บทที่ 4

วิธีการออกแบบและวิธีการทดลอง

ในการออกแบบและการทดลองเครื่องสูบน้ำพลังน้ำครั้งนี้เราได้จำแนกออกเป็น 2 วิธี คือ การออกแบบและการทดลองในทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์และการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อที่ให้ได้ค่าที่ถูกต้องและเป็นการค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นด้วยโดยรายละเอียดจะกล่าวถึงดังต่อไปนี้

4.1 การออกแบบเครื่องสูบน้ำพลังน้ำ

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

ในการออกแบบครั้งนี้ส่วนสำคัญที่เราคำนึงถึง คือ การออกแบบใบพัดว่าให้มีประสิทธิภาพสูงสุดและในรายละเอียดต่างๆจะกล่าวในหัวข้อต่อไปนี้

4.1.2 การออกแบบโครงสร้างของทุ่น

ในการออกแบบโครงสร้างของทุ่นนั้นเราจะคำนึงถึงความเหมาะสมเป็นหลัก ทั้งในเรื่องของวัสดุที่ใช้และขนาดในการออกแบบ โดยที่ใช้หลักการคำนวณอย่างคร่าวๆ โดยอยู่บนหลักของวิศวกรรม

รูปที่ 4.1 ภาพลักษณะของโครงสร้างและทุ่น

โดยลักษณะทั่วไปรูปร่างเป็นโครงสร้างสามเหลี่ยม และจะใช้เหล็กกลวงขนาด 1 นิ้วและ 1 นิ้วครึ่ง ในการทำโครงสร้างหลัก ใช้ถังเปล่าขนาด 5 ลิตรในการทำทุ่น และเหล็กรีดร้อนเพื่อที่จะทำการยึดทุ่นกับโครงสร้างหลัก โดยทั้งหมดทำการประกอบเข้าด้วยกันการดัด, โดยการเชื่อมไฟฟ้า, และเชื่อมด้วยสกรู

4.1.3 การออกระบบการส่งกำลัง

ระบบการส่งกำลังนี้เป็นการส่งกำลังในแนวแกนจากใบพัดไปสู่ปั้มโดยตรง ดังนั้นเราจะใช้เพลาในการส่งกำลัง โดยเพลานั้นทำจากเหล็กกลมตันเพื่อรับแรงได้ดีและใช้ขนาดความยาวเท่ากับ 1.25 เมตร อีทั้งมีการกลึงหัวท้ายเพื่อที่จะใช้ในการประกอบกับส่วนของแกนของใบพัดและปั้ม และใช้แบริ่งประเภทบอลแบริ่งในการรองรับแรงและช่วยในการหมุน

รูปที่ 4.2 ภาพลักษณะของเพลา

รูปที่ 4.3 ภาพลักษณะของแบริ่ง

4.1.4 การออกแบบและการเลือกปั้ม

ในการออกแบบและการเลือกใช้ปั้มนั้น จะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของความเร็วรอบที่ได้จากการหมุนของใบพัด จากการวิเคราะห์ว่ารอบที่ได้มีค่าไม่สูงมากนัก ดังนั้นจึงใช้เลือกปั้มประเภทที่ต้องการรอบต่ำ แต่ได้อัตราการไหลที่ดี ในที่นี้เลือกใช้ ปั้มมือหมุน (เวนปั้ม) โดยมีขนาดของอัตราการไหลที่ได้เท่ากับ 18 รอบ ต่อ 5 ลิตร

รูปที่ 4.4 ภาพปั้มมือหมุน (Vane ปั้ม)

4.1.5 การออกแบบใบพัด

จากทฤษฎีที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 ถึงเรื่องการออกแบบใบพัด จากการศึกษาพบว่าคุณสมบัติที่สำคัญของใบพัดคือมุมของใบพัดจะส่งผลถึงประสิทธิภาพในการส่งกำลังมากที่สุด และมุมที่ได้จากการคำนวณว่ามีประสิทธิภาพสูงสุดคือ ใบพัดที่มีมุมใบพัดเท่ากับ 180° (ดังแสดงในรูปที่ 4.5) ส่วนขนาดและวัสดุที่ใช้เราจะคำนึงถึงความเหมาะสมเป็นหลัก

