CFD คือ อัลกอริทึม ขนาดของโดเมน กริด และ แบบจำลองความปั่นป่วน ซึ่งก่อนที่จะนำไปใช้เป็นตัวสอบเทียบระบบอื่นได้นั้นจะต้องสอบเทียบความแม่นยำของ CFD เสียก่อน โดยใช้ข้อมูลการทดลองที่น่าเชื่อถือซึ่งในที่นี้ใช้การทดสอบกังหันลมของ National Renewable Energy Laboratory แห่งสหรัฐอเมริกา (NREL) งานวิจัยนี้ยังได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อออกแบบ และ ทำนายประสิทธิภาพกังหันลมแกนนอนโดยการใช้ทฤษฎี Blade-Element Momentum (BEM) อีกด้วยโดยมีการเสริมแต่งทฤษฎีหลักด้วยทฤษฎีย่อยต่าง ๆ ที่ทันสมัยเพื่อเพิ่มความถูกต้องแม่นยำให้กับการทำนายผล ได้ทำการตรวจสอบความแม่นยำของโปรแกรมนี้เทียบกับผลการทดลอง และ การทำนายของโปรแกรม BEM อื่นในวรรณกรรม พบว่ามีความแม่นยำเป็นที่น่าพอใจมาก กระบวนการออกแบบกังหันลมด้วยทฤษฎี และ สอบเทียบการออกแบบด้วย CFD ที่น่าเชื่อถือนี้จะสามารถนำไปใช้เพื่อออกแบบกังหันลมแกนนอนในกรณีทั่วไปได้อย่างมั่นใจ และ รวดเร็วเพราะช่วยลดเวลาในการทดลองลงไปได้มาก ณ จุดนี้ได้ใช้โปรแกรม BEM และ CFD ที่พัฒนาขึ้นค้นหาจุดประสิทธิภาพสูงสุดของกังหันลมที่ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ คือ มุม Pitch ความยาว Chord และ ความเร็วปลายปีก ได้ใช้วิธี BEM ปรับการออกแบบกังหันลมที่มีอยู่แล้วเสียใหม่ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นในขณะที่มีกำลังประเมิน (Rated Power) ต่ำลง แล้วทำการสอบเทียบด้วย CFD ที่ได้ทำการปรับปรุงแบบจำลองความปั่นป่วนให้ดีขึ้นซึ่งได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2552 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

CHALOTHORN THUMTHAE : ACCURATE CFD PROCEDURES FOR THE VALIDATION OF THE THEORETICAL DESIGN OF WIND TURBINE. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. TAWIT CHITSOMBOON, Ph.D., 227 PP.

WIND TURBINE/CFD/BEM/THEORETICAL DESIGN/DESIGN VALIDATION

The development of an accurate CFD procedure is a tedious and complicated task but is very important for the design of engineering devices. This thesis developed such a procedure for the computations of flows through horizontal axis wind turbines (HAWT) in three-dimensional domains with the ultimate aim of using it as a validation tool for the theoretical design of HAWT. The study was focused on the influences of the important parameters, namely: algorithm, domain size, grid and turbulence model. Before validating others, the CFD itself needed a validation with a trustworthy experimental results; the experiments of the National Renewable Energy Laboratory (NREL, USA) were used for this purpose. This thesis also developed a computer program for the design of HAWT based on the Blade Element Momentum theory (BEM). The basic BEM theory was enhanced with several state of the art corrective models and its accuracy was satisfactorily confirmed through the comparisons with other BEM codes and the experimental results from the literature. The accurate and trustworthy BEM/CFD design procedure will be very useful in the design of a HAWT since it helps save time in experimentation. To this end the developed BEM and CFD codes were used to design and confirmed the design by searching for the optimum efficiency of a HAWT which depended on pitch angle,

chord length and blade tip speed. The BEM code was also used to redesign an existing HAWT blade resulting in a higher efficiency at a lower rated power. Design validation with the CFD gave very satisfactory results.

School of Mechanical Engineering Student's Signature_____

Academic Year 2009 Advisor's Signature_____