



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การสร้างเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้

The Pump Was Built From The Recycled Thing

โดย

นายทศพล สงวนไว 5604100007

รายงานเล่มนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษาสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล หลักสูตร 4 ปี

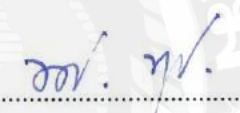
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2559

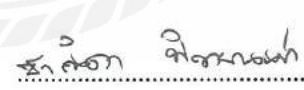
หัวข้อโครงงานสหกิจศึกษา	การสร้างเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้
	The Pump Was Built From The Recycled Thing
รายชื่อผู้จัดทำ	นายทศพล สงวนไว้
ภาควิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิ์ชัย

อนุมัติให้โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2559

คณะกรรมการการสอบโครงการ


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิ์ชัย)


.....พนักงานที่ปรึกษา
(นายประพัฒน์ พุนชะโร)


.....กรรมการกลาง
(อาจารย์ ชานิดา พิทยานนท์)


.....ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสหกิจศึกษา
(ผศ.ดร.มารุจ ลิ้มปะวัฒนะ)

ชื่อโครงการ	: การสร้างเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้
ชื่อนักศึกษา	: นาย ทศพล สงวนไว
อาจารย์ที่ปรึกษา	: ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิ์ชัย
ระดับการศึกษา	: วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล
คณะ	: วิศวกรรมศาสตร์
ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา	: 2/2559

บทคัดย่อ

รายงานเล่มนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้มาทดแทนเครื่องสูบน้ำเดิมของโรงงาน เพื่อลดระยะเวลาในการสูบน้ำเสียออกจากถังเก็บแอลกอฮอล์ และลดต้นทุนในการซื้อเครื่องสูบน้ำ โดยการสร้างชิ้นงานจริงเพื่อนำมาทดสอบและสรุปผล โดยผลจากการทดสอบเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้พบว่า อัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำอยู่ที่ 42.6 ลิตร/นาที่ และเฮดสูงสุดอยู่ที่ 7 เมตร โดยใช้แบตเตอรี่ 12 โวลต์ เป็นต้นกำลังของเครื่องสูบน้ำ ประโยชน์ของการศึกษาโดยการทดสอบเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้ สามารถประหยัดเวลาในการสูบน้ำได้ 85% จากเครื่องสูบน้ำเดิมสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 30 % เครื่องสูบน้ำมีขนาดเล็กสามารถใช้งานได้คล่องตัวมากขึ้นและสร้างมาจากสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วให้กลับมาใช้ประโยชน์

คำสำคัญ : เครื่องสูบน้ำ/วัสดุเหลือใช้/ประหยัดเวลา

Project Title : Waste Water Pump Built from Recycled Parts

By : Tossapon Sanguanwai

Advisor : Dr. Chanchai Wiroonritichai

Degree : Bachelor of Engineering

Major : Mechanical Engineering

Faculty : Engineering

Semester / Academic Year : 2/2016

Abstract

This report aimed to build a waste water pump to replace the factory's original pump to reduce the duration of pumping water out of the alcohol tank and reduce the cost of buying a new pump by creating a real water pump for testing and then create a report. The results of the water pumping test made from waste materials found showed the flow rate of the pump was 42.6 liters per minute and the maximum was 7 meters with a 12 volt battery. The benefits of this study by testing the waste water pump could save time up to 85%. On the other hand, the original water pump can save time just up to 30%. To conclude, the water pump, which is a small size, was found to be flexible, also it was made from recycled materials.

Keywords : Water Pumping/ Waste Material/ Saved Time



กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

การที่ผู้จัดทำได้มาปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัทไทยเส็ง จำกัด (มหาชน) ตั้งแต่วันที่ 4 มกราคม 2559 ถึงวันที่ 21 เมษายน 2559 ส่งผลให้ผู้จัดทำได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆที่มีค่ามากมายสำหรับรายงานสหกิจศึกษานี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่ายดังนี้

1. คุณ ประพัฒน์ พูนชะโร ผู้ช่วยผู้จัดการ โรงงาน
และบุคคลอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและช่วยให้คำแนะนำในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ตลอดจนให้การดูแลและสอนให้ความเข้าใจกับชีวิตของการทำงานแท้จริงซึ่งผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้จัดทำ

นายทศพล สงวนไว้

4 มกราคม 2560

สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่งรายงาน	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตความสามารถของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทบทวนเอกสาร/วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	
2.1 แยกประเภทตามลักษณะการขับเคลื่อนของเหลวในเครื่องสูบ	4
2.2 การทำงานของเครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง	4
2.3 ลักษณะและการทำงานของเครื่องสูบน้ำแรงเหวี่ยง (Centrifugal)	6
2.4 ลักษณะใบพัดของเครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง	8
2.5 กฎการแปรผันและกฎความคล้ายของพัดลมและเครื่องสูบน้ำ	10
2.6 กำลังและประสิทธิภาพของเครื่องสูบ	12
2.7 เสดเครื่องสูบน้ำ	12
2.8 หลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง	13
2.9 ความเร็วจำเพาะ	14
2.10 สูตรคำนวณหาการลดระยะเวลาสูบน้ำและลดต้นทุน	14
2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน	
3.1 ชื่อและสถานที่ตั้งของสถานประกอบการ	16
3.2 ลักษณะการประกอบการ ผลิตภัณฑ์การให้บริการหลักขององค์กร	16
3.3 รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารงานขององค์กร	16
3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย	16
3.5 ชื่อและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา	16
3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	16

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	16
3.8 จัดทำเอกสาร ครงงาน	33
3.9 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้	33
บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงานตามโครงการ	
4.1 อัตราการไหลเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้	34
4.2 แบบจากเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง	34
4.3 เปรียบเทียบสเปกเครื่องสูบน้ำ	35
4.4 กราฟอัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้	36
4.5 เปรียบเทียบราคาเครื่องสูบน้ำ	37
4.6 จำนวนประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำ	37
4.7 กราฟเครื่องสูบน้ำและประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำ	38
4.8 ความเร็วจำเพาะ	39
บทที่ 5 สรุปผลโครงการและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผล ครงงานหรืองานวิจัย	40
5.2 สรุปผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา	40
บรรณานุกรม	41
ภาคผนวก ตารางเปรียบเทียบหน่วยวัดแรงดัน	
และตัวอย่างกราฟประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำ	43
ภาคผนวก ข แสดงรายการคำนวณ	46
ประวัติผู้จัดทำ	49

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบเครื่องสูบน้ำแต่ละชนิด	11
ตารางที่ 3.1 อุปกรณ์เครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้	26
ตารางที่ 3.2 วัสดุที่มีอยู่	27
ตารางที่ 3.3 ราคาเครื่องสูบน้ำจากร้านค้า	28
ตารางที่ 3.4 แสดงระยะเวลาในการดำเนินงานของโครงการ	33
ตารางที่ 4.1 ตารางรายละเอียดเครื่องฉีดน้ำ ($k = 2.14$)	35
ตารางที่ 4.2 ตารางราคาเครื่องสูบน้ำ	37
ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้	38



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 การจำแนกประเภทของเครื่องสูบน้ำ	4
รูปที่ 2.2 ทิศทางการไหลของของเหลว	
ขณะผ่านออกจากใบพัด (Impeller) ของเครื่องสูบน้ำแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง	5
รูปที่ 2.3 แบบหอยโข่ง (Volute Type)	6
รูปที่ 2.4 แบบมีครีบกั้นน้ำ (Diffuser Type)	6
รูปที่ 2.5 แบบเทอร์ไบน์ (Turbine Type)	7
รูปที่ 2.6 ประเภทกังหันแนวตั้ง (Vertical Turbine Type)	7
รูปที่ 2.7 แบบการไหลแบบผสม (Mixed Flow)	8
รูปที่ 2.8 แบบแกนโพล (Axial Flow)	8
รูปที่ 2.9 ลักษณะใบพัดของเครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง	8
รูปที่ 2.10 แสดงโครงสร้างทั่วไปของมอเตอร์กระแสตรง	12
รูปที่ 3 ภาพสัญลักษณ์บริษัท อุโตะเต็ง จำกัด (มหาชน)	16
รูปที่ 3.1 ชุดตัวล่อลมมอเตอร์และหน้าแปลน	17
รูปที่ 3.2 มอเตอร์พัดลมของเครื่องปรับอากาศ	17
รูปที่ 3.3 แผ่นใบพัดและครีบบใบพัด	18
รูปที่ 3.4 ห้องสูบน้ำและแผ่นประกบด้านล่าง	18
รูปที่ 3.5 เข็มขัดลัดท่อและอุปกรณ์ในการยึดโครงสร้าง	19
รูปที่ 3.6 แบตเตอรี่ (Battery) 12 โวลต์	19
รูปที่ 3.7 เครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้	20
รูปที่ 3.8 สายไฟยาว 1 เมตร	20
รูปที่ 3.9 แบตเตอรี่ 12 โวลต์	21
รูปที่ 3.10 เครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้	21
รูปที่ 3.11 ต่อสายไฟจากแบตเตอรี่ไปยังมอเตอร์พัดลมของเครื่องปรับอากาศ	22
รูปที่ 3.12 มอเตอร์จะทำการหมุนและสูบน้ำ	22
รูปที่ 3.13 ฐานและห้องสูบน้ำ	23
รูปที่ 3.14 ชุดล่อลมมอเตอร์พัดลมแอร์	23
รูปที่ 3.15 ใบพัดในห้องสูบน้ำ	24

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.16 แบบจากการประกอบเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้	24
รูปที่ 3.17 แบบฉบับเต็มของเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้	25
รูปที่ 3.18 ภาพจำลองลักษณะการหมุนของน้ำ	25
รูปที่ 3.19 เกจวัดแรงดัน (Pressure Gauge) น้ำและเทปพันเกลียว	28
รูปที่ 3.20 มัลติมิเตอร์และเครื่องหรี่ไฟ (Dimmer)	29
รูปที่ 3.21 ถังขนาด 20 ลิตร และ ทรายซังกิโกลรัม	29
รูปที่ 3.22 บอลวาล์วข้อต่อตรงเกลียวในและท่อพีวีซี	30
รูปที่ 3.23 เครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้	30
รูปที่ 3.24 การทดสอบที่อัตราการไหล 42.6 ลิตร/นาที	31
รูปที่ 3.25 การทดสอบที่อัตราการไหล 30 ลิตร/นาที	31
รูปที่ 3.26 การทดสอบที่อัตราการไหล 20.1 ลิตร/นาที	32
รูปที่ 3.27 การทดสอบที่อัตราการไหล 9.9 ลิตร/นาที	32
รูปที่ 4.1 ส่วนประกอบของเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง	34
รูปที่ 4.2 เครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง	34
รูปที่ 4.3 ถังเก็บแอลกอฮอล์ (Alcohol)	36
รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ของอัตราการไหลกับเวลาของเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้	36
รูปที่ 4.5 กราฟประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำ	38
รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วจำเพาะและรูปแบบของใบพัดที่เหมาะสม	39

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาขยะนับเป็นปัญหาใหญ่อย่างหนึ่งที่เราต้องเผชิญในยุคปัจจุบัน ในแต่ละวันมีของเหลือทิ้งเหลือใช้ที่เกิดจากการอุปโภคบริโภคเป็นจำนวนมาก จนดูประหนึ่งว่าสักวันอาจจะเกิดการขยะล้นโลกก็เป็นได้ ในแต่ละประเทศมีขั้นตอนในการกำจัดขยะที่แตกต่างกัน บ้างฝังกลบ บ้างเผา กำจัด ซึ่งแต่ละวิธีก็ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันได้แทบทั้งสิ้น ยิ่งในขยะที่มีสารพิษปลอมปนอยู่อาจจะถึงขั้นไปเข้าพื้นที่ในประเทศด้อยพัฒนา เพื่อฝังกลบขยะกันเลยทีเดียว ขยะบางประเภทก็สร้างปัญหาให้มนุษย์ และโลกในระยะยาวเพราะไม่สามารถย่อยสลายลงได้ในระยะเวลาอันรวดเร็วแต่ต้องใช้เวลานานนับร้อยนับพันปีเพื่อการย่อยสลายเช่นพวกพลาสติกต่างๆ

เครื่องปั้มน้ำ เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยส่งผ่านพลังงานจากแหล่งต้นกำเนิดไปยังของเหลว เพื่อทำให้ของเหลวเคลื่อนที่จาก ตำแหน่งหนึ่งไป ยังอีก ตำแหน่งหนึ่งที่อยู่สูงกว่า หรือในระยะทางที่ไกลออกไป โดยจุดเริ่มต้นของเครื่องปั้มน้ำนี้มีประวัติศาสตร์ที่ยาวนานกว่า 2,000 ปีก่อนคริสตศักราช ซึ่งในช่วงเริ่มแรกมีการใช้พลังงาน ที่ได้จากมนุษย์ สัตว์ ต่อมาจึงได้ใช้พลังงานจากธรรมชาติ เช่น พลังงานจากลม และน้ำเป็นแหล่งต้นกำเนิด ซึ่งในช่วงแรกเพียง เพื่อการอุปโภคบริโภคและทำการเกษตรเท่านั้นในปัจจุบันเครื่องปั้มน้ำจัดเป็นอุปกรณ์เครื่องมืออีกชนิดหนึ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิต ความเป็นอยู่ของมนุษย์อย่างมาก เป็นอุปกรณ์ ที่ช่วยจัดส่งน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค การเกษตร คมนาคม อุตสาหกรรม ตลอดจนการบำบัดน้ำเสีย เพื่อรักษา สภาวะแวดล้อม ที่ดีให้กับมนุษย์ ซึ่งวิวัฒนาการของเครื่องปั้มน้ำในปัจจุบันได้เปลี่ยนไปจากเดิม ที่ใช้พลังงานจาก แหล่งธรรมชาติมาเป็น การใช้พลังงานจากไอน้ำ จากเครื่องยนต์ และที่นิยมกันมากคือ การใช้พลังงานไฟฟ้า เนื่องจากความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน

