บทที่ 4

วิธีการออกแบบและวิธีการทดลอง

ในการออกแบบและการทดลองเครื่องสูบน้ำพลังน้ำครั้งนี้เราได้จำแนกออกเป็น 2 วิธี คือ การออกแบบและการทดลองในทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์และการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อที่ให้ได้ ก่าที่ถูกต้องและเป็นการค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นด้วยโดยรายละเอียดจะกล่าวถึงดังต่อไปนี้

4.1 การออกแบบเครื่องสูบน้ำพลังน้ำ

การออกแบบครั้งนี้มีส่วนต่างๆที่ต้องทำการออกแบบ คือ ส่วนของโครงสร้างทุ่น, ใบพัด, ระบบการส่งกำลัง, ปั้ม โดยส่วนใหญ่เราจะคำนึงถึง ความเหมาะสมและประสิทธิภาพเป็นหลัก ยกตัวอย่างเช่น วัสดุที่ใช้ทำ, ขนาดของชิ้นส่วนต่าง เป็นต้น

ในการออกแบบครั้งนี้ส่วนสำคัญที่เราคำนึงถึง คือ การออกแบบใบพัดว่าให้มี ประสิทธิภาพสูงสุดและในรายละเอียดต่างๆจะกล่าวในหัวข้อต่อไปนี้

4.1.2 การออกแบบโครงสร้างของทุ่น

ในการออกแบบโครงสร้างของทุ่นนั้นเราจะคำนึงถึงความเหมาะสมเป็นหลัก ทั้งในเรื่อง ของวัสดุที่ใช้และขนาดในการออกแบบ โดยที่ใช้หลักการคำนวณอย่างคร่าวๆ โดยอยู่บนหลักของ วิศวกรรม



รูปที่ 4.1 ภาพลักษณะของโครงสร้างและทุ่น

โดยลักษณะทั่วไปรูปร่างเป็นโครงสร้างสามเหลี่ยม และจะใช้เหล็กกลวงขนาด 1 นิ้วและ 1 นิ้วครึ่ง ในการทำโครงสร้างหลัก ใช้ถังเปล่าขนาด 5 ลิตรในการทำทุ่น และเหล็กรีคร้อนเพื่อที่จะทำ การยึดทุ่นกับโครงสร้างหลัก โดยทั้งหมดทำการประกอบเข้าด้วยกันการคัด, โดยการเชื่อมไฟฟ้า, และเชื่อมด้วยสกรู

4.1.3 การออกระบบการส่งกำลัง

ระบบการส่งกำลังนี้เป็นการส่งกำลังในแนวแกนจากใบพัดไปสู่ปั้มโดยตรง ดังนั้นเราจะใช้ เพลาในการส่งกำลัง โดยเพลานั้นทำจากเหล็กกลมตันเพื่อรับแรงได้ดีและใช้ขนาดความยาวเท่ากับ 1.25 เมตร อีทั้งมีการกลึงหัวท้ายเพื่อที่จะใช้ในการประกอบกับส่วนของแกนของใบพัดและปั้ม และใช้แบริ่งประเภทบอลแบริ่งในการรองรับแรงและช่วยในการหมุน



รูปที่ 4.2 ภาพลักษณะของเพลา



รูปที่ 4.3 ภาพลักษณะของแบริ่ง

4.1.4 การออกแบบและการเลือกปั้ม

ในการออกแบบและการเลือกใช้ปั้มนั้น จะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของความเร็วรอบที่ได้ จากการหมุนของใบพัด จากการวิเคราะห์ว่ารอบที่ได้มีค่าไม่สูงมากนัก ดังนั้นจึงใช้เลือกปั้มประเภท ที่ต้องการรอบต่ำ แต่ได้อัตราการไหลที่ดี ในที่นี้เลือกใช้ ปั้มมือหมุน (เวนปั้ม) โดยมีขนาดของอัตรา การไหลที่ได้เท่ากับ 18 รอบ ต่อ 5 ลิตร



