รายงานโครงงานหมายเลข ST61-01

การศึกษาการไหลเชิงตัวเลขของกังหันน้ำหัวน้ำต่ำ

นายภานุวัฒน์ บุญภา

นายธันวา กันลา

นางสาววิชญาพร ศิริแสง

รายงานนี้เป็นรายงานโครงการของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ซึ่งเสนอเป็นส่วนหนึ่ง

ในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์เครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

Project Report NO. ST61-01

Numerical Stydy of Very Low Head Turbine flow

Mr. Panuwat Boonpa

Mr. Thanwa Kanla

Ms. Witchayaporn Sirisang

This is the Report of the Fourth – Year Project Assignment Submitted in Partial

Fulfillment of the Requirements for the Bachelor Degree of the Engineering

Department of Mechanical Engineering

The Faculty of Engineering

Ubon Ratchathani University

ชื่อโครงงาน การศึกษาการไหลเชิงตัวเลขของกังหันน้ำหัวน้ำต่ำ

โดย นายภานุวัฒน์ บุญภา

นายธันวา กันลา

นางสาววิชญาพร ศิริแสง

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริวิชญ์ เตชะเจษฎารังษี

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ทรงสุภา พุ่มชุมพล

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมประเมินโครงการ

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริวิชญ์ เตชะเจษฎารังษี)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(อาจารย์ทรงสุภา พุ่มชุมพล)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

Thesis Title Numerical Stydy of Very Low Head Turbireflow

By Mr. Panuwat Boonpa

Mr. Thanwa kanla

Ms. Witchayaporn Sirisang

Department of Mechanical Engineering

Thesis Adviser Assistant Professor Sirivit Taechajedcadarungsri

Thesis Co-Adviser Ms. Songsupa Pumchumpol

Thesis Committee

.....

(Assistant Professor Sirivit Taechajedcadarungsri)

Thesis Adviser

.....

(Ms. Songsupa Pumchumpol)

Thesis Co-Adviser

การศึกษาการไหลเชิงตัวเลขของกังหันน้ำหัวน้ำต่ำ

โดย นายภานุวัฒน์ บุญภา

นายธันวา กันลา

นางสาววิชญาพร ศิริแสง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษา ออกแบบต้นแบบกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กที่มีเฮดน้ำต่ำ โดยเน้นการออกแบบโครงสร้างและรูปทรงต่างๆของกังหันน้ำ

ระบบการออกแบบ เริ่มต้นจากการคำนวณหารูปทรงเบื้องต้น และชิ้นส่วนต่างๆ ของกังหันน้ำได้แก่ ช่องทางน้ำและทางเข้ากังหันน้ำ เมื่อได้รูปทรงครบถ้วน จึงนำไปทำการสร้างเมชสำหรับการคำนวณผลทางด้านพลศาสตร์ของไหล เพื่อทำการประเมินศักยภาพการทำงานของกังหันน้ำ โดยใช้วิธีการจำลองเชิงตัวเลข การไหลของน้ำผ่านกังหันน้ำ ซึ่งกังหันน้ำที่จำลองเป็นกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางล้อเท่ากับ 1,250 มิลลิเมตร การจำลองเชิงตัวเลขนั้นกระทำโดยการใช้กรรมวิธีจำกัดปริมาตรในสามมิติ โดยทำการสร้างปริมาตรควบคุมให้กับกังหันน้ำเพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณ ในการหาผลเฉลยการทำงาน จะใช้แบบจำลองความปั่นป่วน ($k-\varepsilon$) ผลจากการคำนวณที่ได้จากการคำนวณผลทางพลศาสตร์ของไหล มีความสอดคล้องกับภาคทฤษฎี โดยค่าแรงบิดมีการเปลี่ยนไปตลอดเวลา ซึ่งสัมพันธ์กับค่าความเร็วสัมพันธ์และมุมปะทะที่เข้าสู่หน้าตัดกังหันน้ำ ผลเฉลยจากการคำนวณนี้สามารถนำค่าตัวแปรต่างๆที่คำนวณได้มาทำการปรับใช้กับการออกแบบกังหันน้ำให้มีประสิทธิภาพเหมาะสมต่อการทำงานจากผลการคำนวณทางด้านพลศาสตร์ของไหลพบว่า การไหลของน้ำผ่านกังหันน้ำขนาดเล็กโดยใช้การคำนวณผลทางด้านพลศาสตร์การไหล สรุปได้ว่าที่มุม 70 องศา น้ำจะได้แรงบิดสูงสุด 6,701 นิวตันเมตร ที่ความเร็วรอบกังหันน้ำ 120 รอบตอนาที นั่นคือพลังงานที่ความสูงของเฮดน้ำ 2 เมตร น้ำจะได้พลังงานทางไฟฟ้าได้ประมาณ 72.5 กิโลวัตต์ ผลจากการวิเคราะห์ทางพลศาสตร์ของไหล ใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและสร้างต้นแบบกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ สรุปได้ว่า การจำลองทางด้านพลศาสตร์ของไหลสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับการออกแบบ และการพัฒนาระบบการทำงานต่างๆ ของกังหันน้ำผลิต ไฟฟ้าขนาดเล็กได้ต่อไป

