การศึกษาอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอนที่ขนาดท่อทางทางดูดเข้าปั๊มน้ำต่าง ๆ กัน

The study of water flow rate passing through a horizontal centrifugal pump. At different suction pipe line sizes of centrifugal pump

พันธวัจน์ สิงห์เฉลิม[1*], ชินโชติ ถิรกุลวงศ์[1], อลัมพล เจริญกิจ[1], นมัสภรณ์ อำไพรัตน์[1] และ นภารัตน์ ไพรินทร์[1]
Pantawat Singchalerm[1*], Chinnachot Thirakulwong[1], Alumphol Charoenkit[1], Namassaporn Ampairat[1] and Naparat Pairin[1]

บทคัดย่อ

ปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอนเป็นอุปกรณ์หลักที่ใช้ในการสูบจ่ายน้ำโดยมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบอิทธิพลของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำที่มีต่ออัตราการไหลของน้ำและอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของปั๊มน้ำโดยทำการปรับเปลี่ยนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำให้มีขนาดต่าง ๆ กัน 5 ขนาด คือ 0.5 นิ้ว , 0.75 นิ้ว , 1 นิ้ว , 1.5 นิ้ว และ 2 นิ้ว จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเมื่อปรับเปลี่ยนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำจะทำให้อัตราการไหลของน้ำและอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของปั๊มน้ำมีขนาดเปลี่ยนแปลงไปด้วย โดยที่เส้นผ่าศูนย์กลางท่อทางดูดของปั๊มน้ำ มีขนาด 2 นิ้ว จะมีอัตราการไหลของน้ำที่ 46.60 ลิตรต่อนาทีและการใช้พลังงานไฟฟ้าของปั๊มน้ำ 1.027 กิโลวัตต์ แต่หากพิจารณาอัตราการไหลของน้ำต่ออัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของปั๊มน้ำแล้วจะพบว่าที่เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อทางดูด ขนาด 1.5 นิ้ว จะมีค่ามากที่สุด คือ 46.96 ลิตรต่อนาทีต่อกิโลวัตต์ และมีค่าปริมาณน้ำที่ไหลผ่านท่อทางจ่ายต่อพลังงานไฟฟ้าของปั๊มน้ำ ที่ 2.82 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานเบื้องต้นที่ตั้งไว้ในงานวิจัยนี้

คำสำคัญ: ปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอน, ท่อทางดูดของปั๊มน้ำ, อัตราการไหลของน้ำ, เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำ

[1] สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันรัชต์ภาคย์ กรุงเทพฯ 10310

[1] Mechanical Engineering, Faculty of Engineering Rajapark Institute, Bangkok, 10310

*Corresponding author: kulachati@hotmail.com

Abstract

Centrifugal pump is the main equipment that is widely used to pump water. Therefore, the purposes of this research were to study and compare the effects of the diameter of the suction pipe of the water pump on the water flow rate and the electric power consumption rate of the water pump by adjusting the diameter of the water pump suction pipe in five different sizes, 0.5–inch, 0.75 inches, 1 inch, 1.5 inches, and 2 inches. The results of this experiment showed that when adjusting the diameter of the water pump suction pipe, the water flow rate and the electric power consumption rate of the water pump also changed. The diameter of the water pump suction pipe with 2 inches had a water flow rate of 46.60 liters per minute and the electric power consumption of the pump is 1.027 kW. When considering the water flow rate per the electrical power consumption of the water pump, it was found that the diameter of the suction pipe size of 1.5 inches had the highest value at 46.96 liters per minute per kilowatt and the amount of water flowing through the distribution pipe per electric power of the water pump at 2.82 cubic meters per kilowatt–hour which were consistence with assumptions of this research.

Keywords: Centrifugal pump, Water pump suction pipe, Water flow rate, The diameter of water pump suction pipe

บทนำ

ในระบบส่งจ่ายของเหลวโดยทั่วไปนั้น ปั๊มน้ำหอยโข่งถือเป็นอุปกรณ์หลักซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ซึ่งปั๊มน้ำหอยโข่งนี้แบ่งเป็นประเภทต่างๆตามการใช้งานและการติดตั้ง โดยปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแกนเพลานอน (horizontal centrifugal pump) ก็เป็นปั๊มน้ำหอยโข่งประเภทหนึ่งซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายเนื่องจากคุณสมบัติของการติดตั้งและซ่อมบำรุงได้ง่ายปริมาณน้ำที่สามารถกำหนดตามความต้องการได้ ซึ่งนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ถือเป็นอุปกรณ์หลักที่ใช้ในการสูบจ่ายและระบายน้ำหรือของเหลวต่างๆตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้งาน โดยใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในภาคอุตสาหกรรมและภาคการเกษตรกรรม เช่น การใช้ปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอนในการส่งจ่ายของเหลว ในโรงงานอุตสาหกรรม,การใช้ปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอนในการส่งจ่ายน้ำเข้าที่นา ในภาคเกษตรกรรม หรือแม้แต่การใช้งานปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอนในการระบายน้ำที่ท่วมขังในพื้นที่ต่าง ๆ ล้วนแล้วแต่มีการใช้ปั๊มน้ำหอยโข่งเป็นอุปกรณ์หลักในการทำงานทั้งสิ้น ดังนั้นการปรับปรุงระบบการทำงานของปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอนให้ได้อัตราการไหลของน้ำที่ท่อทางจ่ายสูงที่สุดที่สุด โดยใช้พลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำน้อยที่สุดจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านปั๊มน้ำให้ได้มากที่สุดโดยใช้พลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งน้อยที่สุด