รูปที่ 4.4 ภาพปั้มมือหมุน (Vane ปั้ม)

4.1.5 การออกแบบใบพัด

จากทฤษฎีที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 ถึงเรื่องการออกแบบใบพัด จากการศึกษาพบว่า กุณสมบัติที่สำคัญของใบพัดคือมุมของใบพัดจะส่งผลถึงประสิทธิภาพในการส่งกำลังมากที่สุด และมุมที่ได้จากการกำนวณว่ามีประสิทธิภาพสูงสุดคือ ใบพัดที่มีมุมใบพัดเท่ากับ 180° (ดังแสดง ในรูปที่ 4.5) ส่วนขนาดและวัสดุที่ใช้เราจะกำนึงถึงความเหมาะสมเป็นหลัก

โดยขนาดที่ใช้คือ ใบพัดรูปครึ่งวงกลม สูง 0.5 เมตร มีรัศมี 0.15 เมตร ใช้เหล็กรีดร้อน ขนาดความหนา 3 มิลลิเมตร ดังรูป



รูปที่ 4.5 ภาพลักษณะของใบพัด

4.2 การทดลอง

ในการทคลองประกอบด้วยการทคลองทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และการทคลองจริง โดยที่การทำการทคลองในทางโปรแกรมเพราะต้องการที่จะได้ค่าที่ใกล้เคียงความจริงเพื่อที่จะ ประกอบในการสร้างใบพัดและการหาค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทคลองจริง โดยโปรแกรม ที่ใช้คือโปรแกรม Flo Wizard ใช้ในการคำนวณหาแรงที่กระทำต่อใบพัดแต่ละใบ

4.2.1 การทดลองโดยการจำลองทางโปรแกรม

การจำลองครั้งนี้ได้ใช้โปรแกรม Flo Wizard มาช่วยในการจำลอง โดยทฤษฎีที่ใช้ได้กล่าว ไปแล้วในบทที่ 3 โปรแกรมนี้จะวิเคราะห์ลักษณะการไหลที่ไหลผ่านวัตถุและจะวิเคราะห์ผลที่ กระทำในจุดต่างๆ โดยค่าที่ได้จะเป็นค่าเฉลี่ยทั้งหมด

โดยการจำลองได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การสร้างแบบจำลองใบพัด และการจำลองการ ใหลจริงเพื่อวิเคราะห์แรง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ก. การสร้างแบบจำลองของใบพัด

ในการสร้างแบบจำลองของใบพัดในที่นี้ได้ใช้โปรแกรม Solid Work การสร้าง แบบจำลองขึ้นมาให้มีขนาดตามที่ต้องการ ก่อนแล้วค่อยนำไปจำลองต่อไปในโปรแกรม Flo Wizard ส่วนขั้นตอนในการออกแบบจะไม่ขอกล่าวถึงในบทนี้



รูปที่ 4.6 ภาพการสร้างแบบจำลองของใบพัด

ข. การจำลองการทำงาน

เป็นการนำแบบจำลองที่ได้มาจำลองการทำงานโดยใช้โปรแกรม Flo Wizard เพื่อ หาผลที่จะเกิดขึ้นว่าเป็นอย่างไร ในการจำลองครั้งนี้ได้ทำการจำลองโดยพิจารณาเพียงใบพัดเดียว แต่จำทำการเปลี่ยนทิศทางการไหลเข้าของน้ำให้เสมือนว่าใบพัดเกิดการหมุน

โดยทิศทางการใหลเข้าของน้ำจะเริ่มที่ 0°,30°,60°,90°, 120°, 150°, 180°,210°,240°, 270°,300°,330° จนครบรอบ และใช้ความเร็วของการใหลของน้ำที่ความเร็วต่ำสุด (V_{min}), ความเร็ว เฉลี่ย (V_{avg}) และความเร็วสูงสุด (V_{max}) ตามลำคับดังนี้ 0.05, 0.546, 1.202 (m/s) โดยความเร็วของ น้ำที่ใช้ได้มาจากข้อมูลของกรมชลประทานจังหวัดอุบลราชธานี ประจำปี 2547 ซึ่งมีค่าดังนี้