โดยขนาดที่ใช้คือ ใบพัดรูปครึ่งวงกลม สูง 0.5 เมตร มีรัศมี 0.15 เมตร ใช้เหล็กรีดร้อนขนาดความหนา 3 มิลลิเมตร ดังรูป

รูปที่ 4.5 ภาพลักษณะของใบพัด

4.2 การทดลอง

ในการทดลองประกอบด้วยการทดลองทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และการทดลองจริง โดยที่การทำการทดลองในทางโปรแกรมเพราะต้องการที่จะได้ค่าที่ใกล้เคียงความจริงเพื่อที่จะประกอบในการสร้างใบพัดและการหาค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทดลองจริง โดยโปรแกรมที่ใช้คือโปรแกรม Flo Wizard ใช้ในการคำนวณหาแรงที่กระทำต่อใบพัดแต่ละใบ

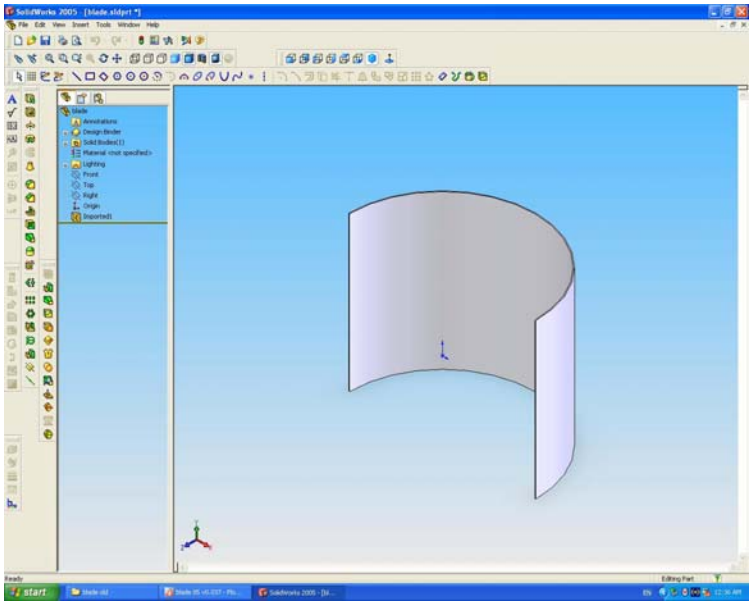
4.2.1 การทดลองโดยการจำลองทางโปรแกรม

การจำลองครั้งนี้ได้ใช้โปรแกรม Flo Wizard มาช่วยในการจำลอง โดยทฤษฎีที่ใช้ได้กล่าวไปแล้วในบทที่ 3 โปรแกรมนี้จะวิเคราะห์ลักษณะการไหลที่ไหลผ่านวัตถุและจะวิเคราะห์ผลที่กระทำในจุดต่างๆ โดยค่าที่ได้จะเป็นค่าเฉลี่ยทั้งหมด

โดยการจำลองได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การสร้างแบบจำลองใบพัด และการจำลองการไหลจริงเพื่อวิเคราะห์แรง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ก. การสร้างแบบจำลองของใบพัด

ในการสร้างแบบจำลองของใบพัดในที่นี้ได้ใช้โปรแกรม Solid Work การสร้างแบบจำลองขึ้นมาให้มีขนาดตามที่ต้องการ ก่อนแล้วค่อยนำไปจำลองต่อไปในโปรแกรม Flo Wizard ส่วนขั้นตอนในการออกแบบจะไม่ขอกล่าวถึงในบทนี้



รูปที่ 4.6 ภาพการสร้างแบบจำลองของใบพัด

ข. การจำลองการทำงาน

เป็นการนำแบบจำลองที่ได้มาจำลองการทำงานโดยใช้โปรแกรม Flo Wizard เพื่อหาผลที่จะเกิดขึ้นว่าเป็นอย่างไร ในการจำลองครั้งนี้ได้ทำการจำลองโดยพิจารณาเพียงใบพัดเดียว แต่จำทำการเปลี่ยนทิศทางการไหลเข้าของน้ำให้เสมือนว่าใบพัดเกิดการหมุน