จากเอกสารประกอบการติดตั้งท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอน กล่าวว่าควรจะใช้ท่อทางดูดที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของทางเข้าปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอนอย่างน้อยหนึ่งขนาดไม่ควรใช้ขนาดที่เล็กกว่าหรือเท่ากับขนาดท่อทางเข้าของปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอนเพราะอาจจะทำให้อัตราการไหลของน้ำที่ผ่านปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอน น้อยกว่าเกณฑ์ของปั๊มน้ำที่กำหนดไว้ [1]

จากงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการศึกษาการเพิ่มสมรรถนะของเครื่องสูบน้ำโดยวิธีการติดตั้งเพลาสกรูเพิ่มเข้าไปที่ท่อทางดูดของปั๊มน้ำพบว่าทำให้อัตราการไหลของน้ำที่ผ่านปั๊มน้ำเพิ่มขึ้น ถึงร้อยละ 54.5 [2]

นอกจากนี้ยังมีแนวทางอื่น ๆ เพื่อเพิ่มอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านปั๊มน้ำ จากรายงานที่ผ่านมา เช่นการเติมสารละลายพอลิเมอร์ในปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสมเข้าไปในระบบปั๊มน้ำเพื่อลดการสูญเสียพลังงานจากแรงเสียดทานของการไหลของน้ำภายในท่อ ในภาวะปั่นป่วน (Turbulent flow) ลงได้ซึ่งจากการวิจัยสามารถลดการสูญเสียจากการไหลได้ถึง ร้อยละ 9.2 [3]

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นเพื่อการศึกษาและเปรียบเทียบอิทธิพลของตัวแปรต้น คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอนที่มีต่อผลต่อตัวแปรตามต่างๆดังนี้ คือ 1. อัตราการไหลของน้ำ 2. อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า 3. อัตราการไหลของน้ำต่ออัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า และ 4. ปริมาณน้ำที่ได้ต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าของปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอน

โดยในงานวิจัยนี้จะทำการออกแบบและสร้างแบบจำลองการไหลของน้ำผ่านปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอน โดยใช้ปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อทางเข้าและท่อทางออก มีขนาด 1 นิ้ว เท่ากัน แล้วทำการปรับเปลี่ยนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งซึ่งทำจากท่อพีวีซีเป็นขนาดต่าง ๆ กัน 5 ขนาด คือ 0.5 นิ้ว, 0.75 นิ้ว, 1 นิ้ว, 1.5 นิ้ว และ 2 นิ้ว โดยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อทางจ่ายออกจากปั๊มน้ำหอยโข่งยังคงเดิม คือ 1 นิ้ว แล้วทำการเก็บข้อมูลตัวแปรตามตามต่างๆตามที่ได้กำหนดไว้เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบว่าแต่ละขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอนจะมีผลต่อตัวแปรตามต่าง ๆ อย่างไรบ้าง

วัตถุประสงค์ในการศึกษา

1. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบอิทธิพลของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อทางดูดที่มีต่ออัตราการไหลของน้ำและอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอน
2. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบอิทธิพลของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อทางดูดที่มีต่ออัตราการไหลของน้ำต่ออัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอน
3. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบอิทธิพลของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อทางดูดที่มีต่อปริมาณน้ำที่ไหลผ่านปั๊มน้ำต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าของปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอน

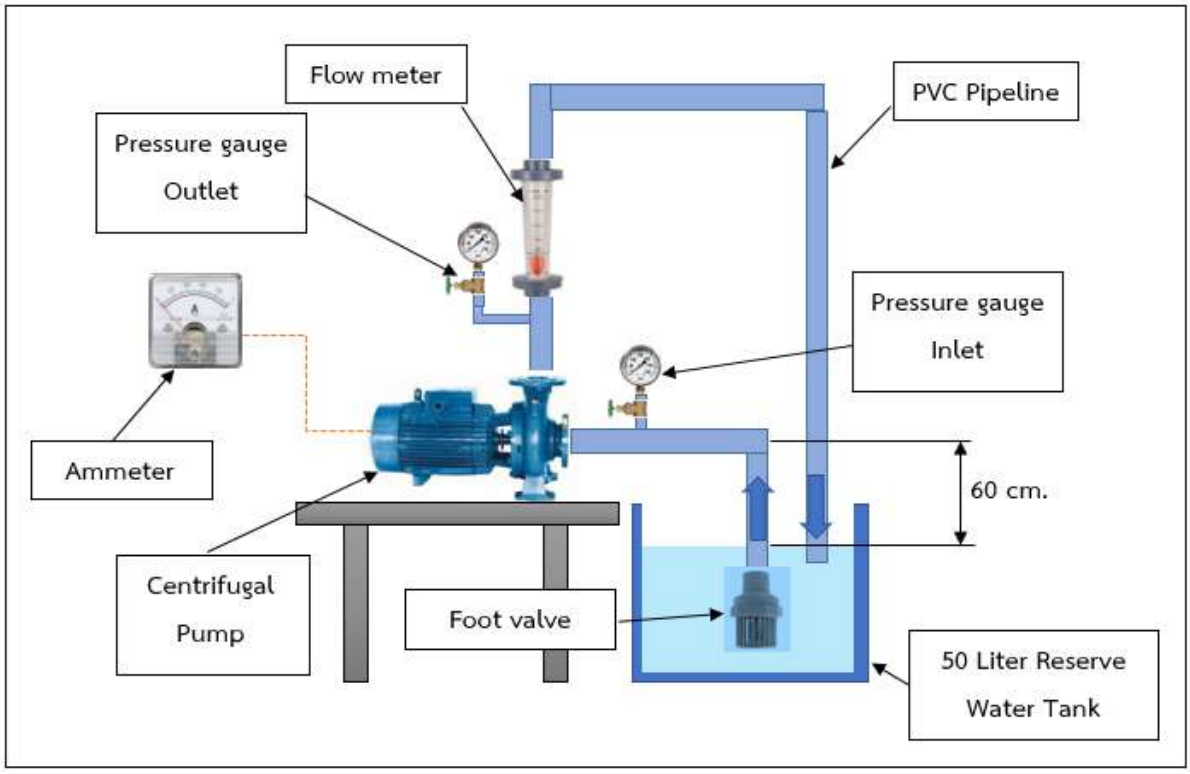
กรอบแนวคิดและสมมุติฐาน

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอน มีอิทธิพลต่ออัตราการไหลของน้ำ อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า อัตราการไหลของน้ำที่ท่อทางจ่ายต่ออัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า และปริมาณน้ำที่ท่อทางจ่ายต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าของปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอน

วิธีวิทยาการวิจัย

1. การออกแบบและสร้างชุดทดลอง

ทางผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างชุดทดลอง เพื่อใช้ในการวิจัยโดยทำการออกแบบตามแผนภาพในภาพที่ 1 ซึ่งชุดทดลองนี้ใช้ ปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอน (ปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อทางเข้า-ออก 1 นิ้ว, 1.0 แรงม้า 750 watt, single phase, 220V, 5.0 A, ความเร็วรอบ 2,850 rpm, อัตราการไหล 20 – 90 L/min) เป็นต้นกำลังในขับดันน้ำให้หมุนเวียนในระบบ และใช้เครื่องวัดอัตราการไหลของน้ำ (Rotameter) (Rotameter frow rate scale : 300 – 3,000 Liter/min หลอดพลาสติกประเภท LZS-25) เป็นอุปกรณ์ในการวัดอัตราการไหลของน้ำ ที่ท่อทางจ่ายของปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอนโดยติดตั้งไว้บนโต๊ะงานให้แนวแกนของท่อน้ำ PVC สูงจากระดับของน้ำในถังน้ำประมาณ 60 เซนติเมตร ดังรูปที่ 1 และ รูปที่ 2



ภาพที่ 1 แผนภาพไดอะแกรมแสดงการทำงานของชุดทดลอง

ภาพที่ 2 ชุดทดลองเพื่อหาอัตราการไหลของน้ำที่ใช้ในงานวิจัย

การศึกษานี้จะทำการทดลอง โดยใช้ท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอน ซึ่งทำจากท่อ PVC สีฟ้า ที่มีขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลาง ที่แตกต่างกัน 5 ขนาด คือ 0.5 นิ้ว, 0.75 นิ้ว, 1 นิ้ว, 1.5 นิ้ว และ 2 นิ้ว ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในตัวอย่าง ดังภาพที่ 3

ภาพที่ 3 ตัวอย่างท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง แตกต่างกัน ตามที่กำหนดไว้ในงานวิจัยนี้

2. ขั้นตอนในการดำเนินการทดลอง

ในการทดลองนี้จะทำการทดลองซ้ำในแต่ละขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่ง อย่างละ 5 ซ้ำ โดยทำการเปิดปั๊มน้ำเพื่อให้น้ำหมุนเวียนในระบบท่อทาง ประมาณ 3 นาทีเพื่อให้อัตราการไหลของน้ำที่ผ่านปั๊มน้ำหอยโข่งมีค่าคงที่แล้วจึงทำการบันทึกค่าของอัตราการไหลของน้ำและค่ากระแสไฟฟ้าที่อ่านได้จากมัลติมิเตอร์ (Multimeter) ที่ติดตั้งไว้ที่ปั๊มน้ำหอยโข่งเพื่อนำไปคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งอีกครั้ง