ตารางที่ 4.1 สถิติการสำรวจปริมาณน้ำในแม่น้ำมูล ณ สถานีสะพานเสรีประชาธิปไตย อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ประจำปี พ.ศ. 2547

	ູ້ ນຳ (m)	ູ້ ນຳ (m)	ເວລາทຳ ກາຮ	ความ กว้าง	เนื้อที่รูป ตัด	ความเร็ว เฉลี่ย	າ ພ ນຳ ³ /s)	เตรฐาน S)
ว/ค/ป	ງະຈັບ	ັນເຈັ່ນ	สำรวจ	ผิวน้ำ		(m/개)	ปริม (m	າມ)
	ų s	0.0	(time)	(m.)	(m ²)			<u> </u>
14/07/47	2.80	107.80	08.15	210.90	1,074.16	0.379	407.031	ST95
16/07/47	2.92	107.92	08.55	215.80	1,143.90	0.452	517.176	ST 95
19/07/47	3.09	108.09	08.45	221.30	1,145.56	0.498	570.501	ST 96
23/07/47	3.31	108.31	08.35	223.70	1,225.81	0.520	637.696	ST 98
25/07/47	3.52	108.52	10.00	224.55	1,307.43	0.835	1,477.81	ST 98
13/08/47	8.02	113.02	09.05	94.00	273.11	0.139	38.051	ST 140
15/08/47	8.08	113.08	08.30	410.35	2,716.09	1.076	2,924.65	-
19/08/47	8.05	113.05	10.30	409.90	2,672.97	1.202	3,214.58	ST 143
21/08/47	8.15	113.15	11.40	94.70	300.54	0.170	51.20	ST 141
15/11/47	2.95	107.95	13.00	216.90	1,070.00	0.070	75.083	ST133
16/11/47	2.88	107.88	06.18	214.90	1,119.73	0.083	93.253	ST 136
17/11/47	2.80	107.80	06.20	212.80	1,097.50	0.063	69.407	ST 136
17/11/47	2.90	107.90	14.35	214.90	1,140.96	0.096	110.042	ST 134
25/11/47	2.83	107.83	06.30	212.70	1,146.54	0.050	57.084	ST 135

ค. รายละเอียดและขั้นตอนการจำลองจะแสดงดังต่อไปนี้

- สร้างการจำลองขึ้นมาใหม่โดยเข้าไปที่ FILE > NEW

- เมื่อทำการสร้างเสร็จ หน้าจอจะแสดงผลขึ้นมา ให้คลิกที่คำว่า "NEXT" เพื่อทำ

การดำเนินการต่อไป



รูปที่ 4.7 ภาพการสร้างแบบจำลองใหม่

- กำหนดค่ายูนิตของการจำลอง ในที่นี้ใช้ค่าตามแบบ Metric



รูปที่ 4.8 ภาพการเลือกหน่วยของการใหล

- กำหนดค่า Geometry ของแบบจำลอง



รูปที่ 4.9 ภาพส่วนของ Geometry

- แทรกข้อมูล (File Import) ของแบบจำลองที่ต้องการวิเคราะห์ผลและกำหนด หน่วยของความ ยาว ในที่นี้ใช้หน่วยเป็น มิลลิเมตร

	e Name
	Browse Delete A
s) you imported.	cify the appropriate unit of
	Length unit: (Select)

รูปที่ 4.10 ภาพการแทรกข้อมูลและการกำหนดหน่วยความยาว

- ระบุค่า Symmetric ในที่นี้เลือก "ไม่"