โดยทิศทางการไหลเข้าของน้ำจะเริ่มที่ 0º,30º,60º,90º, 120º, 150º, 180º,210º,240º, 270º ,300º,330º จนครบรอบ และใช้ความเร็วของการไหลของน้ำที่ความเร็วต่ำสุด (V_{min}), ความเร็วเฉลี่ย (V_{avg}) และความเร็วสูงสุด (V_{max}) ตามลำดับดังนี้ 0.05, 0.546, 1.202 (m/s) โดยความเร็วของน้ำที่ใช้ได้มาจากข้อมูลของกรมชลประทานจังหวัดอุบลราชธานี ประจำปี 2547 ซึ่งมีค่าดังนี้

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

ว/ด/ป	ระดับน้ำ (m)	ระดับน้ำ (m)	เวลาทำการสำรวจ (time)	ความกว้างผิวน้ำ (m.)	เนื้อที่รูปตัด (m^2)	ความเร็วเฉลี่ย (m/s)	ปริมาณน้ำ (m^3/s)	เวลามาตรฐาน (S)
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

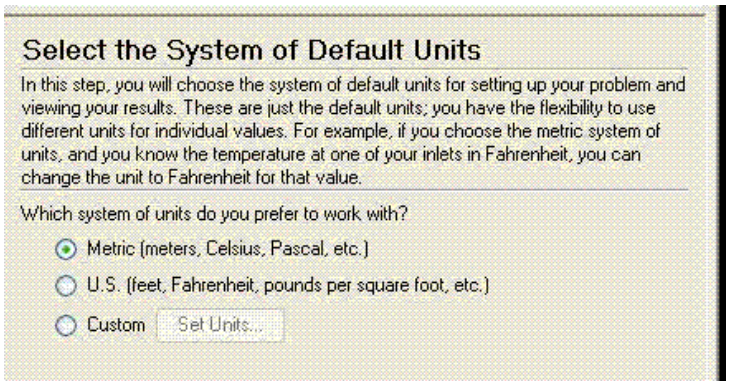
ค. รายละเอียดและขั้นตอนการจำลองจะแสดงดังต่อไปนี้

- สร้างการจำลองขึ้นมาใหม่โดยเข้าไปที่ FILE > NEW

- เมื่อทำการสร้างเสร็จ หน้าจอจะแสดงผลขึ้นมา ให้คลิกที่คำว่า “NEXT” เพื่อทำการดำเนินการต่อไป

