



การเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างใบพัด 2 และ 3 ครีบของเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกน โดยเทคนิคเพลาสกรู

PERFORMANCE COMPARISON BETWEEN 2 AND 3 IMPELLER BLADES OF THE AXIAL FLOW PUMP BY SCREW AXLE TECHNIQUE

มานพ พิพัฒน์หัตถกุล¹ ทรงธรรม เหล่าสุวรรณ¹ มกร ลักขณา¹ สุรัชชัย จิingatpurชัย¹ มนัส ศรีสวัสดิ์² และวิฑูรย์ อบรม²

¹สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

²สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

833 ถนนพระราม 1 เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์: 0 – 2104 – 9099 *E – mail: manop@pit.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้ศึกษาทดลองการเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างใบพัด 2 และ 3 ครีบของเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกนโดยเทคนิคเพลาสกรู ระบบทดลองประกอบด้วยเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 นิ้ว (0.12 เมตร) ยาว 8 ฟุต (3.6 เมตร) ใช้เครื่องยนต์เบนซิน Honda GX160 ขนาด 5.5 แรงม้าเป็นต้นกำลัง ใบพัดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 115 มิลลิเมตร เพลาสกรู ความยาว 1 เมตร ติดตั้งอยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลางภายในท่อทางดูด ทำการทดลองที่เงื่อนไข เฮด 1.0, 1.5, และ 2.0 เมตร ความเร็วรอบในช่วง 1500 – 4000 rpm (เพิ่มขึ้นครั้งละ 500 rpm) จากผลการทดลองพบว่า ใบพัดแบบ 3 ครีบมีอัตราการไหลและอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันโดยเฉลี่ยสูงกว่าใบพัดแบบ 2 ครีบ และใบพัดแบบ 3 ครีบมีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยสูงกว่าใบพัดแบบ 2 ครีบ ทั้งแบบไม่มีเพลาสกรูและแบบมีเพลาสกรู คิดเป็นร้อยละ 42.15 และ 67.14 โดยระบบสูบน้ำที่ทำงานร่วมกับเพลาสกรูมีประสิทธิภาพสูงขึ้นคิดเป็นร้อยละ 40 – 65 เมื่อเทียบกับระบบสูบน้ำที่ไม่มีเพลาสกรู

คำสำคัญ: เครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกน, เพลาสกรู, ประสิทธิภาพ, ครีบบใบพัด

ABSTRACT

This article describes to investigate the performance comparison between 2 and 3 impeller blades of the axial flow pump by screw axle technique. The experimental system consists of the AFP in which diameter and length are of 5 inches (0.12 meter) and 8 feet (3.6 meter), driven by using Honda GX160 5.5HP gasoline engine, the impeller with outside diameter of 115 mm, a screw axle with the length of 1 meter installed at the middle inside the suction pipe. The experimental conditions of head are conducted at 1.0, 1.5, and 2.0 meter for the tested rotational speed in the range of 1500 – 4000 rpm with the increment of 500 rpm. From experimental results, it is found that the flow rate and fuel consumption of 3 impeller blades are higher than that of 2 impeller blades and the average efficiency of 3 impeller blades without and with screw axle is 42.15% and 67.14% higher than that of 2 impeller blades. The efficiency of pumping system with screw axle is increased by 40 – 65% when it is compared to the pumping system without screw axle.

KEYWORDS: axial flow pump, screw axle, efficiency, impeller blades

Manop Pipathattakul¹ Songtam Laosuwan¹ Makorn Lakkana¹ Surachai Chungchatupornchai¹

Manus Sriswat² and Witoon Obrom²

¹Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Pathumwan Institute of Technology

²Department of Manufacturing Engineering, Faculty of Engineering, Pathumwan Institute of Technology