Numerical Stydy of Very Low Head Turbireflow

BY Mr. Panuwat Boonpa

Mr. Thanwa kanla

Ms. Witchayaporn Sirisang

ABSTRACT

The objective of this study is to design and to analyze low head micro water turbine with emphasis on finding optimum parameters for the design of the water turbine structure. The system was designed, analyzed, and calculated for the efficiencies of the water turbine. The computational fluid dynamics technique was used in this study. The appropriated mash of each model section was generated for fluid dynamics computation. The diameter of the water turbine wheel in the numerical model was 1,250 mm. The water turbine model was analyzed by varying water flows through the turbine wheel. The control volume technique was used in the numerical method. The (k-epsilon) turbulence model was used to find the computational results.

The numerical analysis result shows that the torque from the water turbine modeling is varied depending on the time domains and related to speed relatively from the developed force. The numerical result showed that the highest efficiency of generated torque was at 70 degree of water attacking to the turbine blade. The model gives 6701 N.m torque at 120 rpm which in turn provides 72.5 kilowatt power output. The CFD predicted parameter leads to make the prototyping, and the result of analytical an experimental models was compared thereafter.

Keywords: Water Turbine Generator, Computational Fluid Dynamics, $k - \varepsilon$ Turbulence Model

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ บุคคลดังต่อไปนี้ที่ช่วยให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผศ.ดร. สิริวิชญ์ เตชะเจษฎารังสี อาจารย์ทรงสุภา พุ่มชุมพล อาจารย์วีระพล นวลทองและภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้ให้คำแนะนำปรึกษาแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการค้นคว้าข้อมูลในการทำโครงการ ที่ให้คำแนะนำและปรึกษาในการเรียนรู้เกี่ยวกับโปรแกรม CFD

กราบขอบพระคุณบิดามารดา เพื่อนๆและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล และเป็นกำลังใจในการทำโครงการนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ก

Abstract ข

กิตติกรรมประกาศ ค

สารบัญ ง

สารบัญรูปภาพ ฉ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสัมพันธ์ของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 1

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการ 1

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.6 ขั้นตอนและระยะเวลาในการดำเนินงาน/ศึกษา/ทดสอบ 2

บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม 3

2.1 ยอดชาย เตียเปิ้นและคณะ (2550) 3

2.2 ยอดชาย เตียเปิ้นและคณะ (2551) 4

2.3 วีระยุทธ หล้าอมรชัยกุล (2552) 6

2.4 วีระพล นวนทองและสิริวิชญ์ เตชะเจษฎารังษี (2559) 7

สรุปทบทวนวรรณกรรม 9

บทที่ 3 ทฤษฎี **11**

3.1 กังหันน้ำ 11

3.2 สมการพื้นฐานสำหรับการไหล 16

บทที่ 4 วิธีเตรียมการและการคำนวณทางพลศาสตร์ของไหล **32**

4.1 กรอบและแนวคิดในการศึกษา 32

4.2 การคำนวณค่าตัวแปรเบื้องต้น 33

4.3 การสร้างเมช Mesh Generation 35

4.4 การคำนวณผลทางพลศาสตร์ของไหล 35

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ **36**

ภาคผนวก **38**

อ้างอิง **40**

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 3.1 ลักษณะการประกอบกังหันน้ำแบบ Banki Turbine 12

รูปที่ 3.2 ลักษณะการทำงานของ Banki Turbine 12

รูปที่ 3.3 ตัวอย่างของกังหันน้ำเพลตัน 13

รูปที่ 3.4 ตัวอย่างใบกังหันน้ำเทอร์โก 13

รูปที่ 3.5 ตัวอย่างกังหันน้ำฟรานซิส 14

รูปที่ 3.6 ตัวอย่างกังหันน้ำแคปแลน 14

รูปที่ 3.7 ตัวอย่างกังหันน้ำเดเรียซ 15

รูปที่ 3.8 ปริมาตรควบคุม 16

รูปที่ 3.9 ค่าความเร็ว $\boldsymbol{u}$ ในการไหลแบบปั่นป่วน 20

รูปที่ 3.10 *Element* ของปริมาตรควบคุมคงที่ในคาร์ทีเซียนโคออร์ดิเนต *25*

รูปที่ 3.11 Element ของปริมาตรควบคุมคงที่ในคาร์ทีเซียนออร์ดิเนต *26*

รูปที่ 3.12 ความเค้าที่กระทำต่อ Element *28*

รูปที่ 3.13 Element ของปริมาตรควบคุมคงที่โดยแสดง Surface Force ในแนวแกน x *29*