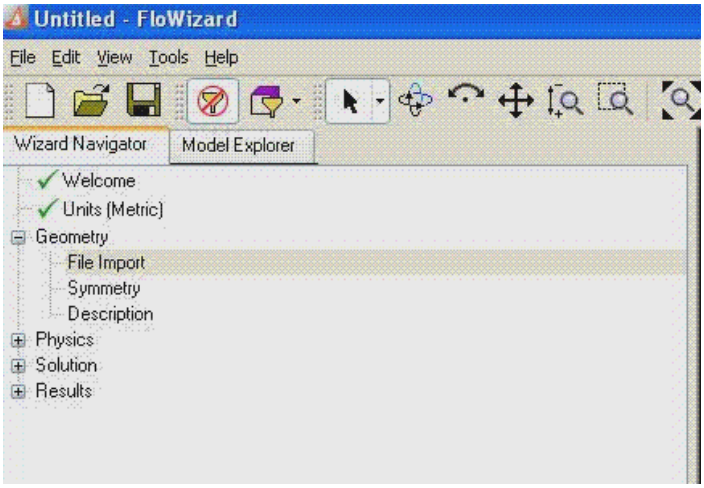
รูปที่ 4.7 ภาพการสร้างแบบจำลองใหม่

- กำหนดค่ายูนิตของการจำลอง ในที่นี้ใช้ค่าตามแบบ Metric



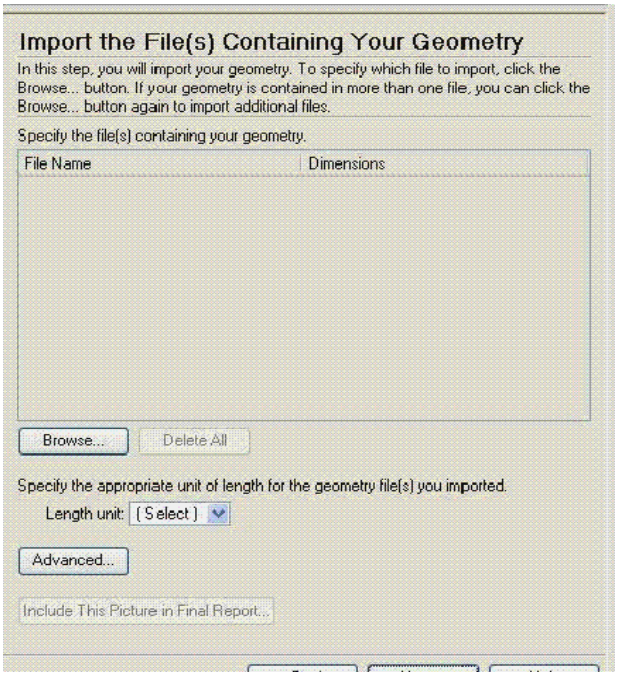
รูปที่ 4.8 ภาพการเลือกหน่วยของการไหล

- กำหนดค่า Geometry ของแบบจำลอง



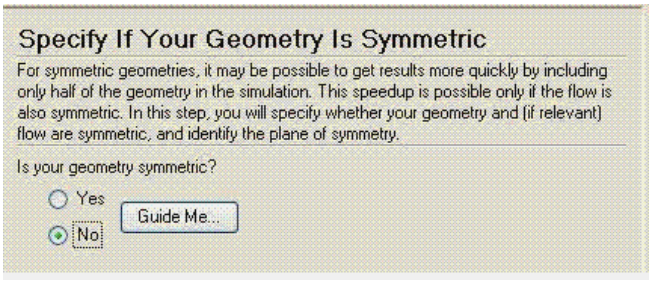
รูปที่ 4.9 ภาพส่วนของ Geometry

- แทรกข้อมูล (File Import) ของแบบจำลองที่ต้องการวิเคราะห์ผลและกำหนดหน่วยของความ ยาว ในที่นี้ใช้หน่วยเป็น มิลลิเมตร



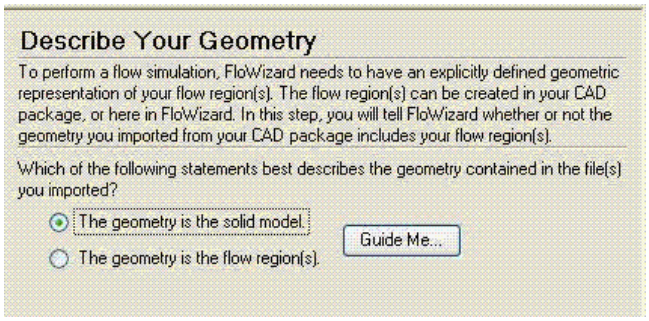
รูปที่ 4.10 ภาพการแทรกข้อมูลและการกำหนดหน่วยความยาว

- ระบุค่า Symmetric ในที่นี้เลือก “ไม่”

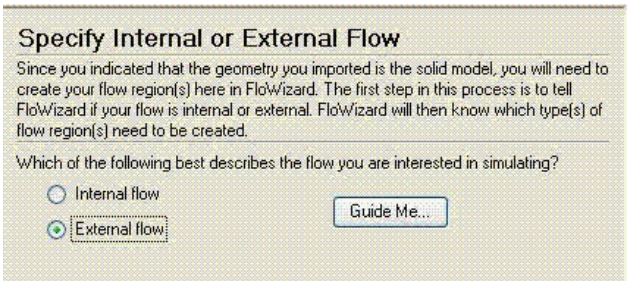


รูปที่ 4.11 ภาพการระบุค่า Symmetric

- ระบุการอธิบายว่า Geometry ในครั้งนี้เป็นแบบใด ในที่นี้เลือก Geometry ที่เป็นของแข็งและ ทำการเลือกลักษณะการไหลของของไหล ในที่นี้เลือกเป็นการไหลจากภายนอก