833 Rama 1 Road Pathumwan Bangkok 10330

1. บทนำ

เครื่องสูบน้ำไทยประดิษฐ์แบบท่อการเกษตรหรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า “ท่อพญานาค” เป็นเครื่องสูบน้ำที่นิยมใช้งานกันอย่างแพร่หลายในภาคการเกษตรและชลประทานของประเทศไทย เป็นเครื่องสูบน้ำที่มีคุณลักษณะให้อัตราการสูบน้ำสูง ที่ระยะยกน้ำ (เสด) ต่ำ มีน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายได้ง่าย และราคาถูก โดยท่อพญานาคที่ผลิตและจำหน่ายในประเทศไทย มีทั้งแบบที่ใช้ใบพัดแบบไหลตามแนวแกน (Axial flow) และใช้ใบพัดแบบไหลผสม (Mixed flow) ซึ่งให้คุณลักษณะที่แตกต่างกันออกไป โดย Kaewprakaisaengkul [1] ได้ศึกษาถึงประสิทธิภาพเชิงกลและไฮดรอลิกของเครื่องสูบน้ำแบบไหลผสม (Mixed Flow Pump: MFP) ชนิดท่อพญานาค พบว่ามีประสิทธิภาพต่ำกว่าร้อยละ 60 ต่อมา วุฒินันท์ นิธิพงษ์นิช และ อภิชาติ ชัยสนิท [2] ได้ศึกษาสมรรถนะของเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกน (Axial Flow Pump: AFP) ชนิดท่อพญานาค โดยทำการทดสอบกับใบพัดที่มีจำนวน 2 และ 3 ครีบ พบว่าใบพัดแบบ 2 ครีบ มุม 35 องศา ให้ประสิทธิภาพดีกว่าโดยมีประสิทธิภาพการไหล ร้อยละ 36.55 ซึ่งโดยปกติ AFP ที่ใช้เครื่องยนต์เป็นต้นกำลัง ต้องมีขนาดกำลังของเครื่องยนต์มากกว่ากำลังสูงสุดของ AFP อย่างน้อยร้อยละ 30 ดังนั้นถ้า AFP มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ทำให้สามารถดึงกำลังของเครื่องยนต์มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดย ธนาพล สุขชนะ และชัยยันต์ ใบบุญ มา [3] ได้ศึกษาทดลองโดยให้ AFP ทำงานร่วมกับเพลาสกรู พบว่าการใช้เทคนิค เพลาสกรูช่วยทำให้ AFP มีประสิทธิภาพสูงขึ้น จากนั้น มานพ พิพัฒน์हतกุล และ วินัส ทัดเนียม [4-5] ได้ศึกษาทดลองการเพิ่มประสิทธิภาพของ AFP แบบ 3 ครีบใบพัดโดยเทคนิคเพลาสกรูและผลกระทบของมุมองศาเพลาสกรู ที่มีต่อสมรรถนะของ AFP โดยคิดประสิทธิภาพจากอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงในขณะที่ Xiaorui Cheng และ Rennian Li [6] ได้ศึกษาตัวแปรต่างๆ ของเครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยง ที่ใช้ใบพัดแบบเกลียวสกรู M.A. El Samanody และคณะ [7] ได้ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยงโดยติดตั้งตัวเหนี่ยวนำการไหลที่เป็นแบบเพลาสกรูไว้ทางด้านทางดูด พบว่าตัวเหนี่ยวนำช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้สูงขึ้น Benya Kasantikul [8] ได้ศึกษาเชิงตัวเลขของเครื่องสูบน้ำท่อพญานาคที่ใช้ใบพัดแบบไหลผสม เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสูบน้ำที่ความเร็วรอบและเสดต่างๆ พบว่าผลที่ได้จากการจำลองและการทดลองมีความสอดคล้องกัน Zhai Yazhou และคณะ [9] ได้เปรียบเทียบการทำงานของระบบการลำเลียงน้ำเข้าสู่แหล่งเก็บ ระหว่างการใช้ อาคิมีเดียนสกรู (Archimedean screw) และเครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยงปกติ โดยทำงานร่วมกับกังหันลมผลิตไฟฟ้า พบว่าระบบที่ใช้อาคิมีเดียนสกรูจะมีเสถียรภาพและประสิทธิภาพสูงกว่า จากนั้น Manop Pipathattakul และคณะ [10] ได้ศึกษาทดลองการเพิ่มประสิทธิภาพของ AFP แบบ 3 ครีบใบพัดโดยเทคนิคเพลาสกรู อีกทั้งทำการเคลือบผิวด้านในท่อทางดูด เกลียวสกรู และใบพัดด้วยสารเคลือบอีพ็อกซี่ (Epoxy) เพื่อลดแรงเสียดทานเนื่องมาจากการไหล พบว่า AFP ที่ทำงานร่วมกับเพลาสกรู และเคลือบผิวมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเมื่อเทียบกับ AFP แบบเดิม ต่อมา มนัสศรีสวัสดิ์ และคณะ [11] ได้วิเคราะห์ความคุ้มค่า ในการดัดแปลง AFP เพื่อติดตั้งเพลาสกรูและเคลือบผิว โดยประเมินความคุ้มค่าจากปริมาณน้ำที่ AFP สามารถสูบน้ำได้และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง พบว่าการดัดแปลง AFP มีความคุ้มค่าในการลงทุน

จากงานวิจัยต่างๆ ที่ผ่านมามองเห็นได้ว่า การใช้เทคนิคเพลาสกรูสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับท่อพญานาคที่ใช้ใบพัดแบบไหลตามแนวแกนได้และมีความคุ้มค่าในการลงทุนดัดแปลง อีกทั้งใบพัดแบบไหลตามแนวแกนที่มีจำหน่ายอยู่ตามท้องตลาดในปัจจุบันจะเป็นแบบ 2 และ 3 ครีบใบพัด จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ที่จะทำการเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างใบพัด 2 และ 3 ครีบของเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกนโดยใช้เทคนิคเพลาสกรู เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบสูบน้ำจากอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ต้นกำลัง

2. ทฤษฎีในการวิเคราะห์ [10, 12]

กำลังของของไหล (Fluid power, P_{out}) ที่ AFP สามารถทำได้ขึ้นอยู่กับ อัตราการไหลเชิงปริมาตรของน้ำ ($\dot{Q}$) และ เสด (H) ที่ AFP ทำงาน โดยคำนวณได้จากสมการที่ (1)

$$P_{out} = \rho g \dot{Q} H \quad (W) \quad (1)$$

ρ = ความหนาแน่นของน้ำ, kg/m^3

g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงโลก = 9.81 m/s^2

$\dot{Q}$ = อัตราการไหลเชิงปริมาตรของน้ำ, m^3/s

H = เสดที่เครื่องสูบน้ำทำงาน, m

ในการทดลอง AFP ใช้เครื่องยนต์เบนซิน Honda GX160 ขนาด 5.5 แรงม้า เป็นต้นกำลัง โดยกำลังที่ได้จากเครื่องยนต์ได้มาจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง หรือเป็นกำลังงานที่จ่ายให้กับระบบสูบน้ำ (Input power, P_{in}) คำนวณได้จากสมการที่ (2)