เครื่องสูบน้ำอุตสาหกรรม กลับสามารถสร้างประโยชน์ได้เพิ่มเติม ในกรณีที่เกิดสถานการณ์ฉุกเฉินทางด้านน้ำท่วม โดยเฉพาะในกรุงเทพมหานครและพื้นที่ต่าง ๆ กลับให้ความสำคัญ โดยนำเครื่องสูบน้ำอุตสาหกรรมเข้ามามีส่วนช่วยเหลือ ในการสูบน้ำพร้อมกับปั้มน้ำออกจากพื้นที่ในบริเวณที่เกิดน้ำท่วมแบบเฉียบพลัน ทำให้อาจช่วยเหลือและแก้ไขต่าง ๆ เกี่ยวกับภัยน้ำท่วมที่จะอุบัติขึ้นได้ในทุก ๆ เวลา ก็เพราะว่าเครื่องปั้มน้ำอุตสาหกรรมหลากหลายรุ่น มีคุณสมบัติที่ตรงตัวเพื่อช่วยสูบน้ำในปริมาณมากและทำการระบายน้ำออกไปสู่ทะเลได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น ซึ่งในส่วนของการเอาปั้มน้ำอุตสาหกรรมมาใช้งานนั้น เมื่อมีการเรียนรู้และทำความเข้าใจ ตลอดจนกระทั่งรับรู้ได้ถึงคุณภาพ หรือชนิดของเครื่องปั้มน้ำอุตสาหกรรมที่มีความสอดคล้อง ต่อการเอามาใช้งานในแต่ละแบบอย่าง คุณก็จะพบว่าเครื่องสูบน้ำอุตสาหกรรมบางรุ่น กลับมีความดันในการนำไปใช้งานได้แบบเหนือชั้นและเกินคาด

จากที่บริษัท อุไทยเส็ง จำกัด (มหาชน) จะต้องจัดทำถังเก็บแอลกอฮอล์ และในการสร้างถังนั้นจะมีคราบสกปรกจากรอยเชื่อมตามจุดต่างๆ จะต้องนำถังเก็บแอลกอฮอล์นอนขนานกับพื้นเพื่อทำความสะอาดภายในจะต้องล้างด้วยน้ำเปล่าฉีดทำความสะอาดและขัดพื้นผิวถังก่อน และจะต้องดูดน้ำในถังออกมา 1 รอบ หลังจากนั้นจะต้องตากครดทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที หลังจาก 15 นาที จะต้องทำการล้างด้วยน้ำเปล่าอีก 1 ครั้ง และทำการสูบน้ำออกซึ่งที่ถังนั้นเป็นแบบแรงดันสูง และได้มีการชำรุดเสียหายจึงใช้งานได้ไม่สะดวก ทำให้ในขณะที่สูบน้ำออกเสียเวลาในการขยับสายสูบน้ำ จึงได้จัดทำเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้ขึ้นมาเพื่อสูบน้ำเสียออกจากในถังเก็บแอลกอฮอล์ อีกทั้งยังนำวัสดุเหลือใช้จากในบ้าน หรือหาจากร้านขายของเก่ามาใช้งาน และช่วยประหยัดทรัพยากรอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 เพื่อเป็นการสร้างเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้
- 1.2.2 เพื่อลดระยะเวลาในการสูบน้ำ
- 1.2.3 เพื่อลดต้นทุนในการซื้อเครื่องสูบน้ำ

1.3 ขอบเขตของโครงการ

ศึกษากระบวนการผลิตถังเก็บแอลกอฮอล์ บริษัท อุไทยเส็ง จำกัด มหาชน และหลักการทำงานของเครื่องสูบน้ำ

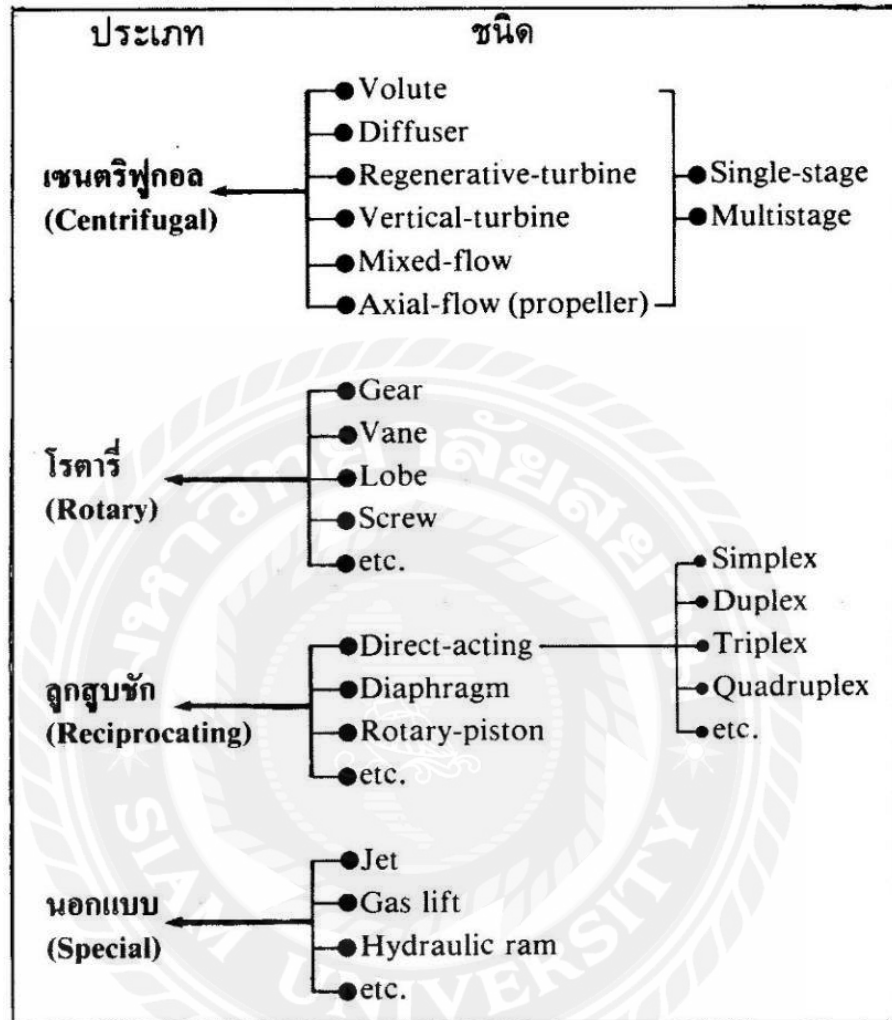
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

- 1.4.1 ประหยัดเวลาเวลาในการสูบน้ำ
- 1.4.2 ลดต้นทุนในการซื้อเครื่องสูบน้ำใหม่
- 1.4.3 เป็นการสร้างของจากวัสดุเหลือใช้
- 1.4.4 ทำงานได้คล่องตัวมากขึ้น
- 1.4.5 มีขนาดเล็กน้ำหนักเบา

บทที่ 2

ทบทวนเอกสาร/วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 แยกประเภทตามลักษณะการขับเคลื่อนของเหลวในเครื่องสูบน้ำ



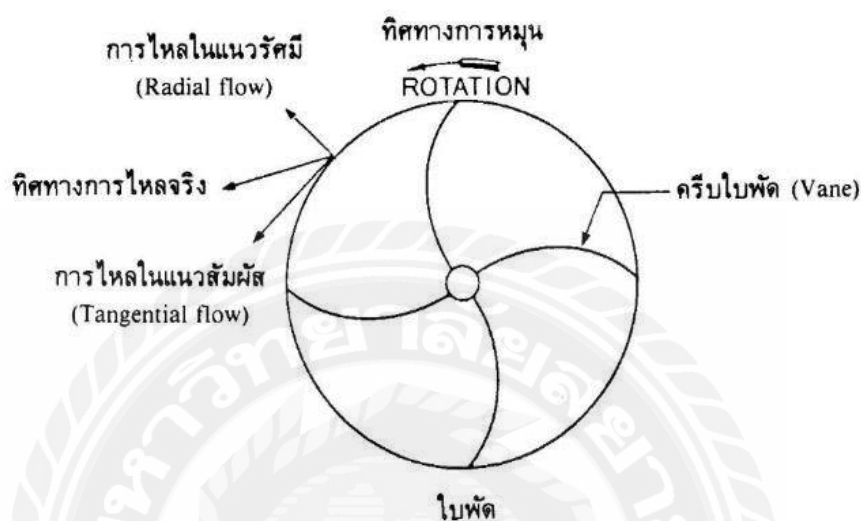
รูปที่ 2.1 การจำแนกประเภทของเครื่องสูบน้ำ^[1]

2.2 การทำงานของเครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

เครื่องสูบน้ำแบบนี้ทำงานโดยอาศัยการหมุนของใบพัดหรืออิมเพลเลอร์ (Impeller) ที่ได้รับการถ่ายทอดกำลังจากเครื่องยนต์ต้นกำลังหรือมอเตอร์ไฟฟ้า เมื่อใบพัดหมุนพลังงานจากเครื่องยนต์ก็จะถูกถ่ายเทโดยการผลักดันของครีปใบพัด (Vane) ต่อของเหลวที่อยู่รอบๆทำให้เกิดการไหลในแนวสัมผัสกับเส้นรอบวง (Tangential Flow) เมื่อมีการไหลในลักษณะดังกล่าวก็จะเกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Force) และเป็นผลให้มีการไหลจากจุดศูนย์กลางของใบพัด

ออกไปสู่แนวเส้นรอบวงทุกทิศทาง (Radial Flow) ดังนั้นของเหลวที่ถูกใบพัดผลักดันออกมา将会有ทิศทางไหลที่เป็นผลรวมของแนวทั้งสอง ดังรูปที่ 2.2

โดยหลักกลศาสตร์เมื่อของเหลวถูกหมุนให้เกิดแรงหนีศูนย์กลางความกดดันของของเหลวจะมีค่ามากขึ้นเมื่ออยู่ห่างจากศูนย์กลางของใบพัดมากขึ้น เมื่อความเร็วของใบพัดซึ่งหมุนอยู่ในสถานะปิดมากพอ ความกดดันที่จุดศูนย์กลางก็จะต่ำกว่าความกดดันของบรรยากาศ



รูปที่ 2.2 ทิศทางการไหลของของเหลวขณะผ่านออกจากใบพัด (Impeller) ของเครื่องสูบน้ำแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง^[1]

หนีจุดศูนย์กลางที่แท้จริงจึงมีทางให้ของเหลวไหลเข้าหรือทางดูด (Suction Opening) อยู่ที่ศูนย์กลางใบพัดของเหลวที่ถูกดูดเข้าทางศูนย์กลาง เมื่อถูกผลักดันออกไปด้วยแรงผลักดันของครีบบพัดและแรงเหวี่ยงหนีจุดศูนย์กลาง ก็จะไหลออกมาตลอดแนวเส้นรอบวง ดังนั้นใบพัดจึงจำเป็นต้องอยู่ในเรือนเครื่องสูบน้ำ (Casing) เพื่อทำหน้าที่รวบรวมและผันของเหลวเหล่านี้ไปสู่ทางจ่าย (Discharge Opening) เพื่อต่อเข้ากับท่อส่งหรือระบบใช้งานต่อไป ในการรวบรวมของเหลวที่ถูกผลักดันออกมานี้จำเป็นต้องเริ่มต้นที่จุดใดจุดหนึ่งบนเส้นรอบวงของใบพัด ดังนั้นจะมีจุดหนึ่งซึ่งผนังภายในของเรือนเครื่องสูบน้ำเข้ามาชิดกับขอบของใบพัดมากจุดดังกล่าวนี้เรียกว่าลิ้นของเรือนเครื่องสูบน้ำ (Tongue Of The Casing) ลักษณะโดยทั่วไปของเรือนเครื่องสูบน้ำจะ ดังรูปที่ 2.2

จากลิ้นของเรือนเครื่องสูบน้ำไปตามทิศทางการหมุนของใบพัดจะมีของเหลวไหลออกมามากขึ้นตามความยาวของเส้นรอบวงของใบพัดที่ เพิ่มขึ้น ดังนั้นช่องว่างซึ่งเป็นทางเดินของของเหลวระหว่างผนังของเรือนเครื่องสูบน้ำกับใบพัด ก็จะต้องเพิ่มขนาดขึ้นด้วย โดยหลักการแล้วอัตราการเพิ่มพื้นที่หน้าตัดจะคงที่เพื่อให้ความเร็วของการไหลสม่ำเสมอซึ่งจะเป็นผลให้มีการ

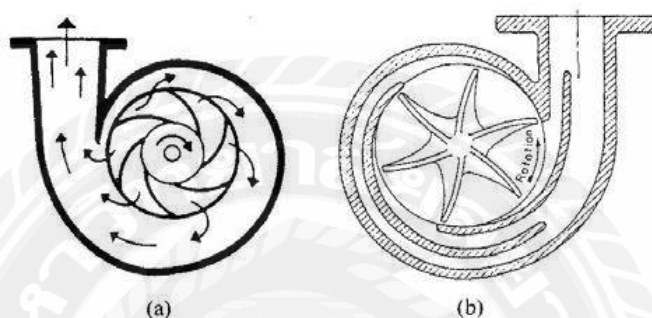
สูญเสียพลังงานน้อยลงนั่นเองอย่างไรก็ตามความเร็วของการไหลจะลดลงเนื่องจากพลังงานบางส่วนถูกเปลี่ยนเป็นพลังงาน ศักย์ (Potential Energy) ในรูปของความดัน (Pressure Head) แทน

2.3 ลักษณะและการทำงานของเครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal)

เครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal) แบ่งได้เป็น 6 แบบ ได้แก่

2.3.1 แบบหอยโข่ง (Volute Type)