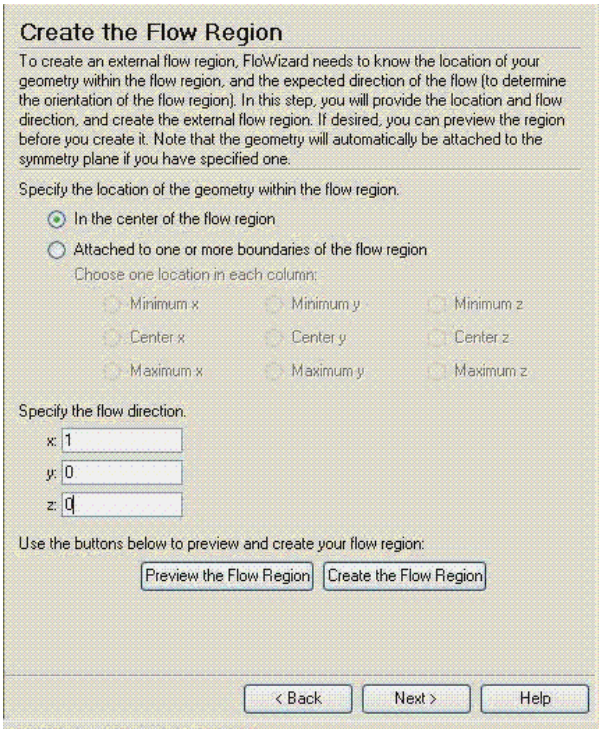


รูปที่ 4.12 ภาพการเลือกแบบของ Geometry



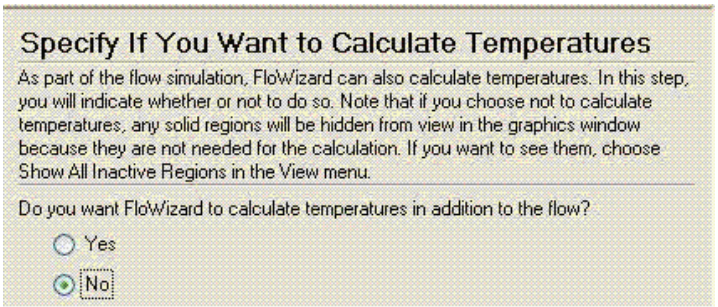
รูปที่ 4.13 ภาพการกำหนดการไหล

- เมื่อทำการกำหนดลักษณะการไหลแล้ว จะต้องกำหนดว่าให้ไหลในทิศทางอย่างไร ในที่นี้เลือกการไหลเข้าสู่ศูนย์กลางและกำหนดทิศทางในแนวแกน



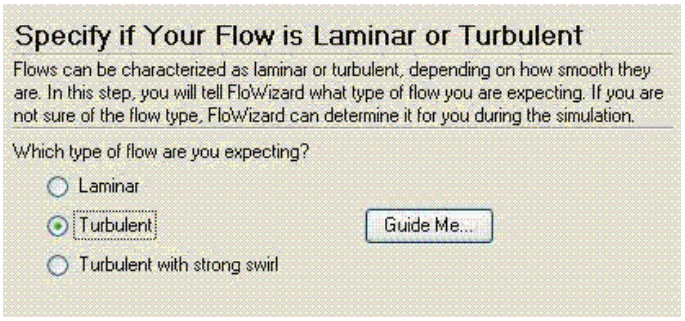
รูปที่ 4.14 ภาพการเลือกย่านการไหลและทิศทางของการไหล

- เมื่อกำหนดค่าใน Geometry เสร็จสิ้นแล้วจะเป็นการกำหนดค่าในทางกายภาพ
- การกำหนดว่าอุณหภูมิมีส่วนในการคำนวณหรือไม่ ในที่นี้อุณหภูมิจะไม่นำมาเป็นองค์ประกอบในการคำนวณ



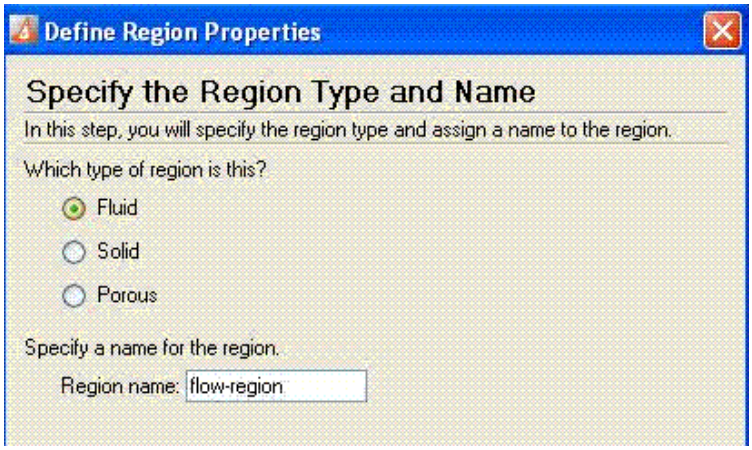
รูปที่ 4.15 ภาพการกำหนดความสำคัญของอุณหภูมิ