$$P_{in} = \dot{m} \times HHV \quad (\text{kW}) \quad (2)$$

$\dot{m}$ = อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง, kg/s

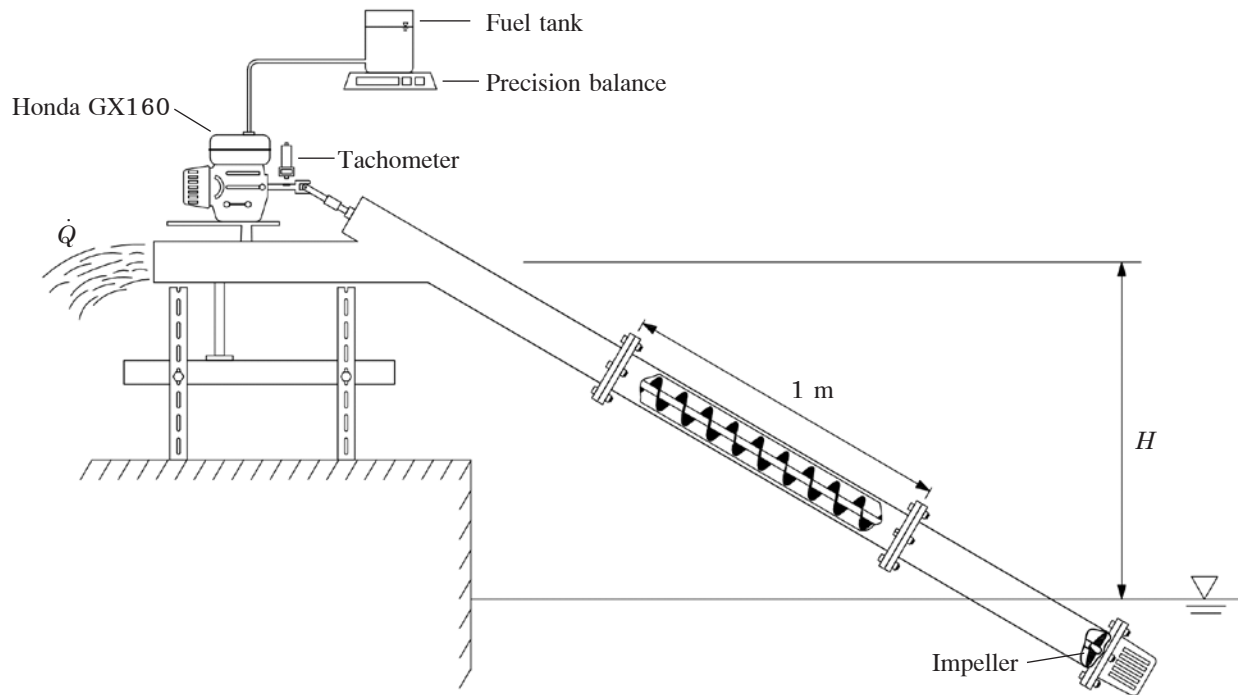
HHV = ค่าพลังงานความร้อนสูงของเชื้อเพลิง = 47300 kJ/kg

โดยประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำ (Efficiency of pumping system, η_{sys}) คำนวณได้จากสมการที่ (3)

$$\eta_{sys} = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \quad (\%) \quad (3)$$