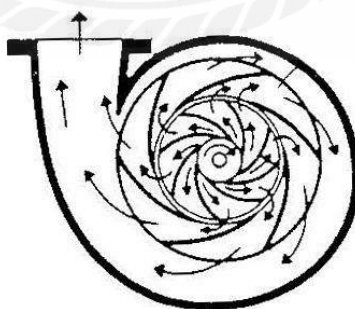
เป็นแบบพื้นฐานของเครื่องสูบน้ำประเภทนี้ คือของเหลวที่ไหลเข้ามาสู่ศูนย์กลางของใบพัดมีทิศขนานกับแกนของเพลาลูกสูบ แล้วไหลออกทำมุม 90 องศา กับ ทิศทางที่ไหลเข้า (รูปที่ 2.3) ที่มีเรือนปั๊มช่องทางเดินของของเหลวช่องเดียว (a) และสองช่อง (b)



รูปที่ 2.3 แบบหอยโข่ง (Volute Type) ^[1]

2.3.2 แบบมีคิริบผันน้ำ (Diffuser Type)

จะมีลักษณะรูปร่างภายนอกเหมือนแบบหอยโข่ง แต่ภายในจะมีคิริบผันน้ำ (Guide Vanes) เพิ่มมา ซึ่งคิริบดังกล่าวจะช่วยให้ออกของเหลวที่ถูกผลักออกมาจากตัวปั๊มไหลเข้าสู่ช่องทางเดินที่เป็นส่วนโค้งได้ดี ทำให้สูญเสียพลังงานน้อยลง (รูปที่ 2.4) ซึ่งมีคิริบช่วยให้การเปลี่ยนทิศทางของไหลในห้องสูบสม่ำเสมอ

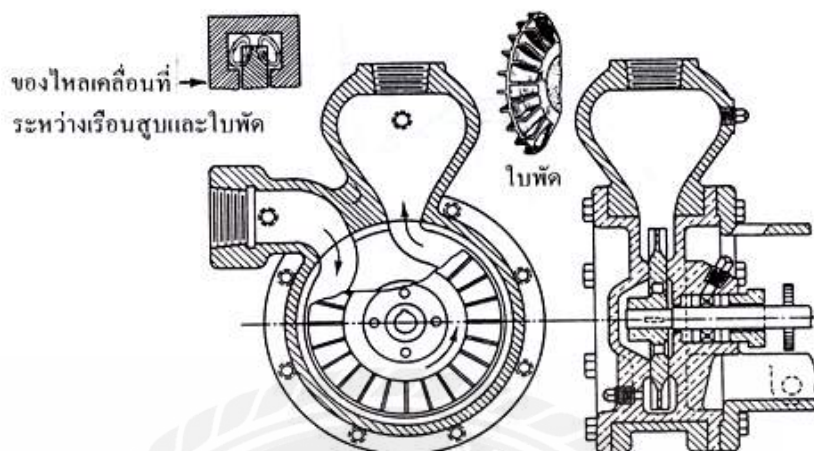


รูปที่ 2.4 แบบมีคิริบผันน้ำ (Diffuser Type) ^[1]

2.3.3 แบบเทอร์ไบน์ (Turbine Type) หรือ Vortex , Periphery หรือ Regenerative Turbine

ลักษณะพิเศษของปั๊มแบบนี้คือใบพัดจะเป็นแผ่นแบบกลมมีความหนา คิริบของใบพัดเกิดจากการเจาะร่องบนขอบของแผ่นใบพัด ทำให้เกิดเป็นแผ่นคิริบแคบ ๆ และสั้นในแนวรัศมี

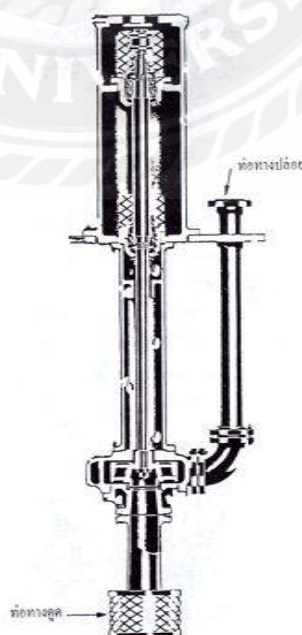
ขณะที่ของเหลวไหลเข้าสู่ช่องว่างระหว่างครีบบของใบพัด ของเหลวจะถูกเหวี่ยงออกด้วยแรงหนีศูนย์กลางไปกระทบกับผนังของเครื่องและกลับเข้าสู่ช่องว่างระหว่างใบพัดอีก ซึ่งจะเกิดซ้ำๆ กันจนกว่าจะถึงช่องจ่ายออก ซึ่งจะเป็นการเพิ่มพลังงานศักย์ของของเหลวให้มากขึ้น (รูปที่ 2.5)



รูปที่ 2.5 แบบเทอร์ไบน์ (Turbine Type)^[1]

2.3.4 ประเภทกังหันแนวตั้ง (Vertical Turbine Type)

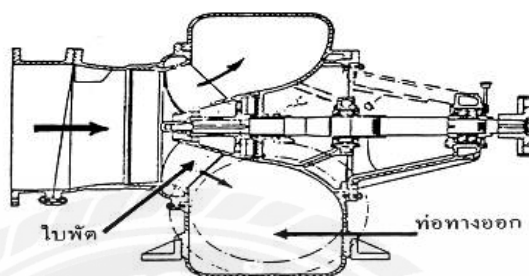
ปั๊มแบบนี้เดิมผลิตเพื่อใช้ในการสูบน้ำบาดาล ซึ่งบ่อบาดาลลึกมากปั๊มชุดเดียวไม่มีพลังงานศักย์พอ จึงออกแบบให้ใบพัดและเรือนปั๊มต่อเข้าด้วยกันหลายชุดโดยอาศัยเพลลาหมุนใบพัดเดียวกัน เรือนปั๊ม (Casing) ดัดแปลงให้รับน้ำจากใบพัดแล้วส่งขึ้นไปสู่ทางดูดของใบพัดตัวบนได้ และเนื่องจากลักษณะของเรือนปั๊มแตกต่างจากแบบหอยโข่ง (Volute) ชื่อของส่วนนี้จึงเปลี่ยนไปเรียกว่าโบว์ล (Bowl) (รูปที่ 2.6)



รูปที่ 2.6 ประเภทกังหันแนวตั้ง (Vertical Turbine Type)^[9]

2.3.5 แบบการไหลแบบผสม (Mixed Flow)

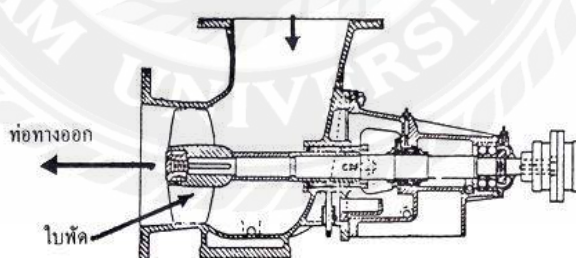
ปั๊มแบบนี้เรียกตามลักษณะของใบพัด หรือทิศทางการไหลของของเหลวจากใบพัด โดยใบพัดจะเพิ่มพลังงานให้แก่ของเหลวโดยอาศัยทั้งแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางและแรงผลักดันของแผ่นใบพัดในแนวขนานกับแกนของเพลา ของเหลวที่ไหลออกจะทำมุม 45 ถึง 80 องศากับแกนของเพลา ปั๊มแบบนี้จะให้ Head น้อย แต่ อัตราสูบสูงกว่าแบบ Radial Flow ใบพัดแบบ Mixed Flow ใช้กันมากในแบบ Vertical Turbine (รูปที่ 2.7)



รูปที่ 2.7 แบบการไหลแบบผสม (Mixed Flow)^[9]

2.3.6 แบบแกนโพล (Axial Flow)

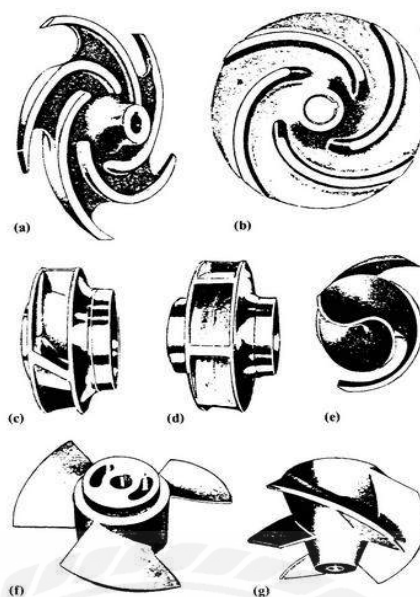
ของเหลวที่ไหลเข้าและออกจะมีทิศขนานกับแกนของเพลา แรงที่เพิ่มพลังงานให้ของเหลวเป็นแรงผลักดันในทิศการไหลเพียงอย่างเดียว ไม่มีแรงหนีศูนย์กลาง ปั๊มแบบนี้มี Head ตั้งแต่ 50 ซม. ถึง 7 เมตร ต่อใบพัด 1 ชุด อัตราการสูบอาจมากถึง 100,000 ลบ.ม.ต่อชั่วโมง ความเร็วใบพัด 1,160 รอบ/นาทีหรือมากกว่า



รูปที่ 2.8 แบบแกนโพล (Axial Flow)^[9]

2.4 ลักษณะใบพัดของเครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

เนื่องจากว่าใบพัดของเครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางได้รับการออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งานมากมายหลายชนิด การจำแนกประเภทอาจจะพิจารณาได้จากลักษณะของแผ่นใบพัด จานประกบ (Shroud) ลักษณะการไหลของของเหลวเข้าและออกจากใบพัดหรือวัตถุประสงค์การใช้งานของมัน ใบพัดที่ได้รับการแยกประเภทตามหลักการข้างต้นมีดังนี้



รูปที่ 2.9 ลักษณะใบพัดของเครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง^[1]

1. ใบพัดเปิด (Open Impeller) โดยทั่วไปแล้วกริบบของใบพัดจะยึดติดอยู่กับจานประกบ (Shroud) สำหรับใบพัดที่จัดอยู่ในประเภทนี้จะมีแผ่นกริบบบางส่วนยื่นออกมาจากจาน รัศมีของจานจะเล็กกว่ารัศมีของใบพัด ดังรูป a

2. ใบพัดกึ่งเปิด (Semi - Open Impeller) เป็นแบบที่รัศมีของจานประกบเท่ากับรัศมีของใบพัด ใบพัดประเภทนี้มีจานประกบเพียงด้านเดียว อีกด้านหนึ่งของใบพัดจะไม่มีฝาปิด ดังรูป b

3. ใบพัดปิด (Closed Impeller) (รูป c และ d) เป็นแบบที่ใบพัดปิดอยู่ด้วยจานประกบ 2 แผ่นในรูป c มีทางให้ของเหลวไหลเข้าหรือทางดูดเพียงด้านเดียว เรียกว่าเป็นแบบใบพัดปิดดูดด้านเดียว (Closed, Single suction Impeller) สำหรับรูป d มีทางดูด 2 ด้านเรียกว่าเป็นแบบใบพัดปิดดูดสองด้าน (Closed, Double Suction Impeller)

4. เปเปอร์สต็อก (Paper-Stock Impeller) (รูป e) เป็นใบพัดที่ได้รับการออกแบบเป็นพิเศษให้ใช้กับของเหลวที่มีความข้นเหลว (Consistency) สูงเดิมทีเดียวใบพัดแบบนี้ออกแบบไว้ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ ต่อมานำมาใช้กับของเหลวอื่นด้วยแต่ก็ยังเรียกชื่อเดิมอยู่

5. โพรเพลเลอร์ (Propeller) (รูป f) เป็นใบพัดที่เพิ่มพลังงานให้แก่ของเหลวโดยการผลักดันในทิศทางเดียวกันกับทิศทางการไหลมาเข้าสู่ใบพัดเพียงอย่างเดียวไม่มีแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง เครื่องสูบน้ำที่มีใบพัดประเภทนี้เรียกว่า Axial Flow Pump

6. แบบผสม (Mixed Flow) (รูป g) เป็นแบบที่ของเหลวไหลเข้าสู่ใบพัดในแนวขนานกับแกนของเพลลาแต่ตอนไหลออกจะทำมุม 45 องศา ถึง 80 องศา กับทิศทางเดิม กล่าวคือการขับ

ดันของเหลวมีทั้งแรงขับเคลื่อนในทิศทางเดียวกันกับการไหลเข้าสู่ใบพัดและแรงเหวี่ยงหนีจุดศูนย์กลาง

7. เรเดียลโฟล (Radial Flow) เป็นใบพัดแบบที่ของเหลวถูกดันออกไปโดยอาศัยแรงเหวี่ยงหนีจุดศูนย์กลางเพียงอย่างเดียว ทิศทางการไหลออกทำมุมฉากกับการไหลเข้า^[1]

2.5 กฎการแปรผันและกฎความคล้ายของพัดลมและเครื่องสูบน้ำ

อัตราไหลของของไหลจะแปรผันตามความเร็วรอบของเครื่องสูบน้ำ ความดันสูญเสียในท่อน้ำที่ต่ออยู่กับเครื่องสูบน้ำ จะแปรผันตามกำลังสองของความเร็วของกระแส (ความเร็ว) นั่นคือแปรผันตามอัตราไหลกำลังสองนั่นเอง ดังนั้นหากความเร็วรอบเปลี่ยนแปลง ความดันจะแปรผันตามกำลังสองของความเร็วรอบและกำลังขับเพลาจะแปรผันตามกำลังสามของความเร็วรอบความสัมพันธ์นี้เรียกว่ากฎการแปรผัน ซึ่งแสดงได้ด้วยสูตรต่อไปนี้

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2} \quad \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 \quad \frac{W_1}{W_2} = \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$$