รูปที่ 4.11 ภาพการระบุค่า Symmetric

- ระบุการอธิบายว่า Geometry ในครั้งนี้เป็นแบบใค ในที่นี้เลือก Geometry ที่เป็น ของแข็งและ ทำการเลือกลักษณะการไหลของของไหล ในที่นี้เลือกเป็นการไหลจากภายนอก



รูปที่ 4.13 ภาพการกำหนดการไหล

เมื่อทำการกำหนดลักษณะการใหลแล้ว จะต้องกำหนดว่าให้ไหลในทิศทาง ในที่นี้เลือกการไหลเข้าสู่ศูนย์กลางและกำหนดทิศทางในแนวแกน

the center of the flow	region	
noose one location in r	e boundaries of the flow re each column:	gion
Minimum x	Minimum y	Minimum z
Center x	Center y	Center z
Maximum x	Maximum y	Maximum z
e flow direction.		
	Minimum x Center x Maximum x e flow direction.	pose one location in each column: Minimum x Minimum y Center x Center y Maximum x Maximum y e flow direction.

อย่างไร

รูปที่ 4.14 ภาพการเลือกย่านการใหลและทิศทางของการใหล

- เมื่อกำหนดค่าใน Geometry เสร็จสิ้นแล้วจะเป็นการกำหนดค่าในทางกายภาพ
- การกำหนดว่าอุณหภูมิมีส่วนในการคำนวณหรือไม่ ในที่นี้อุณหภูมิจะไม่นำมา
 เป็นองค์ประกอบในการคำนวณ



รูปที่ 4.15 ภาพการกำหนดความสำคัญของอุณหภูมิ

- เลือกลักษณะการไหล ในที่นี้เลือกเป็นการไหลแบบปั่นป่วน



รูปที่ 4.16 ภาพการเลือกรูปแบบของการใหล

- ระบุชนิดและชื่อของย่านการไหล ในที่นี้กำหนดเป็น ของเหลว



รูปที่ 4.17 ภาพการการกำหนดชนิดและชื่อของย่านการไหล

- แล้วทำการกำหนดเงื่อนใบของขอบเขตการจำลอง

conditions at each can group them fir unlikely event that you can add it to th To define the cond window.	boundary. If two or more st, and then define the bo you need to define cond he list. ditions at a boundary, first	e boundaries share the oundary conditions for t itions at an internal bou select it in the table bo	same conditions, you he group. In the undary that is not liste elow or in the graphic
Summary of Bound	dary Conditions		
Name	Туре 🗸	Flow Condition	Source of Flow
🗸 wall	Wall	not applicable	not applicable
🗸 outlet	Outlet	No information avail.	not applicable
🗸 inlet	Inlet	Velocity=0.7 m/s	External environment
🗸 external.4	Gas or liquid surface	not applicable	not applicable
🗸 external.3	Gas or liquid surface	not applicable	not applicable
🗸 external.2	Gas or liquid surface	not applicable	not applicable
🗸 external 1	Gas or liquid surface	not applicable	not applicable
Define Conditions	Group	Ungroup Add In	ternal Boundary

รูปที่ 4.18 ภาพการกำหนดเงื่อนไขของขอบเขตการจำลอง

- เมื่อกำหนดค่าต่างๆกรบแล้วหน้าจอจะแสดงผลที่ได้ดังรูป



รูปที่ 4.19 ภาพการกำหนดค่าเมื่อเสร็จสมบูรณ์แล้ว

ในการจำลองได้มีการเปลี่ยนก่ากวามเร็วของน้ำ และทิศทางการไหลเข้าของน้ำดัง ได้กล่าวมาแล้วนั้น ขั้นตอนต่างๆในการเปลี่ยนก่ามีดังนี้

- ทำคลิกที่ค่าของ Inlet เพื่อที่จะเปลี่ยนค่าความเร็วของของไหลที่ Velocity และ เปลี่ยนทิศทางการไหลเข้าของของเหลว ที่ "in a specified direction" โดยกำหนดค่า X Y Z ตามทิศ ทางการไหลเข้าที่ต้องการ เมื่อเสร็จแล้วคลิกที่ FINISH