จากนั้นทำการปิดการทำงานของปั๊มน้ำหอยโข่งและเปิดการทำงานของปั๊มน้ำใหม่อีกครั้งเพื่อทดลองซ้ำจนครบทั้ง 5 ซ้ำ แล้วจึงเปลี่ยนขนาดของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งเป็นขนาดอื่นๆต่อไปทำการทดลองจนครบทุกขนาดของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยของการทดลองของแต่ละขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งแล้วจึงนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่าอัตราการไหลของน้ำที่ไหลผ่านปั๊มน้ำหอยโข่งต่อกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งและค่าปริมาณน้ำที่ไหลผ่านปั๊มน้ำหอยโข่งต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าของปั๊มน้ำหอยโข่ง อีกครั้ง ดังสมการที่ 1 และ สมการที่ 2 ตามลำดับ

$$\text{อัตราการไหลของน้ำที่ผ่านปั๊มน้ำต่อกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำ} = \frac{\text{อัตราการไหลของน้ำผ่านปั๊มน้ำหอยโข่ง}}{\text{กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับปั๊มน้ำหอยโข่ง}} \quad (1)$$

โดยกำหนดให้หน่วยของอัตราการไหลของน้ำต่อกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่ง มีหน่วยเป็นลิตรต่อนาทีต่อกิโลวัตต์ (L/min/kW)

$$\text{ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านปั๊มน้ำต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าของปั๊มน้ำ} = \frac{\text{อัตราการไหลของน้ำต่อกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่ง}}{1{,}000} \times 60 \quad (2)$$

โดยกำหนดให้หน่วยของปริมาณน้ำที่ไหลผ่านปั๊มน้ำต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าของปั๊มน้ำ มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อกิโลวัตต์–ชั่วโมง (m^3/kW–Hr) หรือ ลูกบาศก์เมตรต่อยูนิต (m^3/unit)

3. การวิเคราะห์ผลการทดลอง

3.1 การวิเคราะห์อัตราการไหลของน้ำที่ผ่านปั๊มน้ำหอยโข่ง

การวิเคราะห์อัตราการไหลของน้ำที่ผ่านปั๊มน้ำหอยโข่งทำได้โดยการติดตั้งท่อทางดูดที่เป็น PVC เข้ากับปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอนตามขนาดที่กำหนดไว้เปิดสวิตช์การทำงานของปั๊มน้ำหอยโข่งเพื่อให้น้ำไหลเวียนในระบบจนมีอัตราการไหลที่คงที่ประมาณ 3 นาที จึงวัดอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านปั๊มน้ำหอยโข่งด้วยเครื่องมือวัดอัตราการไหลของน้ำในท่อทางปิด (Close conduct) นั้นคือโรตามิเตอร์ (Rotameter) แล้วบันทึกผลของอัตราการไหลของน้ำเสร็จแล้วปิดสวิตช์การทำงานของปั๊มน้ำหอยโข่ง โดยจะทำการทดลองซ้ำ 5 ซ้ำ ในแต่ละขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางท่อทางดูดแล้วนำค่าอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านปั๊มน้ำหอยโข่งที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยพร้อมกับวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดลองต่อไป

3.2 การวิเคราะห์กำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่ง

การวิเคราะห์กำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งจะกระทำพร้อมไปกับการหาอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านปั๊มน้ำหอยโข่งในหัวข้อที่ 3.1 โดยทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้า (Current) ที่จ่ายให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งด้วยมัลติมิเตอร์แล้วนำค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้ไปคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยพร้อมกับวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดลองต่อไป

3.3 การวิเคราะห์อัตราการไหลของน้ำต่อกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่ง

การวิเคราะห์อัตราการไหลของน้ำต่อกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งทำได้โดยนำค่าอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านปั๊มน้ำหอยโข่งที่ได้จากหัวข้อที่ 3.1 และค่ากำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำที่ได้จากหัวข้อที่ 3.2 มาหารกันตามสมการที่ 1 จะได้อัตราการไหลของน้ำที่ผ่านปั๊มน้ำหอยโข่งต่อกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งในแต่ละขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่ง ตามที่ได้ทำการทดลองไว้

3.4 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านปั๊มน้ำหอยโข่งต่อพลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่ง

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านปั๊มน้ำหอยโข่งต่อพลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งทำได้โดยนำค่าอัตราการไหลของน้ำต่อกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งในหัวข้อที่ 3.3 มาแทนค่าในสมการที่ 2 จะได้ค่าปริมาณน้ำที่ไหลผ่านปั๊มน้ำหอยโข่งต่อพลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งในแต่ละขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่ง ตามที่ได้ทำการทดลองไว้