ในสูตรข้างต้น V_1, V_2 แทนอัตราไหล n_1, n_2 แทนความเร็วรอบ P_1, P_2 แทนความดัน W_1, W_2 แทนกำลังขับเพลา นอกจากนี้เมื่อเดินเครื่องเครื่องสูบน้ำที่มีลักษณะคล้ายกันภายใต้สภาวะที่คล้ายกัน (เช่น จุดที่มีประสิทธิภาพสูงสุด) และสมมติว่าประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำเท่าเดิมแล้ว การไหลภายในเครื่องสูบน้ำทั้งหมดจะมีลักษณะคล้ายกัน โดยความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลาง D ความเร็วรอบ n กับอัตราไหล ความดัน และกำลังขับเพลาจะคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้ซึ่ง เรียกว่า กฎความคล้ายของเครื่องสูบน้ำ

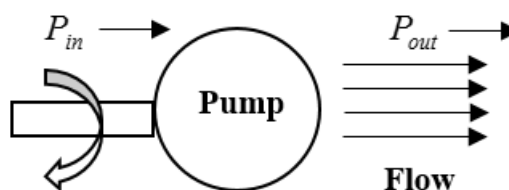
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2} \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^3 \quad \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 \quad \frac{W_1}{W_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3 \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^5$$

กฎการแปรผันและกฎความคล้ายบอกเราว่าหากเรามีเครื่องสูบน้ำหรือพัดลมที่มีกำลังมากเกินไป (มีขนาดใหญ่เกินไป) ไม่เพียงแต่การลดขนาดท่อลมหรือท่อน้ำเพื่อให้เกิดแรงต้านมากขึ้นเท่านั้น แต่หากเราเปลี่ยนขนาดของพัดลมหรือเครื่องสูบน้ำ (ใบพัด) หรือความเร็วรอบ ก็สามารถลดการใช้พลังงานลงอย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย วิธีการนี้เป็นกลวิธีอนุรักษ์พลังงานที่สำคัญอย่างหนึ่งในการเลือกใช้หรือดัดแปลงอุปกรณ์ที่ทำงานด้วยของไหล^[2]

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบเครื่องสูบน้ำแต่ละชนิด^[3]

ชนิดเครื่องสูบน้ำ	ข้อดี	ข้อเสีย
เครื่องสูบน้ำแรงเหวี่ยง	1 การไหลของของไหลเป็นแบบต่อเนื่อง และราบเรียบ 2 ทำงานได้ที่อัตราความเร็วรอบสูง 3 ขนาดเล็กและมีน้ำหนักเบา 4 ราคาและค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงต่ำ	1 ใช้งานกับของเหลวที่มีของแข็งเจือปนไม่ได้ 2 ประสิทธิภาพต่ำหากการทำงานจริงต่างไปจากการทำงานที่กำหนดมากๆ 3 ต้องมีระบบไล่ลมออกจากเครื่องสูบน้ำตอนเริ่มทำงาน
เครื่องสูบน้ำโรตารี	1 สูบจ่ายในลักษณะต่อเนื่องในภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงหัวน้ำ 2 การทำงานมีประสิทธิภาพ 3 มีการทำงานในลักษณะของPositive Action 4 ใช้ได้ดีในของเหลวที่มีความหนืดสูง	1 เกิดการเสียหายได้ง่ายหากของไหลมีสิ่งสกปรกเจือปน 2 การสึกหรอของเฟืองทำให้ประสิทธิภาพลดลง 3 ที่ความเร็วต่ำประสิทธิภาพจะต่ำ
เครื่องสูบน้ำลูกสูบชัก	1 ใช้ได้ในงานที่มีอัตราการไหลต่ำหัวน้ำสูงๆ 2 ใช้ได้ในกรณีที่ของไหลมีสิ่งสกปรกเจือปน	1 ราคาสูงและค่าใช้จ่ายบำรุงรักษาสูง 2 การไหลภายในไม่ราบเรียบ 3 มีการสั่นสะเทือนและเสียงจากการทำงานสูง
เครื่องสูบน้ำพิเศษ	1 ใช้สำหรับงานที่มีการออกแบบเฉพาะ - แบบCanned มีคุณสมบัติ คือ สามารถป้องกันการรั่วไหลของของไหลได้อย่างสมบูรณ์ - แบบ Intermediate Temperature ใช้ในการขับเคลื่อนของไหลที่มีอุณหภูมิสูง 300 องศา - แบบ Turbo ใช้กับงานที่ต้องการความดันด้านปล่อยสูง - แบบ Cantilever จะติดตั้งในแนวดิ่งใช้กับงานที่ไม่ต้องการให้ชุดแบร์ริงหรือชิ้นส่วนภายในสัมผัสกับของไหลที่ใช้ในการสูบ - แบบ Vertical Turbine ใช้กับงานสูบน้ำบาดาลที่มีความลึกมากๆ	

2.6 กำลังและประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ



$$P_{in} = P_{out} \text{ from a motor or an engine}$$

$$P_{out} = \rho Q g \Delta H$$

$$\rho = \text{ความหนาแน่นของน้ำ (kg/m}^3 \text{)}$$

$$Q = \text{อัตราการไหลหน่วยเป็น (m}^3 \text{/s)}$$

$$g = \text{ความโน้มถ่วงพื้นผิว (m/s}^2 \text{)}$$

$$\Delta H = \text{ความสูงรวมของน้ำ (m)}$$

$$\text{สูตรคำนวณหาประสิทธิภาพ} \left(\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% = \frac{\rho Q g \Delta H}{P_{in}} \times 100\% \right)$$

$$P_{in} \quad \text{คือ กำลังทางกลขาเข้า (kW)}$$

$$P_{out} \quad \text{คือ กำลังจากการไหลขาออก (kW)}$$

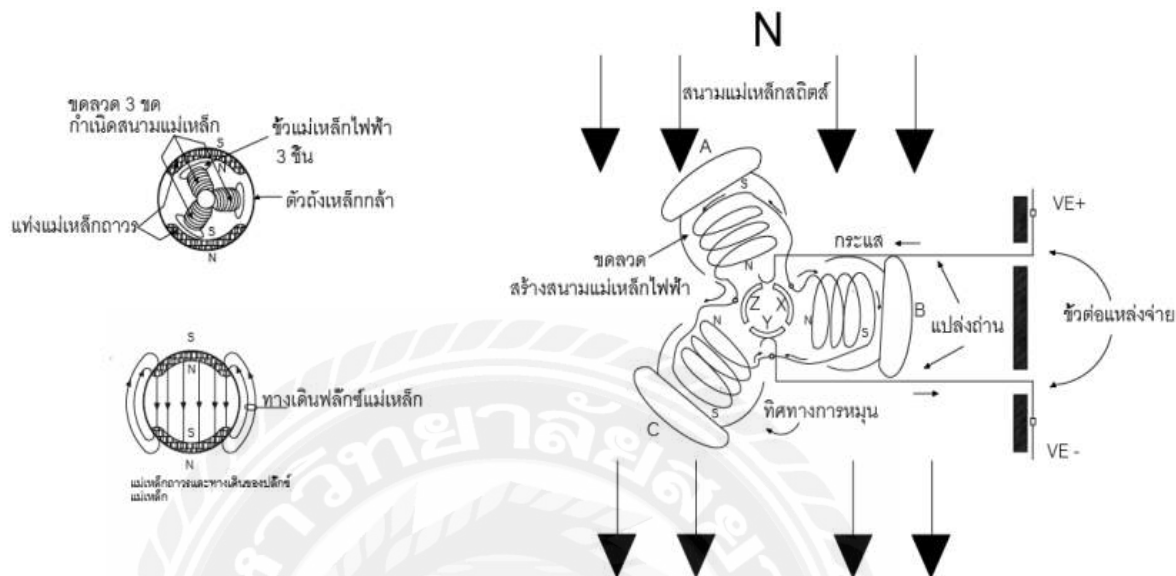
$$\eta \quad \text{คือ ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ (\%)[4]}$$

2.7 เฮด (Head)

การเข้าใจถึงพลังงานของของไหลเป็นสิ่งจำเป็นในการวิเคราะห์การทำงานและการกำหนดขนาดของเครื่องสูบน้ำ พลังงานของของไหลประกอบด้วยพลังงานสามส่วนคือ พลังงานเนื่องจากความดันของของไหล พลังงานจลน์เนื่องจากความเร็วของของไหล และพลังงานศักย์เนื่องจากความสูง พลังงานทั้งสามส่วนนี้จะมีหน่วยในการคำนวณเป็นหน่วย จูล (J) เมื่อนำพลังงานของไหลมาคำนวณเทียบกับน้ำหนักของของไหลจะมีหน่วยเป็นความสูงของของไหลและเรียกว่า เฮด มีหน่วยเป็นเมตร (m) ในระบบ SI หรือ นิ้ว (in) ในระบบอังกฤษ เฮดทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์ในระบบเครื่องสูบน้ำหรือ Total Dynamic Head (TDH) ประกอบด้วย พลังงานสามส่วนของของไหลของไหลที่กล่าวมาข้างต้นและพลังงานที่สูญเสียไปในระหว่างการไหล กล่าวคือ เฮดความดัน เฮดความเร็ว เฮดความสูง และเฮดการสูญเสียรวม^[7]

2.8 หลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง

มอเตอร์กระแสตรงจะมีหลักการทำงานโดยวิธีการผ่านกระแสให้กับขดลวดในสนามแม่เหล็ก ซึ่งจะทำให้เกิดแรงแม่เหล็ก โดยส่วนของแรงนี้จะขึ้นอยู่กับกระแสและกำลังของสนามแม่เหล็ก



รูปที่ 2.10 แสดงโครงสร้างทั่วไปของมอเตอร์กระแสตรง^[10]

จากในรูปทางเดินของฟลักซ์แม่เหล็ก และสนามแม่เหล็กจะเกิดจากแท่งแม่เหล็กเฟอร์ไรต์ 2 ชั้นที่ขึ้นรูปเป็นแบบโค้งยึดติดกับตัวถังได้พอดี เพื่อที่จะให้เส้นแรงแม่เหล็กวิ่งเข้าสู่ใจกลางของมอเตอร์ได้ ดังนั้นความเข้มของแม่เหล็กจะขึ้นอยู่กับขนาดความหนาของแม่เหล็กด้วย ซึ่งส่งผลให้ฟลักซ์แม่เหล็กวิ่งไปบนตัวถังโลหะ กระแสไฟฟ้าในขดลวดที่พันกับทุ่นโรเตอร์ก็จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และต้านกับสนามแม่เหล็กถาวร จึงเกิดเป็นแรงบิดเพื่อที่จะหมุนทุ่นโรเตอร์ให้ไปในทิศทางเดียวกันกับทิศทางของสนามแม่เหล็กที่มีแรงมากกว่า กระแสก็จะไหลผ่านไปยังทุ่นโรเตอร์ โดยผ่านแปรงถ่าน ซึ่งจะสัมผัสกับแหวนตัวนำในทุ่นโรเตอร์ และแหวนคอมมิวเตเตอร์ ซึ่งจะถูกแบ่งออกเป็น 3 เซกเมนต์เพื่อที่จะทำหน้าที่นำกระแสเข้าขดลวดนั่นเอง^[5]

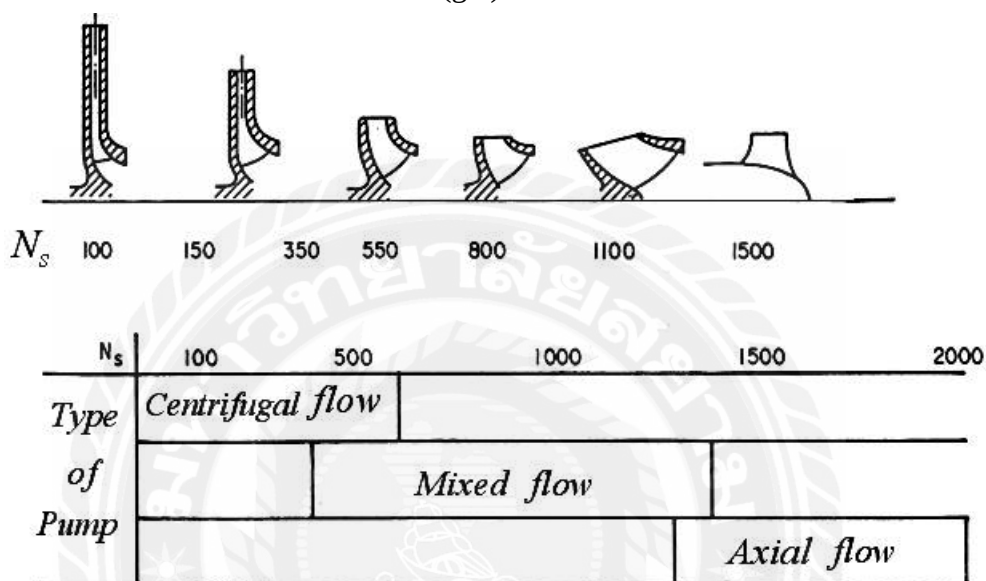
2.8.1 การหาค่าวัตต์ไฟฟ้า

ค่าวัตต์ไฟฟ้า หมายถึงหน่วยของกำลังไฟฟ้า หรือ P (Power) หรือกำลังจะเท่ากับงานมีหน่วยเป็นจูล (w) ต่อวินาที (t) $P = W / t$ เมื่อ $W = qv$ และเมื่อ q เป็นประจุไฟฟ้าที่มีหน่วยเป็นคูลอมบ์ ดังนั้น P จะมีสูตรหลายอย่างคือ $P = IV = I^2 R = V^2 / R$ มีหน่วยเป็น วัตต์ หรือ จูลต่อวินาที

2.9 ความเร็วจำเพาะ

ค่าความเร็วจำเพาะ (N_s) เป็นตัวกำหนดรูปร่างของใบพัดและชนิดของเครื่องสูบน้ำ ซึ่งมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วจำเพาะและรูปแบบของใบพัดที่เหมาะสมดังในภาพที่ 2-4 โดยค่าความเร็วจำเพาะหาได้จากสมการ

$$\frac{NQ^{\frac{1}{2}}}{(gH)^{\frac{3}{4}}} = N_s$$



รูปที่ 2.11 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วจำเพาะและรูปแบบของใบพัดที่เหมาะสม^[11]