3. ชุดทดลองและวิธีการทดลอง

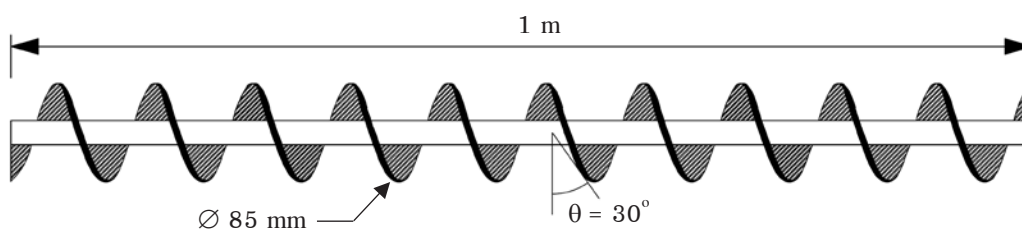
การทดลองเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะของ AFP โดยเทคนิคเพลาสกรู มีชุดอุปกรณ์การทดลองดังรูปที่ 1 โดย AFP ที่นำมาทดลองเป็นเครื่องสูบน้ำแบบท่อการเกษตร (ท่อพญานาค) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 นิ้ว (0.12 เมตร) ยาว 8 ฟุต (3.6 เมตร) ใช้ใบพัดแบบ Axial flow ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 115 มิลลิเมตร ชนิด 2 ครีบก และ 3 ครีบก ที่มีมุม 35 องศา ดังรูปที่ 2 ใช้เครื่องยนต์เบนซิน Honda GX160 ขนาด 5.5 แรงม้า เป็นต้นกำลัง เพลาสกรูทำจากเหล็กกล้า มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 85 มิลลิเมตร มีมุมองศาเพลาสกรู 30 องศา ความยาวรวม 1 เมตร ดังรูปที่ 3 โดยเพลาสกรูถูกติดตั้งอยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของท่อทางด้านดูด ในการทดลองให้ AFP ทำงานที่ระยะยกน้ำหรือเสด (H) เท่ากับ 1.0, 1.5, และ 2.0 เมตร ตามลำดับ โดยในแต่ละค่าเสด ทำการปรับความเร็วของเครื่องยนต์ในช่วง 1500 – 4000 rpm (เพิ่มขึ้นครั้งละ 500 rpm) โดยใช้ Tachometer ในการวัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ในขณะที่อัตราการไหลเชิงปริมาตร ($\dot{Q}$) ของ AFP ได้จากการตวงวัดปริมาณของน้ำที่ปลายท่อทางด้านจ่ายและจับเวลาจำนวนทั้งสิ้น 4 ครั้งแล้วทำการหาค่าเฉลี่ย ส่วนการวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ($\dot{m}$) ได้จากการชั่งมวลของน้ำมันในขณะที่ AFP กำลังทำงานเป็นระยะเวลา 30 นาที ในแต่ละความเร็วรอบ โดยใช้เครื่องชั่งแบบดิจิตอล (Precision balance) จากนั้นคำนวณกำลังของไหลที่ AFP สามารถทำได้ (Fluid power, P_{out}) จากสมการที่ (1) และคำนวณกำลังงานที่ระบบสูบน้ำใช้เนื่องจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง หรือเป็นกำลังงานที่จ่ายให้กับระบบสูบน้ำ (Input power, P_{in}) จากสมการที่ (2) และคำนวณประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำ (Efficiency of pumping system, η_{sys}) ได้จากสมการที่ (3) ซึ่งในการทดลองเปรียบเทียบสมรรถนะของ AFP จะเริ่มจาก เครื่องสูบน้ำตามปกติที่ไม่มีการติดตั้งเพลาสกรู โดยใช้ใบพัดแบบ 2 ครีบก (AFP2B) และ 3 ครีบก (AFP3B) ทำการติดตั้งระบบสูบน้ำด้วย AFP ดังรูปที่ 4 เมื่อทำการทดลองเก็บข้อมูลต่างๆ ตามเงื่อนไขที่กำหนดแล้วจึงนำ AFP มาทำการติดตั้งเพลาสกรูทั้งแบบใบพัด 2 ครีบก (AFP2BS) และใบพัด 3 ครีบก (AFP3BS) จากนั้นทำการทดลองตามเงื่อนไขเดิมอีกครั้งแล้วจึงทำการเปรียบเทียบผลการทดลองของ AFP2B, AFP3B, AFP2BS, และ AFP3BS



รูปที่ 1 Schematic diagram ของการติดตั้งระบบสูบน้ำด้วย AFP



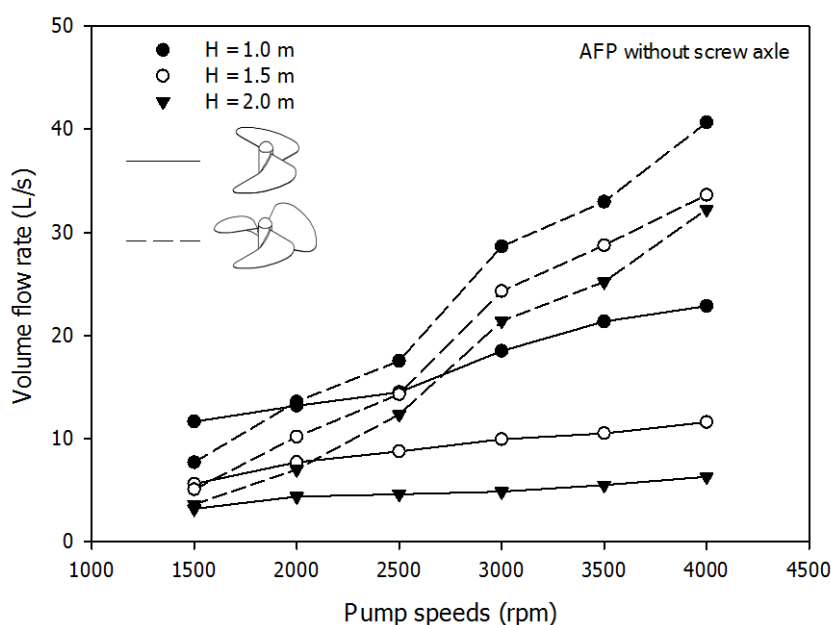
รูปที่ 2 ใบพัด AFP แบบ 2 และ 3 ครีบ



รูปที่ 3 ขนาดของเพลาสกรู



รูปที่ 4 ชุดทดลอง AFP และเพลาสกรู

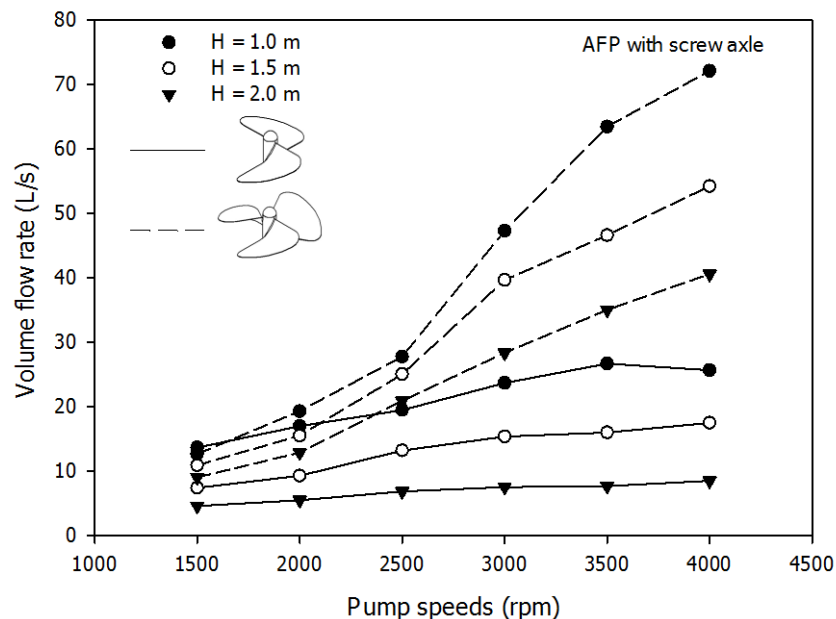


รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและความเร็วรอบของ AFP2B และ AFP3B