ผลการศึกษา

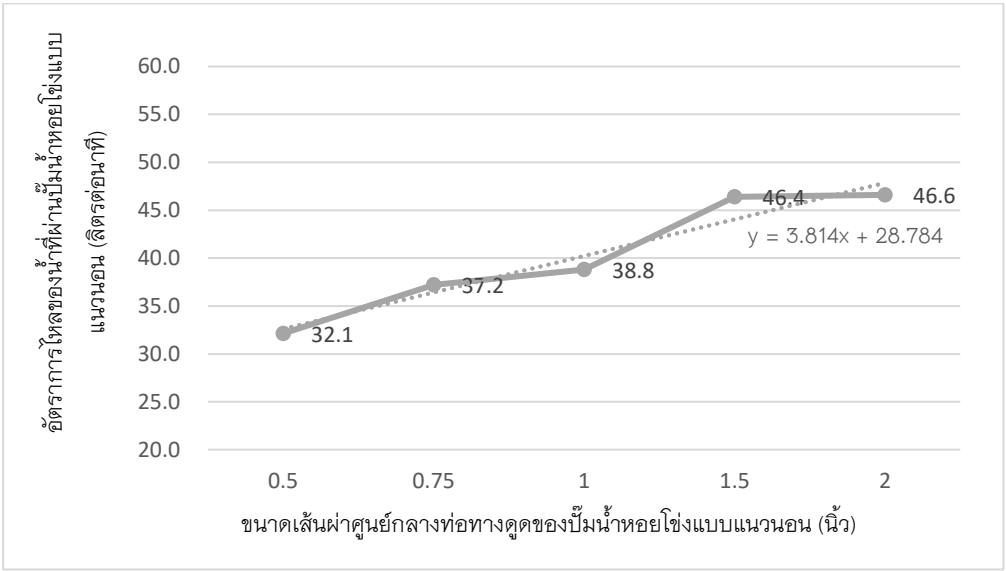
จากการทดลองพบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอนมีอิทธิพลต่ออัตราการไหลของน้ำที่ท่อทางจ่ายอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า อัตราการไหลของน้ำที่ท่อทางจ่ายต่ออัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าและปริมาณน้ำที่ท่อทางจ่ายต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าของปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอน ดังแสดงในตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอนที่มีผลต่อตัวแปรต่าง ๆ ที่ได้ทำการศึกษาไว้

ลำดับที่	เส้นผ่าศูนย์กลางท่อ ทางเข้า : ทางออก	อัตราการไหลของน้ำ (L/min)	กำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำ (kW)	อัตราการไหลของน้ำต่อกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำ (Liter/min/kW)	ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านปั๊มน้ำต่อหน่วยการใช้ไฟฟ้า (m^3/unit)
1	0.50 : 1.00	32.13	0.87	36.97	2.22
2	0.75 : 1.00	37.20	0.93	39.87	2.39
3	1.00 : 1.00	38.80	0.95	40.97	2.46
4	1.50 : 1.00	46.40	0.99	46.96	2.82
5	2.00 : 1.00	46.60	1.03	45.37	2.72

1. การวิเคราะห์อัตราการไหลของน้ำที่ผ่านปั๊มน้ำหอยโข่ง

จากการศึกษาและเปรียบเทียบ ผลกระทบของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งขนาดต่าง ๆ ที่มีต่ออัตราการไหลของน้ำที่ไหลผ่านปั๊มน้ำหอยโข่งดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 พบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งมีผลต่ออัตราการไหลของน้ำที่ผ่านปั๊มน้ำหอยโข่ง ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 อัตราการไหลของน้ำที่ผ่านปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอน ที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งขนาดต่าง ๆ กัน

จากกราฟเส้นในภาพที่ 4 พบว่าอัตราการไหลของน้ำที่ไหลผ่านปั๊มน้ำหอยโข่งนั้นมีการเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่ง (ดังรูปที่ 2) โดยอัตราการไหลของน้ำจะเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีอัตราการไหลสูงที่สุด 46.60 ลิตรต่อนาที ที่เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อทางดูด ขนาด 2 นิ้ว นอกจากนี้กราฟในรูปที่ 4 ยังสามารถเขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านปั๊มน้ำหอยโข่งและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งดังนี้คือ

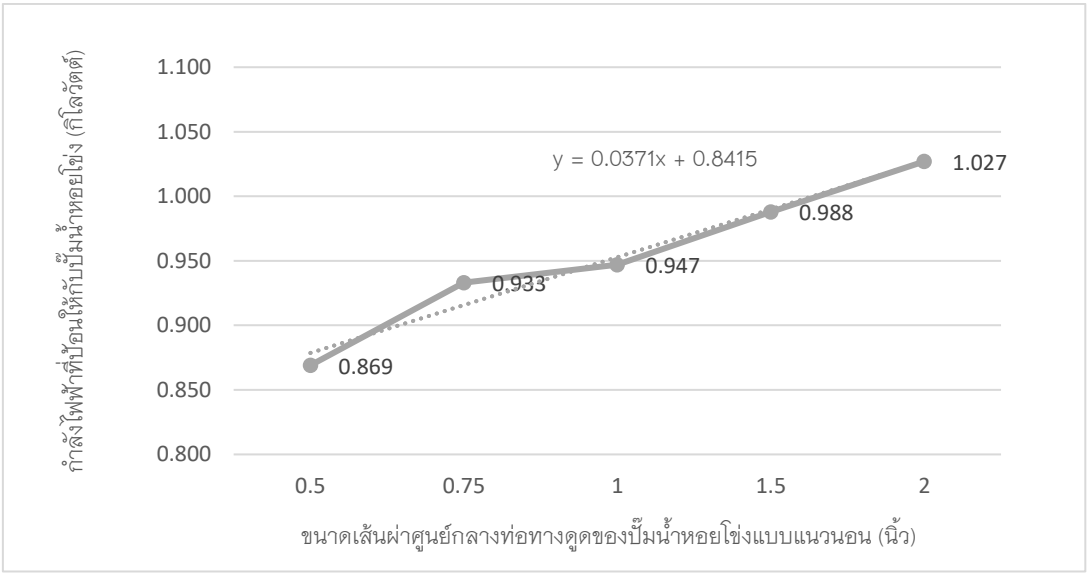
$$y = 3.814x + 28.784 \quad (3)$$

กำหนดให้ y คือ อัตราการไหลของน้ำที่ผ่านปั๊มน้ำ มีหน่วยเป็น ลิตรต่อนาที
x คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่ง มีหน่วยเป็น นิ้ว