2.10 สูตรคำนวณหาการลดระยะเวลาสูบน้ำและลดต้นทุน

คำนวณหาระยะเวลาสูบน้ำ

$$(\text{เวลาเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง} \div \text{เวลาเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้-เวลาจริง}) \times 100\%$$

คำนวณหาการลดต้นทุน

$$(\text{ราคาเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้} \div \text{ราคาเครื่องสูบน้ำจากร้านค้า}) \times 100\%$$

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เครื่องปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Energy Water pump)

นายณรงค์ แก้วทรัพย์ รหัส 50223207007-3

นายเอกพงษ์ วงษ์ฟ้าเลื่อน รหัส 50223207037-0

วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

(Rajamangala University of Technology Lanna Tak) 2010

เครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งประกอบด้วยวงจรทระดับแรงดันควบคุมแบบป้อนกลับด้วยเทคนิคพัลส์วิดท์มอดูเลชันเพื่อทระดับแรงดันไฟฟ้าจาก 10 โวลต์ ถึง 17.5 โวลต์ เป็น 24 โวลต์ เพื่อใช้ในการปั้มน้ำที่ขนาดพิกัด 24 โวลต์ 60 วัตต์ โดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ 50 วัตต์ จำนวน 2 แผงต่อขนานเป็นแหล่งจ่ายพลังงานด้านอินพุตของวงจรทระดับแรงดัน ซึ่งได้ผลการทดสอบที่สำคัญดังนี้ทำการทดสอบทางไฟฟ้าโดยวงจรทระดับแรงดันสามารถคงค่าแรงดันเอาต์พุตที่ 24 โวลต์ได้ ทำการทดสอบทางกลสามารถนำแรงดันเอาต์พุตที่ได้จากวงจรทระดับแรงดันไปขับปั้มน้ำทดสอบปั้มน้ำโดยการปั้มน้ำไปกักเก็บบนถังน้ำขนาด 200 ลิตรจำนวน 2 ถังใช้เวลา 2 ชั่วโมงได้ปริมาณน้ำ 404.57 ลิตร และจากการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์กรณี ที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำจะใช้ได้ถึงระยะเวลา 3 ปี กับอีก 3 เดือนและกรณี ที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบกับ การใช้ไฟฟ้าจะใช้ได้ถึงระยะเวลา 15 ปี ^[8]



บทที่ 3

รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและสถานที่ตั้งของสถานประกอบการ

บริษัท อุ้ไทเส็ง จำกัด (มหาชน) ที่อยู่ ตำบล ท่าไม้ อำเภอ กระทุ่มแบน สมุทรสาคร 74110



รูปที่ 3 ภาพสัญลักษณ์บริษัท อุ้ไทเส็ง จำกัด (มหาชน)

3.2 ลักษณะการประกอบการ ผลิตภัณฑ์การให้บริการหลักขององค์กร

ออกแบบจัดทำเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้

3.3 รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารงานขององค์กร

บริษัทมหาชนจำกัด ระบบควบคุมคุณภาพ ISO 9001:2008

3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

ตำแหน่ง วิศวกรการด้านเทคนิค (Technical Engineering) หน้าที่ วางแผน ออกแบบ และปรับปรุงกระบวนการให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น โดยใช้เวลาและต้นทุนในการผลิตลดลง

3.5 ชื่อและตำแหน่งของที่ปรึกษา

คุณ ประพัฒน์ พุนชะโร ผู้ช่วยผู้จัดการโรงงาน

3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

4 มกราคม 2560 ถึง 21 เมษายน 2560

3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

3.7.1 รวบรวมข้อมูลความต้องการและศึกษาข้อมูลของโครงการ

รวบรวมข้อมูลจากพนักงาน หัวหน้าและวิศวกรที่รับผิดชอบในส่วนงานพบว่าการทำงานสะอาดถึงโดยใช้เครื่อง ฉีดน้ำแรงดันสูงเพียงเครื่องเดียวและมีสภาพเก่า ทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพ ทำให้ทำงานได้ช้าลงและยังต้องสูบน้ำออกจากถังทำให้เสียเวลาในการทำงานสะอาดถึง

3.7.2 วิเคราะห์ระบบงาน

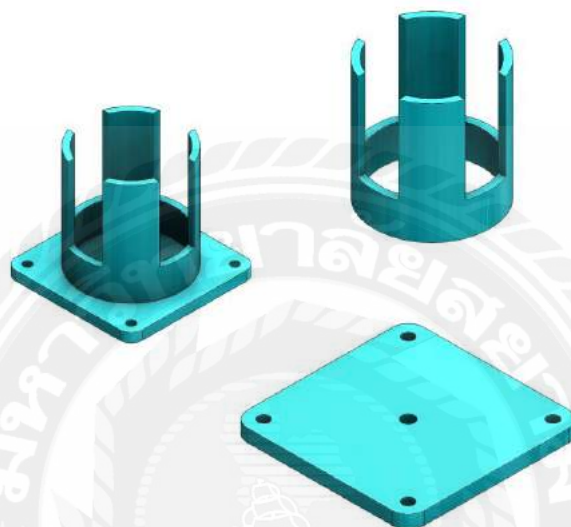
เนื่องจากเครื่องฉีดน้ำในการทำงานสะอาดถึงมีสภาพเก่าและมีไส้กรองทำให้มีเศษ คราบรอยเชื่อมหรือผงต่างๆอุดตัน จะต้องทำการฉีดล้างถังและสูบน้ำออกจากถังโดยมีเครื่องฉีดน้ำ เพียงเครื่องเดียวและต้องเสียเวลาในการสูบน้ำออกจากถังอีกทำให้เสียเวลาในการทำงานสะอาดถึง จึงได้ออกแบบและจัดทำเครื่องสูบน้ำขึ้น

3.7.3 ขั้นตอนและการเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำเครื่องสูบน้ำ

3.7.3.1 ชุดตัวล๊อคมอเตอร์และหน้าแปลน

3.7.3.1.1 ชุดล๊อคมอเตอร์ทำจากท่อ PVC ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 76 mm สูง 90 mm ตัดเป็นช่องขนาด 30×65 mm จำนวน 4 ช่อง เพื่อรองรับขนาดมอเตอร์

3.7.3.1.2 หน้าแปลนทำจากท่อPVCขนาดความหนา 8 mm นำมาตัดและให้ความร้อนจน PVC อ่อนตัวและตัดท่อ PVC จนเป็นแผ่นเรียบขนาด 110×110 mm เจาะรูที่มุมทั้ง 4 ด้าน ขนาด 7 mm และเจาะรูที่กึ่งกลางแผ่น ขนาด 8 mm สำหรับรับแกนมอเตอร์



รูปที่ 3.1 ชุดตัวล๊อคมอเตอร์และหน้าแปลน

3.7.3.2. มอเตอร์พัดลมของเครื่องปรับอากาศ

3.7.3.2.1 มอเตอร์พัดลมของเครื่องปรับอากาศเป็นมอเตอร์กระแสตรง (DC) 12V ทำหน้าที่ถ่ายเทกำลังไปยังใบพัดเพื่อให้ทำการหมุน



รูปที่ 3.2 มอเตอร์พัดลมของเครื่องปรับอากาศ

3.7.3.3 แผ่นใบพัดและครีบบใบพัด

3.7.3.3.1 แผ่นใบพัดจะมากู้กับตัวมอเตอร์พัดลมของเครื่องปรับอากาศ

3.7.3.3.2 คลีบบใบพัดทำจากท่อ PVC ขนาด 75 mm หนา 8 mm นำมาตัดให้รัศมีของใบพัดเท่ากับรัศมีของแผ่นใบพัด ความสูงของใบพัด 8 mm



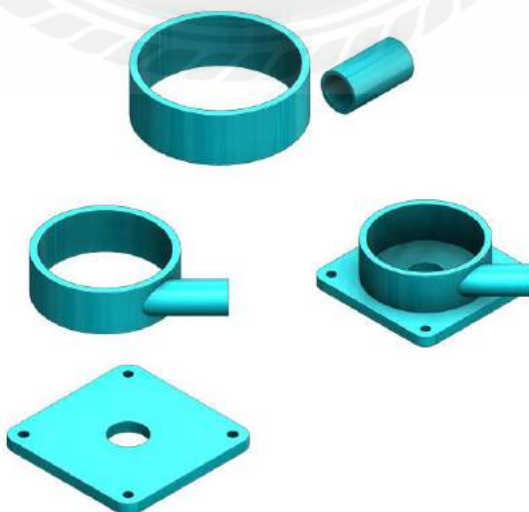
รูปที่ 3.3 แผ่นใบพัดและครีบบใบพัด

3.7.3.3 ห้องสูบน้ำและแผ่นประกบด้านล่าง

3.7.3.3.1 ท่อ PVC ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 89 mm สูง 30 mm สำหรับทำเป็นห้องสูบน้ำ

3.7.3.3.2 ท่อขนาด 18 mm ยาว 40 mm ติดเข้ากับห้องสูบน้ำ เพื่อเป็นท่อทางออกของน้ำ

3.7.3.3.3 แผ่นประกบด้านล่างทำจากท่อPVCขนาดความหนา 8 mm นำมาตัดและให้ความร้อนจนPVCอ่อนตัวและดัดท่อ PVC จนเป็นแผ่นเรียบขนาด 110×110 mm เจาะรูที่มุมทั้ง 4 ด้านขนาด 7 mm และเจาะรูที่กึ่งกลางแผ่น ขนาด 27 mm สำหรับเป็นทางเข้าของน้ำ



รูปที่ 3.4 ห้องสูบน้ำและแผ่นประกบด้านล่าง

3.7.3.4 เชื่อมขัดลัดท่อและอุปกรณ์ในการยึดโครงสร้าง

3.7.3.4.1 เชื่อมขัดลัดท่อ PVC ขนาด 60-80 mm ทำหน้าที่ลัดตัวมอเตอร์กับชุดตัวลีดมอเตอร์ไม่ให้เคลื่อนที่

3.7.3.4.2 สกรูขนาด M 6 X 65 mm จำนวน 4 ตัว สำหรับยึดห้องสูบน้ำกับชุดลีดมอเตอร์เข้าด้วยกัน

3.7.3.4.3 น๊อต ขนาด M 6 เกลียว 1.5 เป็นหัวน๊อตขอบบาง จำนวน 4 ตัว สำหรับยึดห้องสูบน้ำกับชุดลีดมอเตอร์เข้าด้วยกัน

3.7.3.4.4 แหวนรอง M 6 จำนวน 4 ตัวสำหรับรองน๊อตช่วยกระจายแรงและเพิ่มพื้นที่ในการยึดเกาะทำให้น๊อตแน่นหนา



รูปที่ 3.5 เชื่อมขัดลัดท่อและอุปกรณ์ในการยึดโครงสร้าง

3.7.3.5. แบตเตอรี่ (Battery) 12V อุปกรณ์ที่จ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังมอเตอร์พัฒนา



รูปที่ 3.6 แบตเตอรี่(Battery) 12V

3.7.4 ขั้นตอนการใช้งานเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้

3.7.4.1 เตรียมเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้

นำเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้เตรียมพร้อมต่อสายไฟ

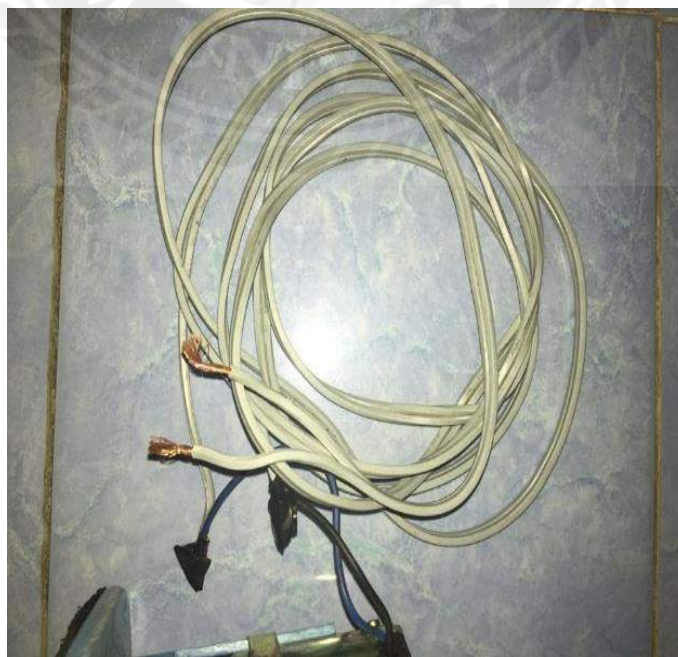


รูปที่ 3.7 เครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้

3.7.4.2 สายไฟยาว 1 m

สายไฟยาว 1 m ต่อสายไฟจากมอเตอร์พัดลมของเครื่องปรับอากาศเข้ากับ

แบตเตอรี่



รูปที่ 3.8 สายไฟยาว 1 m

3.7.4.3 แบตเตอรี่ (battery) 12 V

3.7.4.3.1 เป็นอุปกรณ์ที่จ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังมอเตอร์พัดลมของเครื่องปรับอากาศ



รูปที่ 3.9 แบตเตอรี่ (battery) 12 V

3.7.4.4 วิธีการใช้งานเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้

3.7.4.4.1 นำเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้ลงในน้ำให้ส่วนทางดูดอยู่ในน้ำระดับน้ำไม่ควรเกินตัวมอเตอร์



รูปที่ 3.10 เครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้

3.7.4.4.2 ต่อสายไฟจากแบตเตอรี่ไปยังมอเตอร์พัดลมของเครื่องปรับอากาศ

กำลังไฟฟ้าจากแบตเตอรี่จะส่งผ่านสายไฟไปยังตัวมอเตอร์พัดของเครื่องปรับอากาศ เพื่อทำการหมุนใบพัดเพื่อฝักดันของเหลว