Specify the Inlet Bo	Indary Conditions	
In this step, you will specify the co	nditions at the inlet boundary. If you know more than one of the incoming flo	N quan
What information do you have abo	ut the incoming flow?	
Velocity: 1.202	m/s 💙	
Mass flow rate:	kg/s	
O Volumetric flow rate:	m3/s 💓	
O Pressure (total):	pascal	
What is the direction of the flow?		
Normal to inlet		
In a specified direction a	1 y: 0 z: 0	
Where is the flow coming from?		
Source of flow: External envi	onment 🗸	

รูปที่ 4.20 ภาพกำหนดความเร็วและทิศทางของการใหลของของใหล

- การคำนวณค่าที่ได้ในแต่ละกรณีจะทำโดย เข้าไปที่ Calculation แล้วทำการ Start

Calculation ดังรูป

g i lesuits	
Perform	a the Calculation
In this step, where the c the calculat start the cal has complet requested. I	pou will tell FloWized what calculation action you would like to perform, actuation should be run, and the maximum amount of time to be spent or on. You will also specify when you would like the results to be saved ann utation. Note that FloWized reaches the specified time limb before it ad the calculation, your results may not be as accurate as you have this occurs; you may choose to continue the calculation further.
What calcu	ation action should be performed?
Action:	Continue calculation
Where shou	Id the calculation be run?
Locatio	n: On this machine
What is the	maximum acceptable amount of CPU time for the calculation?
Maximu	m CPU time: 8 hr
When do yo	u want the results to be saved?
C mus or	otion: Automatically after the calculation
	Mon: Automatically after the calculation
Save of	

รูปที่ 4.21 ภาพวิธีการคำนวณ

- เมื่อทำการเริ่มการคำนวณแล้ว โปรแกรมจะเริ่มการประมวลผลที่เกิดขึ้น เมื่อทำการ ประมวลผลเสร็จทำการบันทึกค่าที่ได้ หรือจะดูผลก็คลิกที่ View Summary of Result ค่าต่างๆก็จะ ปรากฏขึ้น

- riesuits	inainainainainainainainainainainainainai
Summary	
Boundaries	
Plane Cuts	
Iso-Surfaces	
Flow Pathlines	
Point Probes	
View a Summa	ary of Your Results
Final Report	ary of Your Results
View a Summa In this step, you can vie here (and in subsequen selected earlier. If you w the Units step (using the return to this step to view	ary of Your Results w a tabular summary of your results. By default, the results t steps of the Results phase) are shown in the unit system you yould like to see the results in a different unit system, return to wizerd Navigator above), change the unit system, and then w your results in the new unit system.

รูปที่ 4.22 ภาพการดูผลการจำลอง

lesh Inforr	nation			
Variable	Va	alue		
Mesh type	Te	strahedral me	sh	
Total number of	cells 12	9541		
Tetrahedral cells	12	9541		
Wedge cells	0			
Hexahedral cells	0			
Pyramid cells	0			
olver Infor	mation	ĺ:		
olver Infor Variable	mation Discret	ization Scl	eme	
olver Infor Variable Pressure	Discret	ization Scl	eme	
o lver Infor Variable Pressure Momentum	mation Discreti Standard First Orde	ization Scl 1 er	eme	
Olver Infor Variable Pressure Momentum Kinetic Energy	Discret Standard First Orde	ization Scl 1 er	eme	
Olver Infor Variable Pressure Momentum Kinetic Energy Dissipation	mation Discreti Standard First Orde First Orde	ization Scl I er er	eme	
Olver Infor Variable Pressure Momentum Kinetic Energy Dissipation Gradient comput	Mation Discreti Standard First Orde First Orde First Orde ation N	ization Scl I er er er ode Based		
Colver Infor Variable Pressure Momentum Kinetic Energy Dissipation Gradient comput Turbulence Mod	Discret Standard First Orde First Orde First Orde ation N el R	i i i er er ode Based ealizable k-e	eme	
Olver Infor Variable Pressure Momentum Kinetic Energy Dissipation Gradient comput Turbulence Mod	Discrete Standard First Orde First Orde First Orde Attorney Rel	ization Scl I er er ode Based ealizable k-e	eme	
Colver Infor Variable Pressure Momentum Kinetic Energy Dissipation Gradient comput Turbulence Mod	Discreti Standard First Orde First Orde Attorn N el R	ization Scl i er er ode Based ealizable k-e	eme osion cal)	
Colver Infor Variable Pressure Momentum Kinetic Energy Dissipation Gradient comput Turbulence Mod ressure Di From Boundar	Mation Discreti Standarc First Orde First Orde First Orde ation N el R ation N el R	ization Scl d er er edizable k-e ceaizable k-e Soos (pas Soundary	eme osion cal)	