- เลือกลักษณะการไหล ในที่นี้เลือกเป็นการไหลแบบปั่นป่วน



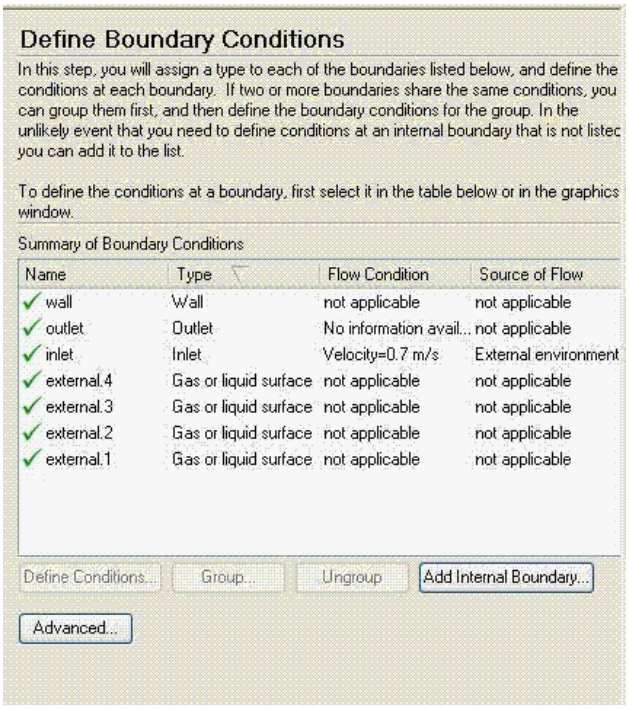
รูปที่ 4.16 ภาพการเลือกรูปแบบของการไหล

- ระบุชนิดและชื่อของย่านการไหล ในที่นี้กำหนดเป็น ของเหลว



รูปที่ 4.17 ภาพการการกำหนดชนิดและชื่อของย่านการไหล

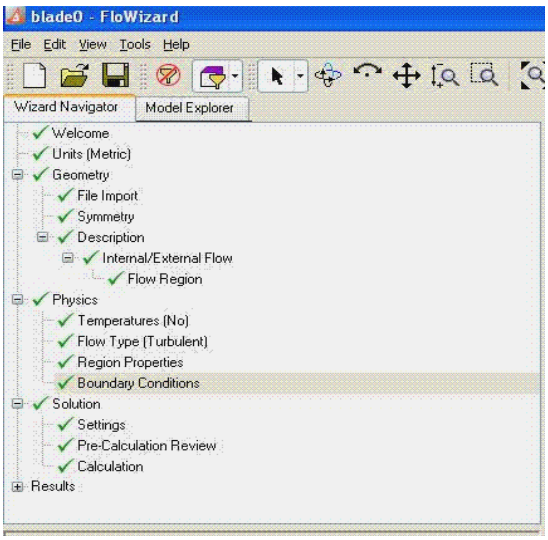
- แล้วทำการกำหนดเงื่อนไขของขอบเขตการจำลอง