รูปที่ 3.11 ต่อสายไฟจากแบตเตอรี่ไปยังมอเตอร์พัดลมของเครื่องปรับอากาศ

3.7.4.4.3 มอเตอร์จะทำการหมุนและสูบน้ำ

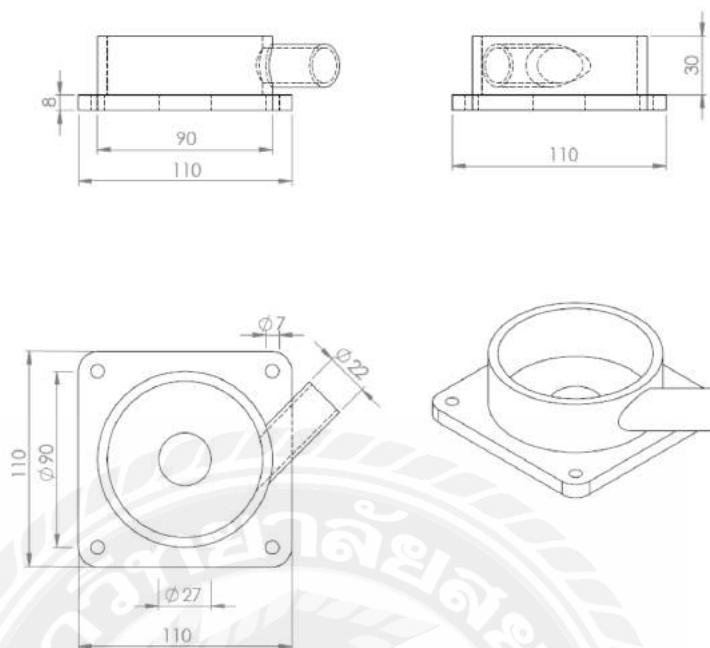
จากการทดสอบในระยะเวลา 1 นาที อัตราการไหลสูงสุดของเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้เท่ากับ 42.6 L/min



รูปที่ 3.12 มอเตอร์จะทำการหมุนและสูบน้ำ

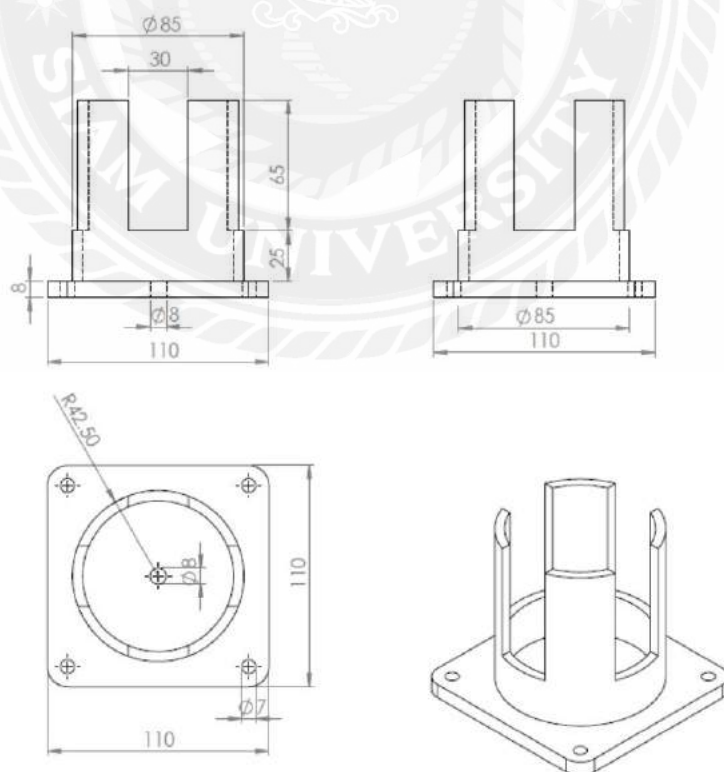
3.7.5 แบบเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้

3.7.5.1 แบบชุดห้องสูบน้ำ



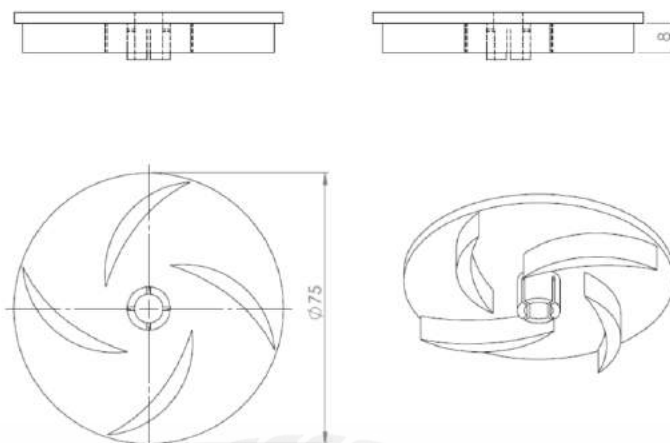
รูปที่ 3.13 ฐานและห้องสูบน้ำ

3.7.5.2 แบบชุดลิ้นคอมอเตอร์พัดลมของเครื่องปรับอากาศ



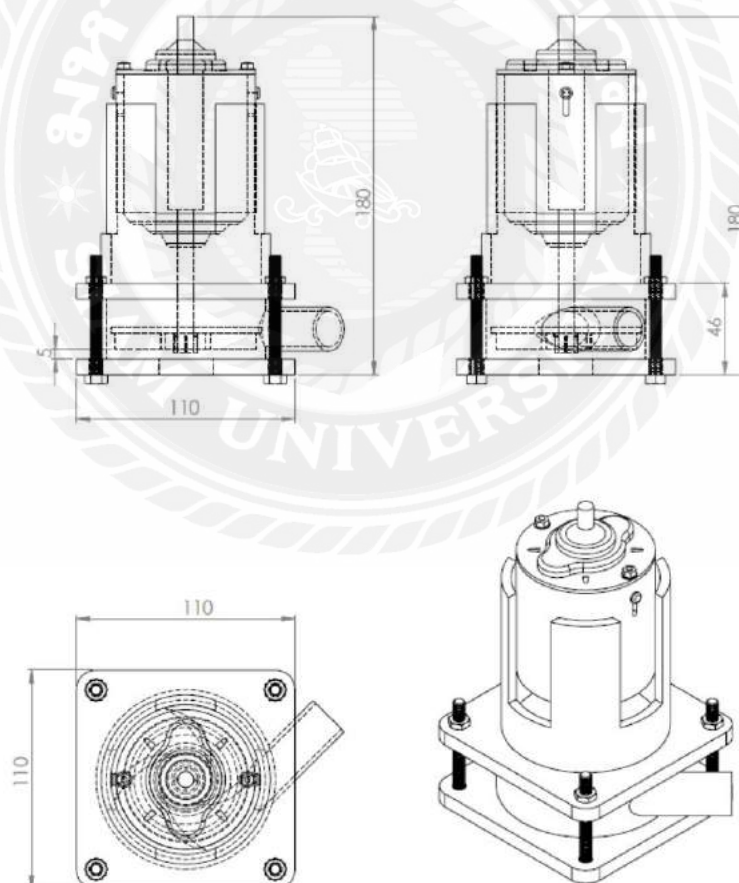
รูปที่ 3.14 ชุดลิ้นคอมอเตอร์พัดลมของเครื่องปรับอากาศ

3.7.5.3 แบบแผ่นใบพัดและกริปใบพัด



รูปที่ 3.15 ใบพัดในห้องดูดน้ำ

3.7.5.4 แบบจากการประกอบเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้



รูปที่ 3.16 แบบจากการประกอบเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้

3.7.5.5 แบบฉบับเต็มของเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้

3.7.5.5.1 ภาพ 3 มิติ จากโปรแกรมสำเร็จรูป

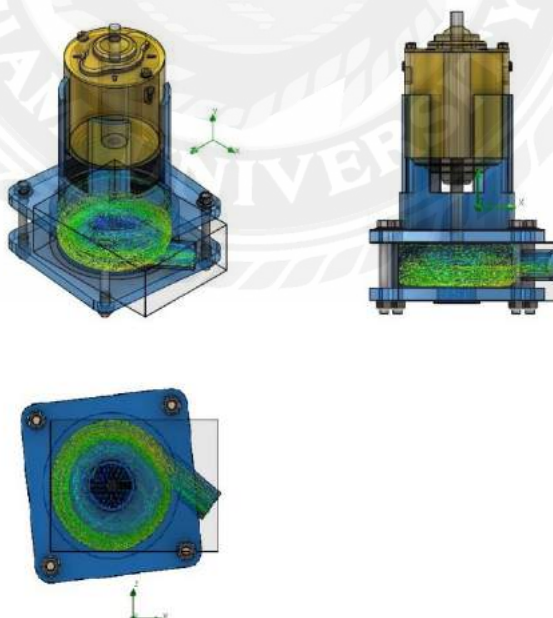


รูปที่ 3.17 แบบฉบับเต็มของเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้

3.7.5.6 แบบแสดงลักษณะการหมุนของน้ำภายในเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้

3.7.5.6.1 เป็นภาพแสดงลักษณะการหมุนของน้ำภายในเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้ด้วย

โปรแกรมสำเร็จรูป



รูปที่ 3.18 ภาพจำลองลักษณะการหมุนของน้ำ

3.7.6 ราคาอุปกรณ์เครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้

ตารางที่ 3.1 อุปกรณ์เครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้

อุปกรณ์	ราคา/บาท
 มอเตอร์พัดลมของเครื่องปรับอากาศ 12V	180
 สายไฟ 1 m	20
 น้ำยาเชื่อมพลาสติกและอะคริลิก 100 cc	28
 สกรูหกเหลี่ยม(เกลียวเต็ม) 4ชิ้น-M8x45 mm	40

 น๊อตหกเหลี่ยมบาง 4 ชิ้น-M8	25
 แหวนรอง (Plain Washer) 4 ชิ้น	10
รวม	303 บาท

ตารางที่ 3.2 วัสดุที่มีอยู่

อุปกรณ์	ราคา
 ท่อ PVC ขนาด $\varnothing 80 \times 370$ mm	—
 ท่อ PVC ขนาด $\varnothing 18 \times 58$ mm	—

จากตาราง 3.1 และ 3.2 เครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้มี ราคาอยู่ที่ 303 บาท

ตารางที่ 3.3 ราคาเครื่องสูบน้ำจากร้านค้า

อุปกรณ์	ราคา/บาท
 แรงดันไฟฟ้า DC 12V , 24V ปริมาณน้ำ 16-30 L/min เส้นผ่าศูนย์กลางท่อ 19 mm ปัมป์เส้นผ่าศูนย์กลาง 51 mm สายไฟ 4 m	980

3.7.7 การทดสอบหาประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้

3.7.7.1 เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

3.7.7.1.1 เกจวัดแรงดัน (Pressure Gauge) น้ำและเทปพันเกลียวทำหน้าวัดแรงดันของน้ำย่านในการวัดและหน่วยที่ใช้ 0-2 kg/cm^2 หรือ 0-30 Psi และเทปพันเกลียวเพื่อไม่ให้เกลียวแน่นมากเกินไปจนลดการรั่วซึมของน้ำได้



รูปที่ 3.19 เกจวัดแรงดัน (Pressure Gauge) น้ำและเทปพันเกลียว

3.7.7.1.2 มัลติมิเตอร์และเครื่องหรี่ไฟ (Dimmer)

ใช้วัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่ออกจากมอเตอร์หรือแบตเตอรี่และเครื่องหรี่ไฟ (Dimmer) ทำหน้าที่ลดแรงดันไฟฟ้าเป็นตัวปรับความเร็วรอบมอเตอร์ในการต่อสายไฟเข้าเครื่องหรี่ไฟ (Dimmer) ทางเข้า (IN) เข้ากับแบตเตอรี่ ส่วน ทางออก (Out) ต่อเข้ากับมอเตอร์



รูปที่ 3.20 มัลติมิเตอร์และเครื่องหรี่ไฟ (Dimmer)

3.7.7.1.3 ถังขนาด 20 L และ ตราชั่งกิโลกรัม

ถังขนาด 20 L ทำหน้าที่รองรับน้ำจากเครื่องสูบน้ำเพื่อวัดปริมาณน้ำถึงเปล่ามีน้ำหนักอยู่ที่ 1.1 kg และ ตราชั่งกิโลกรัมใช้วัดน้ำหนักน้ำเพื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำ



รูปที่ 3.21 ถังขนาด 20 L และ ตราชั่งกิโลกรัม

3.7.7.1.4 บอลวาล์วข้อต่อตรงเกลียวในและท่อ PVC

บอลวาล์วทำหน้าที่ปิดเปิดทางออกของน้ำและข้อต่อตรงเกลียวในเพื่อต่อกับเกจวัดแรงดัน ท่อ PVC ขนาด 18 mm



รูปที่ 3.22 บอลวาล์วข้อต่อตรงเกลียวในและท่อ PVC

3.7.8 ขั้นตอนการทดสอบหาประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้

ในการทดสอบเครื่องสูบน้ำแรงเหวี่ยงขนาดกลางจะทดสอบที่อัตราการไหล 9.9 , 20.1 , 30 , 42.6 L/min เพื่อหาเสดหรือระยะความสูงของน้ำโดยเทียบจากแรงดันจากเกจวัดแรงดัน



รูปที่ 3.23 เครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้

3.7.8.1 การทดสอบที่อัตราการไหล 42.6 L/min

จากการทดสอบในเวลา 20 วินาทีอัตราการอยู่ที่ 14.2 L คิดเป็นนาที่ จะได้ 42.6 L/min ความดันสูงสุดอยู่ที่ 5 psi หรือ 3.5 m



รูปที่ 3.24 การทดสอบที่อัตราการไหล 42.6 L/min

3.7.8.2 การทดสอบที่อัตราการไหล 30 L/min

จากการทดสอบในเวลา 20 วินาทีอัตราการอยู่ที่ 10 L คิดเป็นนาที่ จะได้ 30 L/min ความดันสูงสุดอยู่ที่ 6 psi หรือ 4.22 m