รูปที่ 4.23 ภาพตารางแสดงค่าที่ได้

4.2.2 การทดลอง

จากการจำลองการทำงานของใบพัดในทางโปรแกรม ทำให้ทราบถึงแรงที่กระทำต่อใบพัด แต่ละใบในองศาการเคลื่อนที่ต่างๆ แล้วหาค่าแรงที่เกิดขึ้นและพิจารณาว่าใบพัดจะทำงานได้จริง หรือไม่ ซึ่งหลักการคำนวณและการคำนวณจะกล่าวถึงในบทต่อไป โดยที่ลำดับการคำเนินงานมี ดังนี้

ก. ขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนต่างๆ
 นำชิ้นส่วนต่างๆมาประกอบเข้าด้วยกัน ดังรูป



รูปที่ 4.24 ภาพการประกอบส่วนต่างๆ

ขั้นตอนการทดสอบการทำงาน

เมื่อทำการประกอบชิ้นส่วนต่างๆแล้ว ทำการทคสอบโดยนำโครงสร้างที่ได้ทำการ ทดลอง โดยสถานที่ที่ทำการทคลองในครั้งนี้คือ บริเวณใต้สะพานเสรีประชาธิปไตย อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ในการวัดผลที่ได้จะทำการวัดความเร็วในการหมุนของแกนเพลาส่งกำลังว่า ได้จำนวนกี่รอบต่อนาที โดยที่ในการทดสอบครั้งนี้ไม่มีการต่อเพลาส่งกำลังเข้ากับปั้ม



รูปที่ 4.25 ภาพการทคสอบ

การบันทึกผลการทดสอบ

ในการบันทึกผลการทคสอบการทำงานของเครื่องสูบน้ำพลังน้ำในครั้งนี้จะทำการ วัคผลที่ได้จากอัตราความเร็วรอบของเพลาส่งกำลังโดยใช้เครื่องมือที่มีชื่อว่า "เครื่องมือวัด ความเร็วรอบ" โดยค่าที่ได้จะวัดเป็นหน่วยของ รอบต่อนาที (rev/min) โดยทำการติดแทบ สะท้อนแสงที่บริเวณที่ต้องการวัดแล้วทำวัดโดยที่เครื่องจะทำการฉายแสงไปยังแทบสะท้อนแสง แล้วจะสะท้อนกลับมายังเครื่อง เครื่องจะทำการกำนวณก่าที่ได้



รูปที่ 4.26 ภาพเครื่องวัคความเร็วรอบ

ส่วนในการวัดอัตราการ ใหลของน้ำที่เครื่องสามารถทำได้ จะวัดโดยใช้การวัด อย่างง่ายคือ จะทำการวัดปริมาณของน้ำที่สูบขึ้นมาได้แล้วทำการจับเวลา นำค่าที่ได้มาทำการ กำนวณหาอัตราปริมาณของการไหล (m³/s)