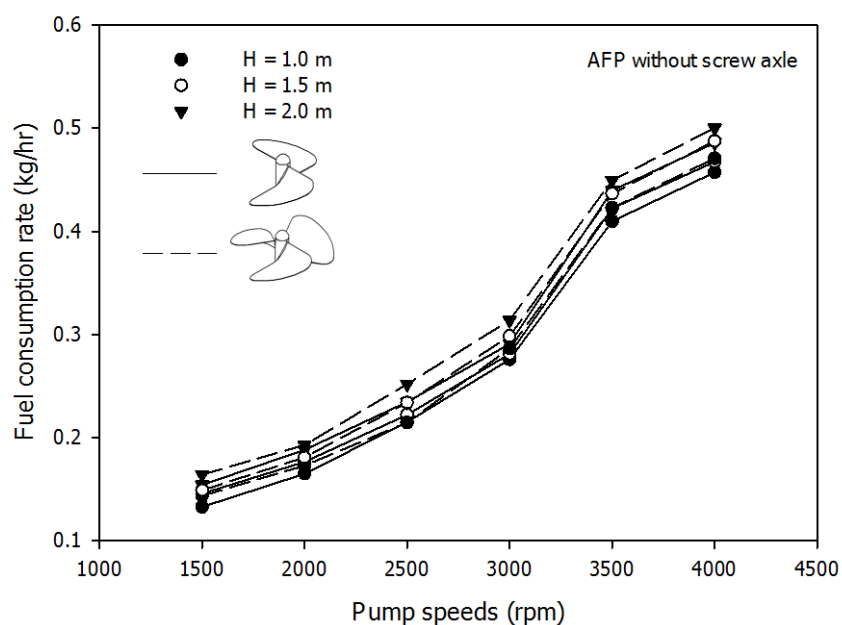
4. ผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ ทำการศึกษาดูการทดลองเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างใบพัด 2 และ 3 ครีบของเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกน โดยเทคนิคเพลาสกรู ซึ่ง AFP2B และ AFP3B เป็นเครื่องสูบน้ำแบบใบพัด 2 และ 3 ครีบที่ไม่มีการติดตั้งเพลาสกรู ในขณะที่ AFP2BS และ AFP3BS เป็นเครื่องสูบน้ำแบบใบพัด 2 และ 3 ครีบที่ทำงานร่วมกับเพลาสกรู โดยผลที่ได้จากการทดลองเมื่อพลอตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลเชิงปริมาตร ($\dot{Q}$) ที่เครื่องสูบน้ำสามารถทำได้ ที่ความเร็วรอบและเฮดต่างๆ ได้ดังรูปที่ 5 และ 6 จากรูปที่ 5 จะเห็นได้ว่า $\dot{Q}$ แปรผันโดยตรงกับความเร็วรอบแต่แปรผกผันกับเฮดที่เครื่องสูบน้ำทำงาน [4, 5, 8] โดยในช่วงความเร็วรอบต่ำและเฮดต่ำ (ความเร็วรอบ 1500 – 2000 rpm และเฮด 1.0 เมตร) AFP2B และ AFP3B จะให้ $\dot{Q}$ ที่ใกล้เคียงกัน แต่เมื่อความเร็วรอบและเฮดสูงขึ้น AFP3B จะให้ $\dot{Q}$ มากกว่า AFP2B โดย AFP2B และ AFP3B ให้ค่า $\dot{Q}$ สูงสุดเป็น 22.8 และ 40.6 L/s ที่ 4000 rpm และเฮด 1.0 เมตร ในขณะที่ให้ค่า $\dot{Q}$ ต่ำสุดเป็น 3.2 และ 3.6 L/s ที่ 1500 rpm และเฮด 2.0 เมตร ตามลำดับ จากรูปที่ 6 จะเห็นได้ว่าเมื่อให้เครื่องสูบน้ำทำงานร่วมกับเพลาสกรูสามารถให้ $\dot{Q}$ ได้สูงกว่าเมื่อเทียบกับ

เครื่องสูบน้ำแบบที่ไม่มีการติดตั้งเพลาสกรูในทุกๆ ความเร็วรอบ เนื่องจากเพลาสกรูมีส่วนช่วยในการถ่ายเทกำลังให้กับของไหล [10] โดย AFP3BS ให้ Q สูงกว่าเมื่อเทียบกับ AFP2BS เช่นเดียวกัน โดย AFP2BS และ AFP3BS ให้ค่า Q สูงสุดเป็น 25.6 และ 72.1 L/s ที่ 4000 rpm และเฮด 1.0 เมตร ในขณะที่ให้ค่า Q ต่ำสุดเป็น 4.6 และ 9.0 L/s ที่ 1500 rpm และเฮด 2.0 เมตร ตามลำดับ