จากสมการที่ 3 แสดงสมการความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านปั๊มน้ำหอยโข่งและขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อทางดูดโดยสมการดังกล่าวมีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามกันนั้นคือ เมื่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อทางดูดมีขนาดใหญ่ขึ้นอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านปั๊มน้ำหอยโข่งก็จะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน

2. การวิเคราะห์กำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่ง

จากการศึกษาและเปรียบเทียบผลกระทบของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งขนาดต่าง ๆ ที่มีต่อกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 พบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งมีผลต่ออัตราการไหลของน้ำที่ผ่านปั๊มน้ำหอยโข่ง ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 กำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่ง ขนาดต่าง ๆ กัน

จากกราฟเส้นในภาพที่ 5 พบว่ากำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งมีการเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่ง (ดังภาพที่ 2) โดยที่กำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีปริมาณมากที่สุด 1.03 กิโลวัตต์ ที่เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อทางดูด ขนาด 2 นิ้ว เช่นเดียวกับอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านปั๊มน้ำหอยโข่ง นอกจากนี้กราฟเส้นในภาพที่ 5 ยังสามารถเขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งดังนี้คือ

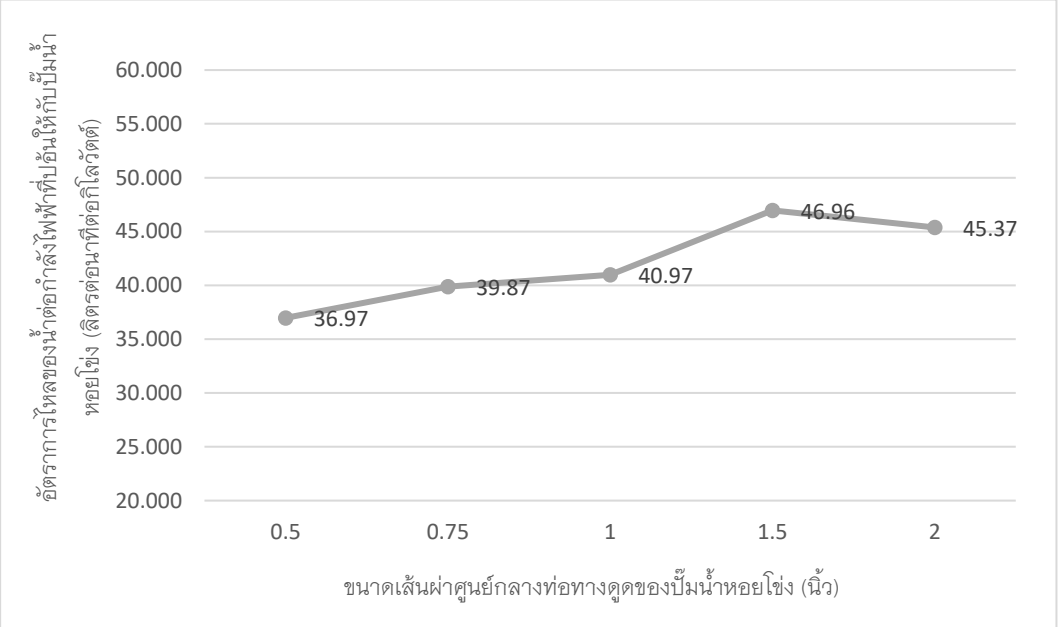
$$y = 0.0371x + 0.8415 \quad (5)$$

กำหนดให้ y คือ กำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่ง มีหน่วยเป็น กิโลวัตต์
x คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่ง มีหน่วยเป็น นิ้ว

จากสมการที่ 5 แสดงสมการความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งและขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่ง โดยจะเห็นว่าสมการดังกล่าวมีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามกัน นั้นคือ เมื่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อทางดูดมีขนาดใหญ่ขึ้นกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งก็จะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน

3. การวิเคราะห์อัตราการไหลของน้ำต่อกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่ง

จากการศึกษาและเปรียบเทียบผลกระทบของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งขนาดต่าง ๆ เทียบกับอัตราการไหลของน้ำต่อกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 พบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งมีผลต่ออัตราการไหลของน้ำต่อกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่ง ดังภาพที่ 6

