จารุวรรณ ตั้งต้นสกุลวงศ์ : ความแม่นยำของการคำนวณเชิงตัวเลขในการไหลผ่านกังหันลมแกนตั้งแบบใบตรงและใบบิด (ACCURACY OF NUMERICAL COMPUTATIONS THROUGH STRAIGHT AND HELICAL BLADE VERTICAL AXIS WIND TURBINES) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.ทวิช จิตรสมบูรณ์, 171 หน้า.

การไหลผ่านกังหันลมแกนตั้งมีปัจจัยซับซ้อนหลายประการ เช่น การไหลที่ไม่คงตัว (Unsteady flow) การวูบพลวัตร (Dynamic stall) การเคลื่อนที่ตัดผ่านคลื่นวนท้าย (Wake) ของใบ กระบวนการเชิงตัวเลขที่เรียกว่าการคำนวณพลศาสตร์ของไหล (Computational Fluid Dynamics, CFD) นั้นสามารถนำมาเป็นเครื่องมือช่วยในการออกแบบกังหันลมแกนตั้งที่ประหยัดทั้งเวลาและทรัพยากรเป็นอย่างมากหากแต่ต้องใช้ให้ถูกวิธีและเหมาะสม วิทยานิพนธ์นี้มีจุดประสงค์ในการจำลองการไหลผ่านกังหันลมแกนตั้งโดย CFD เพื่อพิจารณาลักษณะการไหลเชิงอากาศพลศาสตร์ ทั้งในสองมิติและสามมิติแบบประหยัด โปรแกรมที่ใช้ในการจำลองการไหลคือ Fluent โดยจะศึกษาประเด็นดังต่อไปนี้ 1.) ความละเอียดของกริดที่เหมาะสม (Grid independent)ในการจำลองการไหลผ่านกังหันลมแกนตั้งแบบใบตรง 2.) ผลกระทบของแบบจำลองความปั่นป่วน (Turbulence model) 3.) การไหลผ่านกังหันลมแบบใบบิดเกลียว 360° เพื่อประเมินศักยภาพการเริ่มต้นหมุนและประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังทำการพัฒนาโปรแกรมเชิงอุดมคติสำหรับประเมินประสิทธิภาพกังหันแกนตั้งบนพื้นฐานทฤษฎีเบลดอิลิเมนต์ (BEM) เพื่อใช้เป็นเครื่องมือช่วยออกแบบกังหันแกนตั้งด้วย ผลการศึกษาพบว่าความหนาแน่นของกริดและแบบจำลองความปั่นป่วนมีผลต่อความแม่นตรงของผลเฉลย อย่างไรก็ตามพบว่าไม่มีแบบจำลองใดที่สามารถให้ผลเฉลยที่แม่นยำได้ตลอดย่านการทำงานของกังหัน โดยที่ความเร็วยอดทอน (Blade speed ratio; BSR) ต่ำ ๆ แบบจำลอง SST ให้ผลเฉลยที่แม่นตรงที่สุด ส่วนที่ความเร็วยอดทอนประมาณ 2.5 ขึ้นไปแบบจำลอง Transition SST ให้ผลเฉลยที่แม่นยำกว่าแบบจำลองอื่น ๆ ทั้งนี้จากการจำลองการไหลผ่านกังหันลมแกนตั้งแบบบิดเกลียว 360° พบว่ากังหันดังกล่าวไม่สามารถเริ่มต้นหมุนด้วยตนเองได้นอกจากนี้ยังมีประสิทธิภาพที่ต่ำอันเนื่องมาจากการไหลแยกจากผิว (Separation) ที่รุนแรงและมีการรบกวนจากการไหลในทิศความยาวใบกังหันทำให้ใบกังหันสูญเสียแรงบิด ส่วนโปรแกรมเชิงอุดมคติ (BEM) ถูกพัฒนาสำเร็จและสามารถใช้งานได้จริงผลเฉลยที่ได้มีความสอดคล้องกับข้อมูลในวรรณกรรมวิจัย ผลของงานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการวิจัยพัฒนากังหันลมแกนตั้งซึ่งประหยัดทั้งเงินและเวลา

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2558 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

JARUWAN TANGTONSAKULWONG : ACCURACY OF NUMERICAL COMPUTATIONS THROUGH STRAIGHT AND HELICAL BLADE VERTICAL AXIS WIND TURBINES. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. TAWIT CHITSOMBOON, Ph.D., 171 PP.

CFD FOR VAWT/VERTICAL AXIS WIND TURBINE/BEM FOR VAWT

Flows through a vertical axis wind turbines has several factors that contribute to its complexity, for examples unsteady flow, dynamic stall and a movement of blades through the wake. Computational Fluid Dynamics (or CFD) can be used as a tool to help in designing of vertical axis wind turbines, saving both cost and time, but only if used properly and appropriately. To achieve the accurate result, flow simulation through vertical axis wind turbine need to be performed by using a proper process that cover many issues. This thesis aims to simulate the flow through vertical axis wind turbine both in 2-D and 3-D domains in order to verify the flow aerodynamic behaviors. The simulation was conducted using software "Fluent". The study included the following 1.) Grid resolution 2.) Effects of Turbulence models and 3.) Self-start capability and power coefficient of a 360° one blade helix vertical axis wind turbine. In addition, stream-tube model code based on blade element momentum theory was also developed for VAWT aid design. From the CFD, It appears that fine grid around airfoil had a strong effect and result in the monotonic convergence while turbulent models affected the accuracy significantly. SST turbulent model that show a best agreement with the experiment data in the range of BSR lower than 2.35, while Transition SST give the best agreement when BSR higher than 2.35. In the CFD investigation of the 360° one blade Helix. The numerical result showed that such

turbine had no capability of self-start and power coefficient was relatively low. These may be results of strong separation and a serious disturbance of span-wise flow causing loss of lift and rotor torque. Successively, BEM code were developed and results agree well with the literature. Results of this research can be used as a guide in designing and development of vertical axis wind turbine, which is economical and efficient.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Mechatronics Engineering Student's Signature _____

Academic Year 2015 Advisor's Signature _____