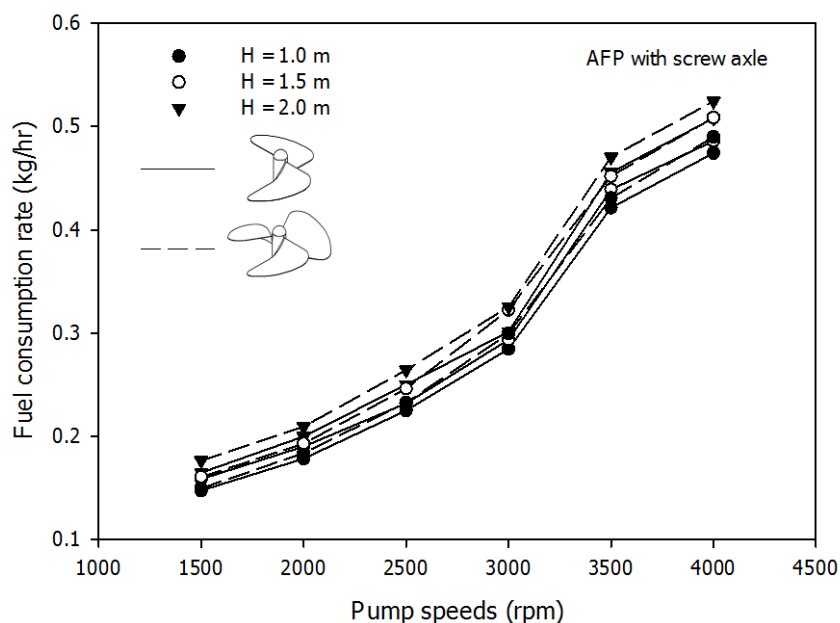


รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและความเร็วรอบของ AFP2BS และ AFP3BS



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันและความเร็วรอบของ AFP2B และ AFP3B

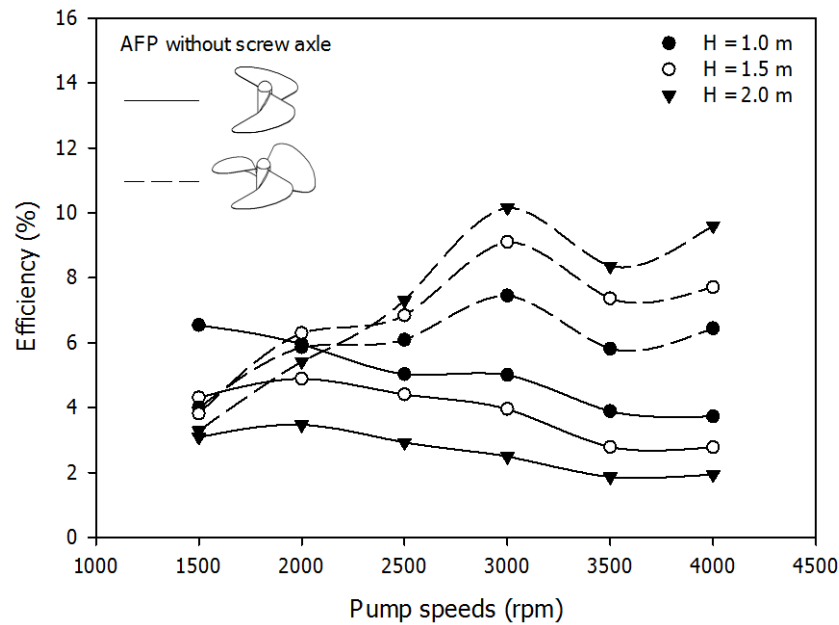
เมื่อพิจารณาถึงอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ($\dot{m}$) ของ AFP2B, AFP3B, AFP2BS, และ AFP3BS ดังรูปที่ 7 และ 8 จะเห็นว่าเมื่อเครื่องสูบน้ำทำงานที่ความเร็วรอบและเสตสูงขึ้น ส่งผลทำให้เครื่องยนต์ต้องการปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง เพิ่มขึ้นตาม โดย AFP3B มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันมากกว่า AFP2B ในทุกๆ ความเร็วรอบ จากรูปที่ 8 เมื่อให้เครื่องสูบน้ำทำงานร่วมกับเพลาสกรู จะเห็นว่า AFP3BS ยังคงมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันมากกว่า AFP2BS ในทุกๆ ความเร็วรอบเช่นเดียวกัน อีกทั้งเมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของเพลาสกรูที่มีต่ออัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน ถึงแม้ว่าเพลาสกรูมีส่วนช่วยเพิ่มอัตราการไหลแต่ในขณะเดียวกันก็ทำให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันมีค่าสูงขึ้นตาม เนื่องจากมีภาระการทำงานที่เพิ่มขึ้น ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากน้ำหนักของตัวเพลาสกรูเองและภาระในการขับเคลื่อนของไหลที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการถ่ายทอดพลังงานของเพลาสกรู [10] โดย AFP3BS และ AFP2BS มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันสูงสุดเป็น 0.52 และ 0.50 kg/hr ที่ 4000 rpm และเสต 2.0 เมตร ในขณะที่ AFP3B และ AFP2B มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันต่ำสุดเป็น 0.14 และ 0.13 kg/hr ที่ 1500 rpm และเสต 1.0 เมตร ตามลำดับ