รูปที่ 3.25 การทดสอบที่อัตราการไหล 30 L/min

3.7.8.3 การทดสอบที่อัตราการไหล 20.1 L/min

จากการทดสอบในเวลา 20 วินาทีอัตราการอยู่ที่ 6.7 L คิดเป็นนาฬิกาจะได้ 20.1 L/min ความดันสูงสุดอยู่ที่ 7 psi หรือ 4.92 m



รูปที่ 3.26 การทดสอบที่อัตราการไหล 20.1 L/min

3.7.8.4 การทดสอบที่อัตราการไหล 9.9 L/min

จากการทดสอบในเวลา 20 วินาทีอัตราการอยู่ที่ 3.3 L คิดเป็นนาฬิกาจะได้ 9.9 L/min ความดันสูงสุดอยู่ที่ 8 psi หรือ 5.62 m



รูปที่ 3.27 การทดสอบที่อัตราการไหล 9.9 L/min

3.8 จัดทำเอกสารโครงการ

จัดทำเอกสารโครงการส่งให้บริษัทและมหาวิทยาลัย เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและจัดทำเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้

ตารางที่ 3.4 แสดงระยะเวลาในการดำเนินงานของโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ม.ค.60	ก.พ.60	มี.ค.60	เม.ย.60
1. รวบรวมข้อมูลความต้องการและศึกษาข้อมูลของโครงการ	←→			
2. วิเคราะห์ระบบ		←→		
3. ออกแบบระบบ		←→		
4. จัดทำเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้		←→		→
5. จัดทำเอกสารเสนอพนักงานที่ปรึกษา		←→		
6. ปรับปรุงระบบ			←→	
7. จัดทำเอกสารโครงการ		←→		→

3.9 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

ฮาร์ดแวร์

1. โปรแกรมสำเร็จรูป
2. กล้องถ่ายภาพดิจิทัล (iPhone 6)
3. โน้ตบุ๊ก รุ่น (Lenovo Y700)
4. นาฬิกาจับเวลา (iPhone 6)

บทที่ 4

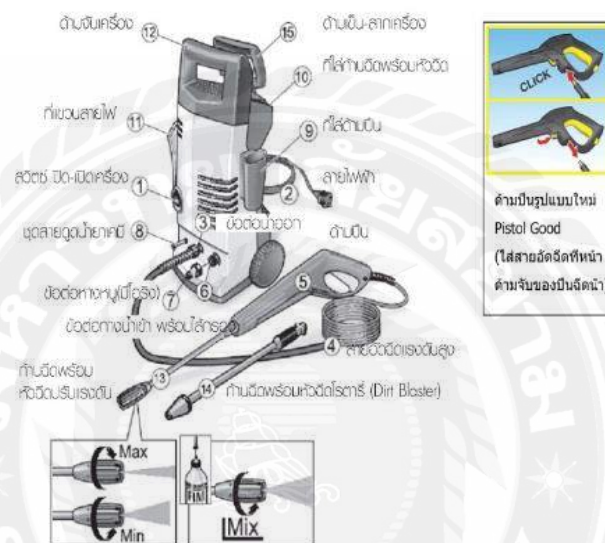
ผลการปฏิบัติงานตามโครงการ

4.1 อัตราการไหลเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้

อัตราการไหลที่วัดจากการทดลองสูบน้ำได้ 42.6 L/min และ ใน 1 ชั่วโมงสามารถสูบน้ำได้ 2556 L/hr.

4.2 แบบจากเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง

ส่วนประกอบของเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง



รูปที่ 4.1 ส่วนประกอบของเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง

จาก ส่วนประกอบที่ 7 จะเห็นได้ว่ามีไส้กรองอยู่ ในการสูบน้ำออกจากถังจะมีตะกอนไปอุดตันที่กรองของเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูงทำให้เสียเวลาในการสูบน้ำออก



รูปที่ 4.2 เครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง

ตารางที่ 4.1 ตารางรายละเอียดเครื่องฉีดน้ำ k 2.14

รุ่น	k 2.14
กำลังไฟฟ้า (เฟส/V/Hz)	1/220/50
อัตราการไหล (ลิตร/ชั่วโมง)	340
แรงดัน (bar)	100
อุณหภูมิน้ำเข้าสูงสุด (C)	40
กำลังมอเตอร์ (Watt)	1300
น้ำหนัก (Kg)	4.0
ขนาด LxWxH (mm)	236 x 165 x 472

4.3 เปรียบเทียบสเปกเครื่องสูบน้ำ

4.3.1 เปรียบเทียบเวลาของเครื่องสูบน้ำ

อัตราการไหลของเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง มีอัตราการไหลอยู่ที่ 340 L/hr. แต่เครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้ มีอัตราการไหลอยู่ที่ 2556 L/hr. คำนวณใช้เวลาในการล้างถึง 20 นาที จะใช้เครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง ฉีดทำความสะอาดถึง เป็นเวลา 20 นาที

อัตราการไหลของเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง อยู่ที่ 340 L/hr. คิดเป็น 20 นาทีได้

$$\frac{340}{60} = 5.67 \text{ L / min} \text{ จะมีน้ำอยู่ในทั้งหมด } 5.67 \text{ L / min} \times 20 \text{ min} = 113.4 \text{ L} \text{ และใช้เวลาสูบน้ำออก}$$

อีก 20 นาที

จากการทดลองเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้สูบน้ำได้ 2556 L/hr. คิดเป็น นาทีได้

$$\frac{2556}{60} = 42.6 \text{ L / min} \text{ สามารถสูบน้ำออกจากถังได้ } 42.6 \text{ L / min} \times 3 \text{ min} = 127.8 \text{ L/min}$$

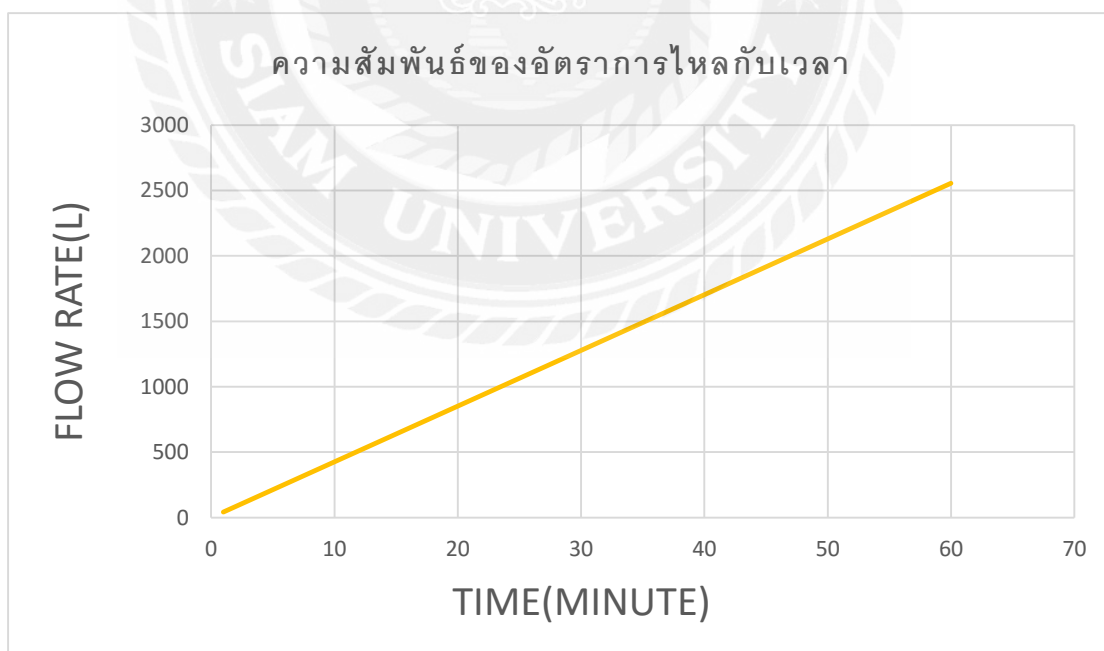
เมื่อน้ำทำความสะอาดด้านในถังเสร็จแล้วก็นำเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้เข้าในถังและสูบน้ำออกจากถังเก็บแอลกอฮอล์ ทำให้ลดระยะเวลาการสูบน้ำได้ 85%



รูปที่ 4.3 ถังเก็บแอลกอฮอล์

4.4 อัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้

เป็นภาพแสดงอัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ของอัตราการไหลกับเวลาของเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้

4.5 เปรียบเทียบราคาเครื่องสูบน้ำ

จากตารางที่ 3.1 จะเห็นได้ว่าเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้ มีราคาอยู่ที่ 303 บาท และเครื่องสูบน้ำจากร้านค้ามีราคาอยู่ที่ 980 บาท สามารถลดต้นทุนได้ 30%

ตาราง 4.2 ตารางราคาเครื่องสูบน้ำ

ชนิดเครื่องสูบน้ำ	ราคา/บาท
เครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้ 	303
เครื่องสูบน้ำไฟฟ้า (Electric Pump) 	980

4.6 คำนวณประสิทธิภาพปั๊ม

จากการทดลองหาค่าอัตราการไหลและเฮดของเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้จะนำค่าที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำจากสมการที่ (1)

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% = \frac{\rho Q g \Delta H}{P_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

4.6.1 ที่อัตราการไหล 42.6 L/min

$$P_{out} = \rho Q g H = 1000 \times 0.00071 \times 9.81 \times 3.5 = \frac{24.37}{1000} W = 0.02437 kW$$

$$P_{in} = 8 \times 9 = \frac{72W}{1000} = 0.072 kW$$

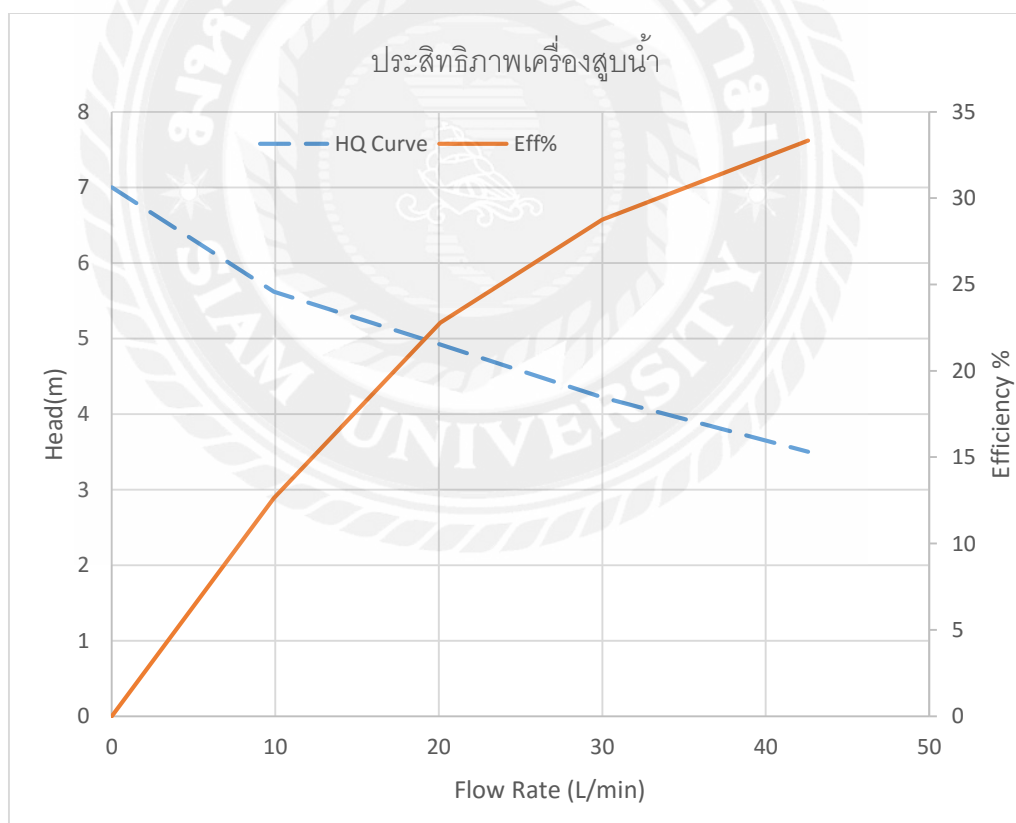
$$\text{ประสิทธิภาพปั๊มที่ได้} \quad \eta = \frac{0.02437}{0.072} \times 100\% = 33.85\%$$

ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้

อัตราการไหล(L/min)	เสดสูงสุดของเครื่องสูบน้ำ(m)	ประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำ(%)
42.6	3.5	33.85
30	4.22	28.75
20.1	4.92	22.78
9.9	5.62	12.64

4.7 กราฟปั๊มและประสิทธิภาพปั๊ม

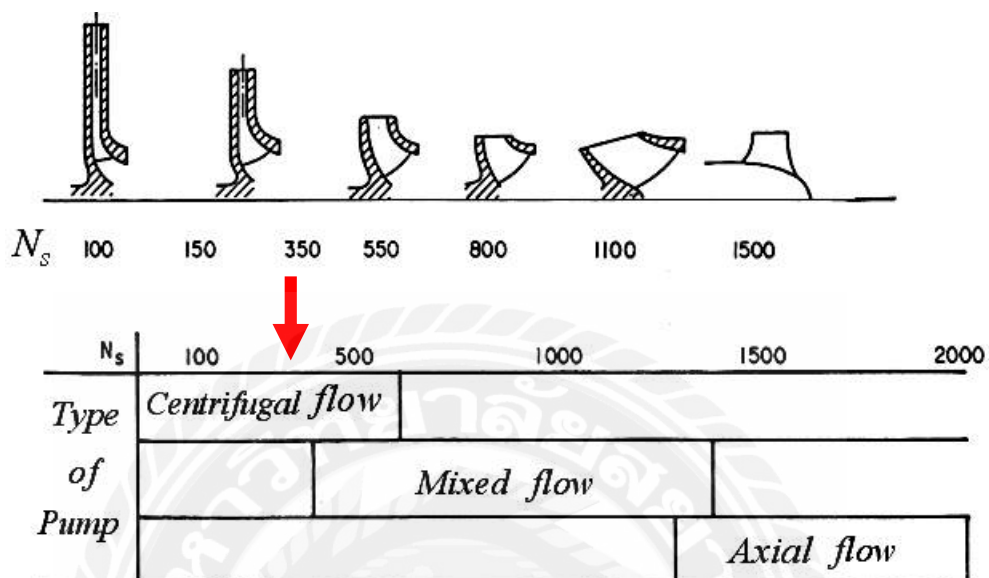
เป็นกราฟแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล เสดหรือความสูงของน้ำที่ได้จากเกจวัดแรงดันน้ำ และ ประสิทธิภาพปั๊ม จากรูปที่ 4.5 อัตราการไหล (Flow Rate) จะสัมพันธ์กับประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำ(Efficiency) เช่น ที่อัตราการไหลสูงสุด 42.6 L/min ประสิทธิภาพจะอยู่ที่ 33.85% ในขณะที่ความสูงเมื่ออัตราการไหลสูงสุดอยู่ที่ 42.6 L/min เสดความสูงของน้ำจะอยู่ที่ 3.5 m