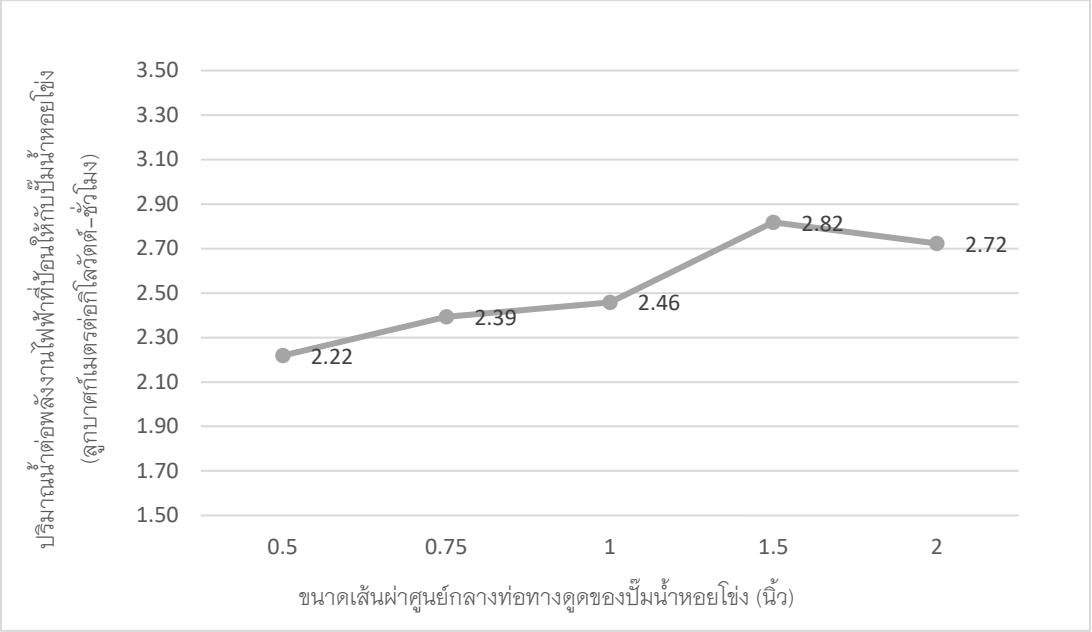


ภาพที่ 6 อัตราการไหลของน้ำต่อกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำขนาดต่าง ๆ กัน

จากภาพที่ 6 แสดงอัตราการไหลของน้ำต่อกำลังไฟฟ้าที่ผ่านปั๊มน้ำหอยโข่งซึ่งมีการแปรผันไปตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำโดยอัตราการไหลของน้ำต่อกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งจะเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีค่ามากที่สุด 46.96 ลิตรต่อนาทีต่อกิโลวัตต์ที่เส้นผ่าศูนย์กลางท่อทางดูดขนาด 1.5 นิ้ว ซึ่งมากกว่าอัตราการไหลของน้ำที่ท่อทางดูดของปั๊มน้ำ ขนาด 1 นิ้วคิดเป็นร้อยละ 14.62 แต่เมื่อขนาดของท่อทางดูดของปั๊มน้ำมีขนาดใหญ่ขึ้นเป็น 2 นิ้ว กลับพบว่าอัตราการไหลของน้ำต่อกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งมีขนาดลดลงเหลือ 45.37 ลิตรต่อนาทีต่อกิโลวัตต์ ซึ่งมากกว่าอัตราการไหลของน้ำที่ท่อทางดูดขนาด 1 นิ้ว เพียงร้อยละ 10.75

4. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำต่อพลังงานที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่ง

จากการศึกษาและเปรียบเทียบผลกระทบของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งขนาดต่างๆเทียบกับปริมาณน้ำต่อลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 พบว่า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งมีผลต่อปริมาณน้ำต่อพลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่ง ดังภาพที่ 7 คือ



ภาพที่ 7 ปริมาณน้ำต่อพลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำขนาดต่าง ๆ กัน

โดยปริมาณน้ำต่อพลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งมีการแปรผันไปตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งโดยปริมาณน้ำต่อพลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งนั้นจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อทางดูดของปั๊มน้ำมีขนาดใหญ่ขึ้น และมีค่ามากที่สุด 2.82 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง ที่เส้นผ่าศูนย์กลางท่อทางดูดขนาด 1.5 นิ้ว แต่เมื่อเพิ่มขนาดของท่อทางดูดเป็น 2 นิ้ว กลับพบว่าปริมาณน้ำต่อพลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งจะมีขนาดลดลงเช่นเดียวกับค่าอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของปั๊มน้ำต่อกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งในหัวข้อที่ 3 การวิเคราะห์อัตราการไหลของน้ำต่อกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่ง

สรุปผลและอธิปรายผล

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาวิจัยนี้พบว่าขนาดของท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งมีผลต่ออัตราการไหลของน้ำไหลผ่านปั๊มน้ำหอยโข่งและกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่ง นั้นคือเมื่อท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งมีขนาดใหญ่ขึ้นอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านปั๊มน้ำหอยโข่งและกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งก็จะมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นด้วยและมีค่ามากที่สุดที่ท่อทางดูดขนาด 2 นิ้ว