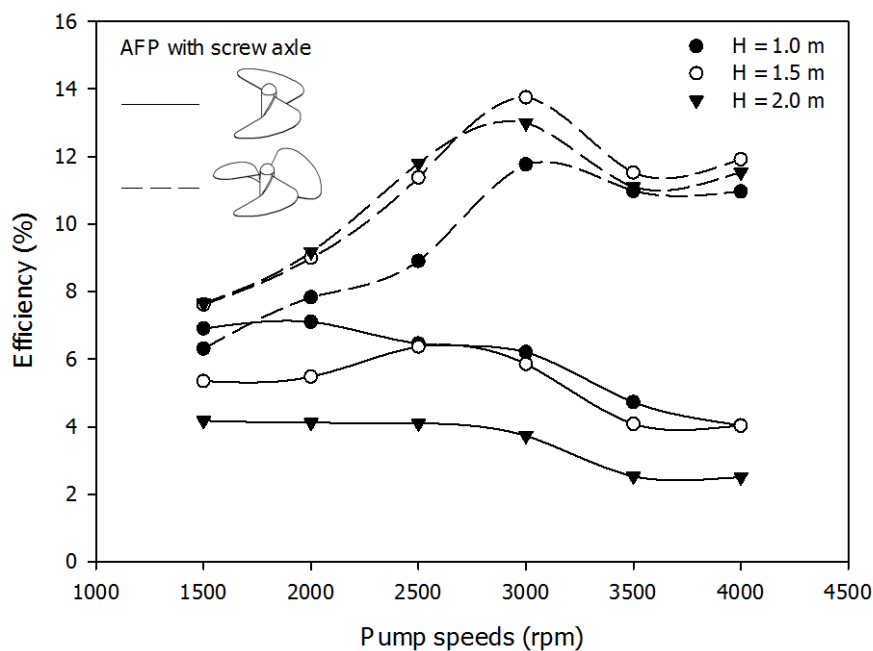
รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันและความเร็วรอบของ AFP2BS และ AFP3BS

เมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำ (Efficiency of pumping system, η_{sys}) ของ AFP2B, AFP3B, AFP2BS, และ AFP3BS ที่ความเร็วรอบต่างๆ จากรูปที่ 9 จะเห็นว่า AFP2B และ AFP3B มีขอบเขตการทำงานในช่วงที่มีประสิทธิภาพสูงแตกต่างกัน โดย AFP2B ค่อนข้างที่จะมีประสิทธิภาพสูงที่ความเร็วรอบต่ำในช่วง 1500 – 2000 rpm ในขณะที่ AFP3B จะมีประสิทธิภาพสูงในช่วงความเร็วรอบตั้งแต่ 2500 – 3500 rpm โดย AFP2B มีแนวโน้มที่จะให้ประสิทธิภาพสูงกว่า AFP3B ที่ความเร็วรอบต่ำและเสตต่ำ (ความเร็วรอบ 1500 – 2000 rpm และเสต 1.0 เมตร) จากนั้น เมื่อระบบสูบน้ำทำงานที่ความเร็วรอบและเสตสูงขึ้น AFP3B จะมีประสิทธิภาพสูงกว่า AFP2B โดย AFP2B มีประสิทธิภาพสูงสุดเป็นร้อยละ 6.5 ที่ 1500 rpm และเสต 1.0 เมตร ในขณะที่ AFP3B มีประสิทธิภาพสูงสุดเป็นร้อยละ 10.15 ที่ 3000 rpm และเสต 2.0 เมตร ตามลำดับ โดย AFP3B มีประสิทธิภาพเฉลี่ยสูงกว่า AFP2B คิดเป็นร้อยละ 42.15 จากนั้นเมื่อให้เครื่องสูบน้ำทำงานร่วมกับเพลาสกรู จากรูปที่ 10 จะเห็นว่า AFP2BS และ AFP3BS ยังคงมีขอบเขตการทำงานในช่วงที่มีประสิทธิภาพสูงเหมือนกับในกรณีที่ไม่ได้มีเพลาสกรู อีกทั้งเพลาสกรูยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำให้สูงขึ้นเมื่อเทียบกับระบบสูบน้ำเดิมที่ไม่มีเพลาสกรู ซึ่งจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า AFP3BS มีแนวโน้มที่จะให้ประสิทธิภาพสูงกว่า AFP2BS ในทุกๆ ความเร็วรอบ โดย AFP2BS มีประสิทธิภาพสูงสุดเป็นร้อยละ 7.1 ที่ 2000 rpm และเสต 1.0 เมตร ในขณะที่ AFP3BS มีประสิทธิภาพสูงสุดเป็นร้อยละ 13.75 ที่ 3000 rpm และเสต 1.5 เมตร ตามลำดับ โดย AFP3BS มีประสิทธิภาพเฉลี่ยสูงกว่า AFP2BS คิดเป็นร้อยละ 67.14 และระบบสูบน้ำที่ทำงาน

ร่วมกับเพลาสกรูจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้นคิดเป็นร้อยละ 40 - 65 เมื่อเทียบกับระบบสูบน้ำที่ไม่มีเพลาสกรู



รูปที่ 9 ประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำกับความเร็รรอบของ AFP2B และ AFP3B



รูปที่ 10 ประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำกับความเร็รรอบของ AFP2BS และ AFP3BS