รูปที่ 4.18 ภาพการกำหนดเงื่อนไขของขอบเขตการจำลอง

- เมื่อกำหนดค่าต่างๆครบแล้วหน้าจอจะแสดงผลที่ได้ดังรูป

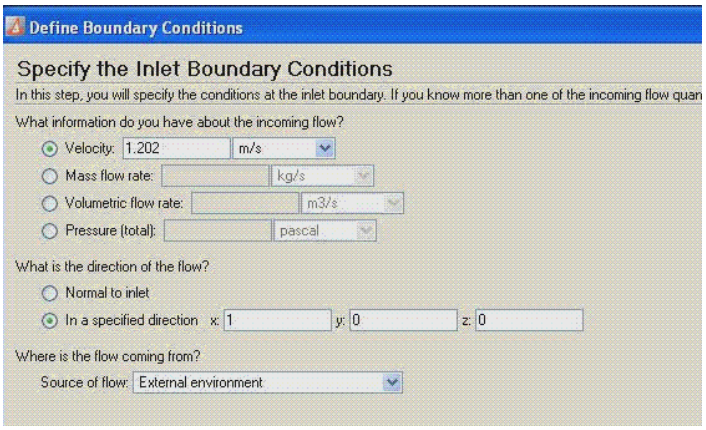
-



รูปที่ 4.19 ภาพการกำหนดค่าเมื่อเสร็จสมบูรณ์แล้ว

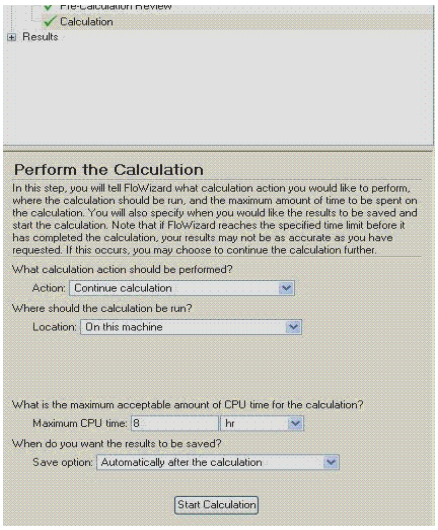
ในการจำลองได้มีการเปลี่ยนค่าความเร็วของน้ำ และทิศทางการไหลเข้าของน้ำดังได้กล่าวมาแล้วนั้น ขั้นตอนต่างๆในการเปลี่ยนค่ามีดังนี้

- ทำคลิกที่ค่าของ Inlet เพื่อที่จะเปลี่ยนค่าความเร็วของของไหลที่ Velocity และเปลี่ยนทิศทางการไหลเข้าของของเหลว ที่ “in a specified direction” โดยกำหนดค่า X Y Z ตามทิศทางการไหลเข้าที่ต้องการ เมื่อเสร็จแล้วคลิกที่ FINISH



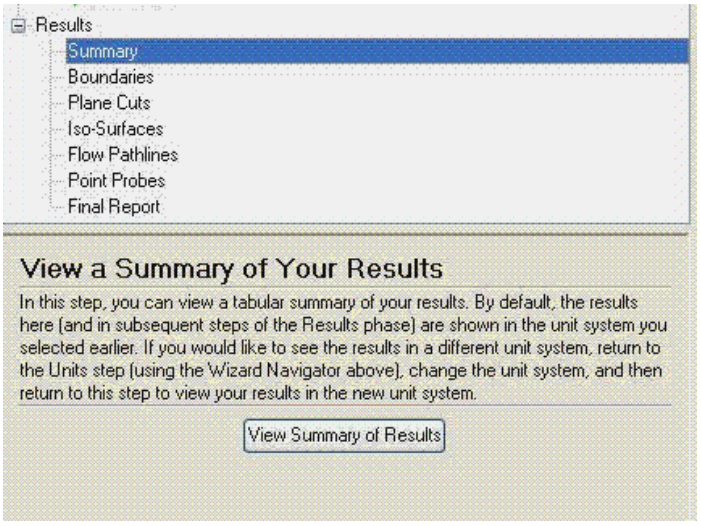
รูปที่ 4.20 ภาพกำหนดความเร็วและทิศทางของการไหลของของไหล

- การคำนวณค่าที่ได้ในแต่ละกรณีจะทำโดย เข้าไปที่ Calculation แล้วทำการ Start Calculation ดังรูป