สำหรับอัตราการไหลของน้ำต่อกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งและปริมาณน้ำต่อพลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งจะมีแนวโน้มเหมือนกันคือเมื่อท่อทางดูดมีขนาดใหญ่กว่าท่อทางเข้าของปั๊มน้ำหอยโข่งที่ขนาด 1.5 นิ้ว (ท่อทางเข้าปั๊มน้ำมีขนาด 1 นิ้ว) จะมีอัตราการไหลของน้ำต่อกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ 46.96 ลิตรต่อนาทีต่อกิโลวัตต์ และจะได้ค่าปริมาณน้ำต่อพลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำสูงสุด ที่ 2.82 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง

อธิปรายผลการทดลอง

จากการสรุปผลการทดลองที่ได้จากงานวิจัยนี้พบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อทางดูดของปั๊มน้ำหองโข่งมีผลต่ออัตราการไหลของน้ำและกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งนั้นคือยิ่งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อทางดูดใหญ่ขึ้นอัตราการไหลของน้ำและกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งก็จะยิ่งมากขึ้นด้วยเช่นกัน แต่สำหรับค่าอัตราการไหลของน้ำต่อกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งและค่าปริมาณน้ำต่อพลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำนั้นจะมีค่ามากที่สุดที่ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางท่อทางดูดขนาด 1.5 นิ้ว ซึ่งมากกว่าขนาดของท่อทางเข้าของปั๊มน้ำหอยโข่ง (ท่อทางเข้าปั๊มน้ำมีขนาด 1 นิ้ว) ซึ่งสอดคล้องกลับหลักการติดตั้งปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอนที่กล่าวว่าควรใช้ท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งแบบแนวนอนที่มีขนาดมากกว่าขนาดของท่อทางเข้าปั๊มน้ำ อยู่ 1 ขนาด [3]

นอกจากนี้แล้วเมื่อนำสมการของแบร์นูลลี (Bernoulli's equation) ที่มีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกล (h_p) ที่ได้รับมาจากแหล่งอื่น เช่นมอเตอร์ให้กลายเป็นพลังงานของของไหล (Hp) [4] ดังสมการที่ 6 คือ

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + H_p = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + (\sum h_f + \sum h_m) \quad (6)$$

มาพิจารณาร่วมในงานวิจัยนี้แล้วจะพบว่าจากสมการของแบร์นูลลีที่กล่าวมานั้นยังมีปัจจัยอื่นๆที่มีผลต่ออัตราการไหลของน้ำที่ผ่านปั๊มน้ำหอยโข่งและกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำหอยโข่งด้วย เช่นการสูญเสียหลักภายในระบบท่อ (major loss, h_f) การสูญเสียรอง (minor loss, h_m) ความสูงของระดับน้ำที่ระดับ 1 (z_1) และระดับ 2 (z_2) และค่าน้ำหนักจำเพาะของของเหลว (γ) ซึ่งล้วนแล้วแต่มีผลต่อการไหลของของไหลในระบบท่อทางทั้งสิ้น

ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ในครั้งต่อ ๆ ไป คณะผู้วิจัยควรจะขยายขอบเขตของงานวิจัยออกไปโดยการเพิ่มจำนวนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งให้มีขนาดหลากหลายมากยิ่งขึ้น หรือควรทำการศึกษาวิจัยกับปั๊มน้ำหอยโข่งที่มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจ ในอิทธิพลของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อทางดูดของปั๊มน้ำหอยโข่งที่มีต่อตัวแปรต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษาวิจัยต่อ ๆ ไป

กิตติกรรมประกาศ

ทางผู้วิจัยและคณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณาจารย์ นิสิตนักศึกษาของทางคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ทุกท่าน รวมถึงหน่วยงานต่างๆภายในสถาบันรัชต์ภาคย์ ที่มีส่วนร่วมในการส่งเสริมและสนับสนุนงานวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี รวมถึงขอขอบคุณแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ทั้งเอกสารสิ่งพิมพ์และสื่อทางอิเล็กทรอนิกส์บนอินเตอร์เน็ต ที่ทางผู้วิจัยและคณะได้ใช้ประโยชน์ในการสืบค้นข้อมูลเพื่อใช้ในการอ้างอิงเอกสารต่าง ๆ ในงานวิจัยนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

1. วิบูลย์ บุญยธโรกุล. (2529). ปั๊มและระบบสูบน้ำ. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน.
2. มานพ พิพัฒหัตถกุล. (2556). การเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องสูบแบบไหลตามแนวแกนที่มีและไม่มีเพลาสกรู. วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและและพัฒนา, ปีที่ 24 ฉบับที่ 3, พ.ศ. 2556 หน้า 41–47.
3. หิรัญ มาคำ. (2553). การเพิ่มประสิทธิภาพระบบปั๊มน้ำโดยการเติมสารละลายพอลิเมอร์. วิศวกรรมเครื่องกล,มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
4. ธัญดร ออกวะลา. (2553). เอกสารการสอน กลศาสตร์ของไหล (Fluid Mechanics). ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.
5. ไมตรี วรวุฒิจรรยากุล. (2554). ทฤษฎีวงจรไฟฟ้าเล่ม 1 (พิมพ์ครั้งที่ 12). กรุงเทพฯ: ส.เอเชียเพรส (1989) จำกัด.