รูปที่ 4.5 กราฟประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำ

4.8 ความเร็วจำเพาะ

จากการคำนวณในภาคผนวก ข ความเร็วจำเพาะ (N_s) อยู่ที่ 387.1 จากรูปที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าค่าที่คำนวณอยู่ในช่วงของการไหลแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Flow)



รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วจำเพาะและรูปแบบของใบพัดที่เหมาะสม

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลโครงการหรืองานวิจัย

หลังจากที่ได้ทำการสร้างเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้ทำให้บริษัทสามารถนำไปใช้ในการทำความสะอาดถังและลดระยะเวลาได้ 85% ในการทำความสะอาดถังและยังสามารถลดต้นทุนในการซื้อปั๊มได้ 30% ประสิทธิภาพปั๊มอยู่ที่ 33.85% และรูปแบบใบพัดเป็นการไหลแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal Flow)

5.1.2 ปัญหาของโครงการ

- วัสดุอุปกรณ์เป็นของเหลือใช้ มีสภาพไม่สวยงาม
- หาวัสดุที่เข้ากันได้ยาก

5.1.3 ข้อเสนอแนะ

- ใบพัดที่ใช้ในการสูบน้ำไม่ควรสูงเกินท่อทางออกของน้ำ จะทำให้ใบพัดและมอเตอร์รับภาระหนักเกินไป
- ใบพัดควรอยู่ใกล้กับทางเข้าของน้ำ
- สายไฟฟ้าที่ใช้ไม่ควรยาวมากเกินไป
- ขนาดของใบพัดไม่ควรใหญ่เกินมอเตอร์

5.2 สรุปผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

5.2.1 ข้อดีของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

- มีความชำนาญในการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป , Microsoft Word และ Microsoft PowerPoint เพิ่มขึ้น
- มีประสบการณ์ในการทำงานจริง - สามารถให้นักศึกษารู้ถึงปัญหาในการทำงาน

5.2.2 ปัญหาที่พบของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

- แกนมอเตอร์มีขนาดเล็กกว่ารูของชุดเรือนเครื่องสูบน้ำทำให้มีแรงดันรั่วออกได้

บรรณานุกรม

- นพพงศ์ ศรีตระกูล. (2549). การออกแบบและวิเคราะห์การไหลภายในเครื่องสูบน้ำขนาดเล็กแบบหอยโข่งด้วยการคำนวณพลศาสตร์ของไหล. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพฯ.
- บริษัท เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด. (2560). โครงสร้างทั่วไปของมอเตอร์กระแสตรง. เข้าถึงได้จาก <https://goo.gl/zpnMSL>





ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางเปรียบเทียบหน่วยวัดแอมแปร์และตัวอย่างกราฟประสิทธิภาพปั๊ม



ตารางเปรียบเทียบหน่วย

ตารางการเปรียบเทียบแรงดัน

ตารางเทียบแรงดัน				ตารางเทียบแรงดัน				ตารางเทียบแรงดัน			
Kgf/cm ²	Bar	Mpa	Psi	Kgf/cm ²	Bar	Mpa	Psi	Kgf/cm ²	Bar	Mpa	Psi
0.50	0.49	0.049	7	9.18	9.00	0.900	131	200.00	196.13	19.613	2844
0.51	0.50	0.050	7	10.00	9.81	0.981	142	203.94	200.00	20.000	2900
1.00	0.98	0.098	14	10.20	10.00	0.100	145	250.00	245.17	24.517	3555
1.02	1.00	0.100	15	15.00	14.71	1.471	213	254.93	250.00	25.000	3625
2.00	1.96	0.196	28	15.30	15.00	1.500	218	300.00	294.20	29.420	4266
2.04	2.00	0.200	29	20.00	19.61	1.961	284	305.91	300.00	30.000	4350
3.00	2.94	0.294	43	20.39	20.00	0.200	290	350.00	343.23	34.323	4977
3.06	3.00	0.300	44	25.00	24.52	2.452	355	356.90	350.00	35.000	5075
4.00	3.92	0.392	57	25.49	25.00	2.500	363	400.00	356.90	35.690	5688
4.08	4.00	0.400	58	35.00	34.32	3.432	498	407.88	400.00	40.00	5800
5.00	4.90	0.490	71	35.69	35.00	3.500	508	500.00	490.33	49.033	7110

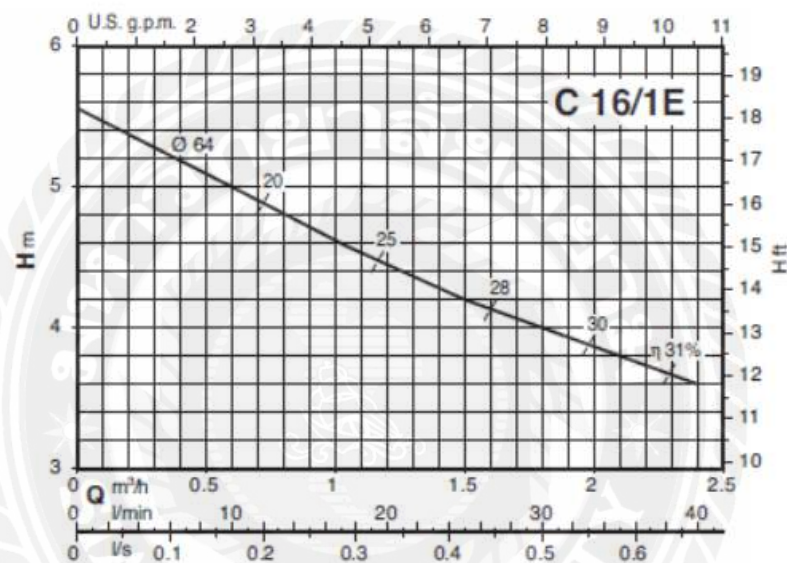
ตารางเปรียบเทียบหน่วยแรงดันกับความสูงน้ำ

Unit	Kpa	bar	Psi	Kg/cm ²	mm H ₂ O	in H ₂ O	ft H ₂ O	mmHG	atm
Kpa	1	0.01	0.145	0.0102	101.97	4.0147	0.3346	7.5006	0.0099
bar	100	1	14.05	1.0197	10197	401.47	33.456	750.06	0.9869
Psi	6.8947	0.0689	1	0.0703	703.07	27.68	2.3067	51.715	0.068
Kgf/cm ²	98.067	0.9807	14.223	1	10.00	393.7	32.809	735.56	0.9678
mm H ₂ O	0.0098	0.0001	0.0014	0.0001	1	0.0394	0.0033	0.0736	0.0001
in H ₂ O	0.2491	0.0025	0.0361	0.0025	25.4	1	0.0833	1.8685	0.0025
ft H ₂ O	2.9886	0.0299	0.4335	0.004	304.8	12	1	22.422	0.0295
mmHG	0.1333	0.013	0.0193	0.004	13.595	0.5352	0.0446	1	0.0013
atm	101.33	1.0133	14.696	1.0332	10.332	406.78	33.899	760	1

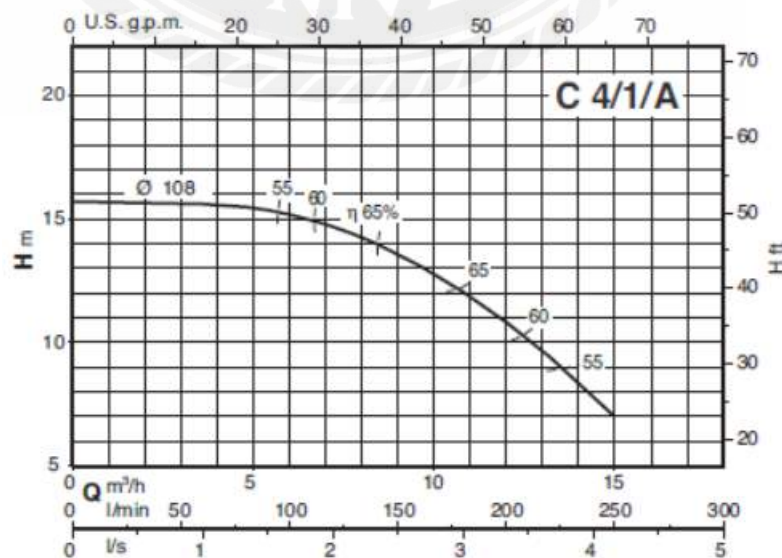
14.51 ปอนด์ หรือ Psi จะมีค่าเท่ากับ 1 บาร์ หรือ Bar ทั้ง2ค่าเป็นหน่วยวัดแรงดัน ในระบบสากล SI ส่วนปอนด์ที่บอกน้ำหนักมวลนั้น เป็นหน่วยของอังกฤษที่มีค่า 2.2 ปอนด์ เท่ากับ 1 กก. ในระบบ SI ส่วน 1 บาร์ที่เท่ากับ 10 เมตร-น้ำ นั้นคือหน่วยบอกแรงดันน้ำ ของปั้มน้ำที่สามารถ ส่งแรงดันน้ำได้ถึงความสูง ขนาดต่างๆกัน หรืออีกอย่างหนึ่งก็คือระดับความสูงของถังเก็บน้ำบนที่ สูงลงมาถึงพื้น 10 เมตรจะได้แรงดันน้ำเท่ากับ 1 Bar หรือ เท่ากับ 100 Kpa เรียกลักษณะการไหลตามแรงโน้มถ่วงแบบกราฟนี้

ลักษณะกราฟ ประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำ (Pump Performance Curve)

Characteristic curves $n \approx 2900$ rpm



Characteristic curves $n \approx 2900$ rpm



ภาคผนวก ข
แสดงรายการคำนวณ



1.หาประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้

ที่อัตราการไหล 30 L/min

$$P_{Out} = H_p = 1000 \times 0.0005 \times 9.81 \times 4.22 = \frac{20.70}{1000} W = 0.0207 kW$$

$$P_{in} = 8 \times 9 = \frac{72W}{1000} = 0.072 kW$$

$$\text{ประสิทธิภาพปั๊มที่ได้ } \eta = \frac{0.0207}{0.072} \times 100\% = 28.75\%$$

ที่อัตราการไหล 20.1 L/min

$$P_{Out} = H_p = 1000 \times 0.00034 \times 9.81 \times 4.92 = \frac{16.42}{1000} W = 0.0164 kW$$

$$P_{in} = 8 \times 9 = \frac{72W}{1000} = 0.072 kW$$

$$\text{ประสิทธิภาพปั๊มที่ได้ } \eta = \frac{0.0164}{0.072} \times 100\% = 22.78\%$$

ที่อัตราการไหล 9.9 L/min

$$P_{Out} = H_p = 1000 \times 0.000165 \times 9.81 \times 5.62 = \frac{9.10}{1000} W = 0.0091 kW$$

$$P_{in} = 8 \times 9 = \frac{72W}{1000} = 0.072 kW$$

$$\text{ประสิทธิภาพปั๊มที่ได้ } \eta = \frac{0.0091}{0.072} \times 100\% = 12.64\%$$

2.หาความเร็วจำเพาะของใบพัด

$$\frac{NQ^{\frac{1}{2}}}{(gH)^{\frac{3}{4}}} = N_s$$

N = รอบของมอเตอร์ (RPM)

Q = อัตราการไหล (m^3 / min)

g = ค่าแรงโน้มถ่วง $9.81 (m / s^2)$

H = เสดความสูงของน้ำ (m)

ข้อมูลจากเครื่องสูบน้ำจากวัสดุเหลือใช้

มอเตอร์พัดลมแอร์ รอบ(N) = 4800 RPM อัตราการไหล(Q) ที่วัดได้ = $0.0426 \text{ m}^3 / \text{min}$

เฮด (H) = 3.5 m แรงโน้มถ่วง(g) = $9.81 \text{ (m/s}^2\text{)}$

การคำนวณความเร็วจำเพาะ

$$\frac{4800 \times 0.0426^{\frac{1}{2}}}{(9.81 \times 3.5)^{\frac{3}{4}}} = 387.16$$

ค่าความเร็วจำเพาะ (N_s) = 387.16



ประวัติผู้จัดทำ



รหัสนักศึกษา : 5604100007

ชื่อนักศึกษา : นาย ทศพล สงวนไว้

เบอร์โทร : 095-953-4631

E-mail : yo_siam46@hotmail.com

คณะ : วิศวกรรมศาสตร์

สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

ที่อยู่ : บ้านเลขที่151 บางแวก 116 แขวง คลองขวาง เขต ภาษีเจริญ
กรุงเทพ 10160

ประวัติการศึกษา: 2556 - ปัจจุบัน มหาวิทยาลัยสยาม วิศวกรรมเครื่องกล

2553 - 2555 โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม (ช่างกลสยาม)

2550 - 2552 โรงเรียนเซนต์ปีเตอร์ธนบุรี

ผลงาน : การสร้างเครื่องสูบจากวัสดุเหลือใช้