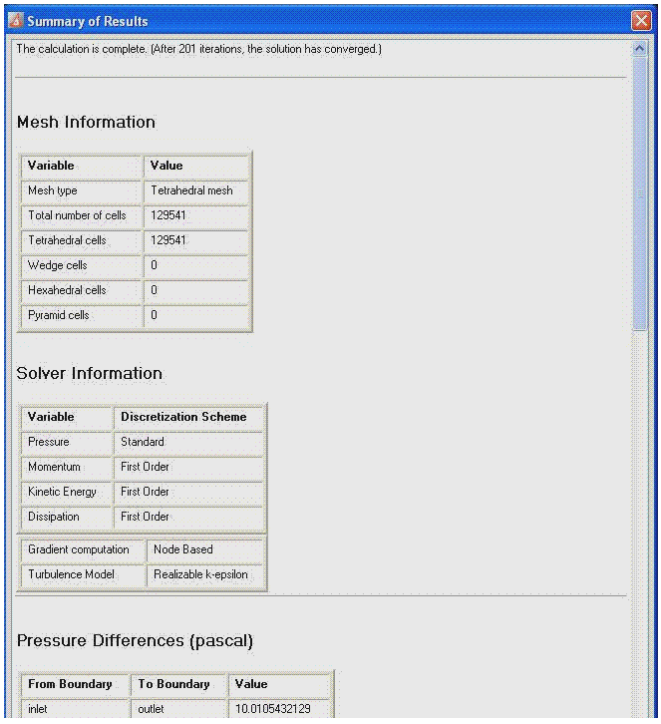


รูปที่ 4.21 ภาพวิธีการคำนวณ

- เมื่อทำการเริ่มการคำนวณแล้ว โปรแกรมจะเริ่มการประมวลผลที่เกิดขึ้น เมื่อทำการประมวลผลเสร็จทำการบันทึกค่าที่ได้ หรือจะดูผลก็คลิกที่ View Summary of Result ค่าต่างๆก็จะปรากฏขึ้น



รูปที่ 4.22 ภาพการดูผลการจำลอง



รูปที่ 4.23 ภาพตารางแสดงค่าที่ได้

4.2.2 การทดลอง

จากการจำลองการทำงานของใบพัดในทางโปรแกรม ทำให้ทราบถึงแรงที่กระทำต่อใบพัดแต่ละใบในองศาการเคลื่อนที่ต่างๆ แล้วหาค่าแรงที่เกิดขึ้นและพิจารณาว่าใบพัดจะทำงานได้จริงหรือไม่ ซึ่งหลักการคำนวณและการคำนวณจะกล่าวถึงในบทต่อไป โดยที่ลำดับการดำเนินงานมีดังนี้

ก. ขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนต่างๆ

นำชิ้นส่วนต่างๆมาประกอบเข้าด้วยกัน ดังรูป

รูปที่ 4.24 ภาพการประกอบส่วนต่างๆ

ข. ขั้นตอนการทดสอบการทำงาน

เมื่อทำการประกอบชิ้นส่วนต่างๆแล้ว ทำการทดสอบโดยนำโครงสร้างที่ได้ทำการทดลอง โดยสถานที่ที่ทำการทดลองในครั้งนี้คือ บริเวณใต้สะพานเสรีประชาธิปไตย อำเภอเมืองจังหวัดอุบลราชธานี ในการวัดผลที่ได้จะทำการวัดความเร็วในการหมุนของแกนเพลาส่งกำลังว่าได้จำนวนกี่รอบต่อนาที โดยที่ในการทดสอบครั้งนี้ไม่มีการต่อเพลาส่งกำลังเข้ากับปั๊ม

รูปที่ 4.25 ภาพการทดสอบ

ค. การบันทึกผลการทดสอบ

ในการบันทึกผลการทดสอบการทำงานของเครื่องสูบน้ำพลังน้ำในครั้งนี้จะทำการวัดผลที่ได้จากอัตราความเร็วรอบของเพลาส่งกำลังโดยใช้เครื่องมือที่มีชื่อว่า “เครื่องมือวัดความเร็วรอบ” โดยค่าที่ได้จะวัดเป็นหน่วยของ รอบต่อนาที (rev/min) โดยทำการติดแทบสะท้อนแสงที่บริเวณที่ต้องการวัดแล้วทำวัดโดยที่เครื่องจะทำการฉายแสงไปยังแทบสะท้อนแสงแล้วจะสะท้อนกลับมายังเครื่อง เครื่องจะทำการคำนวณค่าที่ได้

รูปที่ 4.26 ภาพเครื่องวัดความเร็วรอบ

ส่วนในการวัดอัตราการไหลของน้ำที่เครื่องสามารถทำได้ จะวัดโดยใช้การวัดอย่างง่ายคือ จะทำการวัดปริมาณของน้ำที่สูบขึ้นมาได้แล้วทำการจับเวลา นำค่าที่ได้มาทำการคำนวณหาอัตราปริมาณของการไหล (m^3/s)