5. สรุป

งานวิจัยนี้ ทำการศึกษาทดลองเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างใบพัด 2 และ 3 ครีบของเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกน โดยเทคนิคเพลาสกรู เครื่องสูบน้ำที่นำมาใช้ทดลองเป็นแบบท่อการเกษตรขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 นิ้ว (0.12 เมตร) ยาว 8 ฟุต (3.6 เมตร) ใบพัดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 115 มิลลิเมตร มุม 35 องศา ใช้เครื่องยนต์เบนซิน Honda GX160 ขนาด 5.5 แรงม้าเป็นต้นกำลัง ทำการทดลองที่เฮด 1.0, 1.5, และ 2.0 เมตร ความเร็วรอบในช่วง 1500 – 4000 rpm (เพิ่มขึ้นครั้งละ 500 rpm) ตามลำดับ โดย AFP2B และ AFP3B เป็นเครื่องสูบน้ำแบบใบพัด 2 และ 3 ครีบที่ไม่มีการติดตั้งเพลาสกรู ในขณะที่ AFP2BS และ AFP3BS เป็นเครื่องสูบน้ำแบบใบพัด 2 และ 3 ครีบที่ทำงานร่วมกับเพลาสกรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 85 มิลลิเมตร มีมุมองศาของเพลาสกรู 30 องศา ความยาวรวม 1 เมตร ติดตั้งอยู่ที่กึ่งกลางท่อทางด้านดูด จากผลการทดลองพบว่า

1. ใบพัดแบบ 3 ครีบมีอัตราการไหลและอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันโดยเฉลี่ยสูงกว่าใบพัดแบบ 2 ครีบ ทั้งแบบไม่มีเพลาสกรูและแบบมีเพลาสกรู
2. ใบพัดแบบ 2 ครีบ มีประสิทธิภาพสูงในช่วงความเร็วรอบต่ำและเฮดต่ำ (ความเร็วรอบ 1500 – 2000 rpm และ เฮด 1.0 เมตร) ในขณะที่ ใบพัดแบบ 3 ครีบ จะมีประสิทธิภาพสูงในช่วงความเร็วรอบตั้งแต่ 2500 – 3500 rpm
3. ใบพัดแบบ 3 ครีบมีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยสูงกว่าใบพัดแบบ 2 ครีบ ทั้งแบบไม่มีเพลาสกรูและแบบมีเพลาสกรู คิดเป็นร้อยละ 42.15 และ 67.14 ตามลำดับ
4. ระบบสูบน้ำที่ทำงานร่วมกับเพลาสกรูมีอัตราการไหลและอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันมากกว่าแบบที่ไม่มีเพลาสกรู
5. ระบบสูบน้ำที่ทำงานร่วมกับเพลาสกรูมีประสิทธิภาพสูงขึ้นคิดเป็นร้อยละ 40 – 65 เมื่อเทียบกับระบบสูบน้ำที่ไม่มีเพลาสกรู

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

เอกสารอ้างอิง

- [1] Kaewprakaesaengkul C. (1996). Evaluation and improvement of Thai-made irrigation pumps. Thesis (Ph.D.), Asian Institute of Technology.
- [2] วุฒินันท์ นิธิพงษ์วนิช และ อภิชาติ ชัยสนธิ (2547), การพัฒนาใบพัดท่อสูบน้ำแบบ Axial flow, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- [3] ธนาพล สุขชนะ และ ชัยยันต์ ใจบุญมา (2553), การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกนด้วยเพลาสกรู, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24
- [4] มานพ พิพัฒน์หัตถกุล และ วินัส ทัดเนียม (2556), การเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกนที่มีและไม่มีเพลาสกรู, วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา, 24(3), เมษายน, หน้า 41 – 47
- [5] มานพ พิพัฒน์หัตถกุล และ วินัส ทัดเนียม (2556), ผลกระทบของมุมเพลาสกรูที่มีต่อสมรรถนะของเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกน, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 27
- [6] Xiaorui Cheng and Rennian Li (2012). Parameter equation study for screw centrifugal pump. *Procedia Engineering*, Volume 31, pp. 914–921.
- [7] M.A. El Samanody, Ashraf Ghorab and Mamdoh Aboul Fitoh Mostafa (2014). Investigations on the performance of centrifugal pumps in conjunction with inducers. *Ain Shams Engineering Journal*, Volume 5, Issue 1, March, pp. 149–156.
- [8] Benya Kasantikul (2013). Numerical Simulations of Thai-made Irrigation Pump (Tor-Payanak). *Journal of Science and Technology*, Volume 2, No. 4, pp. 56–65
- [9] Zhai Yazhou, Ma Jinghao, Masaki Mitobe, Soichiro Uehara, Gon Shaoyan, and Akira Sugawara (2013). Comparison of Archimedean screw and normal pump in pumped storage generation combined with wind power generation. *Applied Mechanics and Materials*, Volume 291–294, pp. 439–444

-
- [10] Manop Pipathattakul, Songtam Laosuwan, Manus Sriswat and Witoon Obrom (2015). EFFICIENCY ENHANCEMENT OF THE AXIAL FLOW PUMP BY SCREW AXLE AND COATING. *EIT Research and Development Journal*, Volume 26, Issue 3, July-September, pp. 43-52
- [11] มนัส ศรีสวัสดิ์, วิฑูรย์ อบรม, มานพ พิพัฒน์หัตถกุล และ ทรงธรรม เหล่าสุวรรณ (2558), การวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการติดตั้งเพลาสกรูและเคลือบผิวเครื่องสูบน้ำแบบไหลตามแนวแกน, *IE Network Conference 2015*
- [12] A.T. Sayers. Hydraulic and Compressible Flow Turbo machines. McGraw-Hill, Singapore, 1992, pp. 31-63.