

สมรรถนะ ของระหัดวักน้ำ ทอพีวีซี

บ้านเทิง สุวรรณตระกูล และ กอบสิน ทวีสิน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

บทคัดย่อ

ระหัดวักน้ำทอพีวีซี เป็นระหัดวักน้ำซึ่งได้รับการพัฒนามาจากระหัดไม้และสูบน้ำแบบโซ่ โครงสร้างโดยทั่วไปยังคงโครงสร้างของระหัดไม้ แต่เปลี่ยนรางไม้เป็นทอพีวีซี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 150 มม. และใบถูกระหัดเป็นแผ่นยาง ต่อกำลังที่ใช้ขับระหัดเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าปรับความเร็วรอบได้ แรงบิดเพลาวัดจากแรงบิดปฏิกิริยาที่กระทำบนชุดทดสอบ อุปกรณ์วัดอัตราการไหลเป็นฝ่ายปากสี่เหลี่ยมผืนผ้าสร้างตามมาตรฐาน ของ ไอ เอส โอ ในการทดสอบได้ปรับมุมเอียงของระหัดที่มุม 21.6° , 33° และ 55° ปรับระยะจุมของท้ายระหัด เปลี่ยนค่าความเร็วรอบระหัดและความถี่ของใบระหัด โดยติดใบทุกข้อ ติดใบข้อเว้นข้อ และติดใบข้อเว้น 2 ข้อ

ผลการทดสอบระหัดพีวีซี สามารถส่งน้ำได้ดีทุกคามุมทดสอบโดยมีประสิทธิภาพเชิงปริมาตรสูงถึง 82% ที่มุมเอียง 21.6° และค่าลดลงเป็น 76% ที่มุมเอียง 55° ที่ความเร็วรอบระหัด 60 รอบต่อนาที เมื่อความเร็วรอบระหัดสูงขึ้น ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรจะลดลงเล็กน้อย ผลการทดสอบความถี่ของใบระหัดพบว่า ระหัดที่ติดใบข้อเว้น 2 ข้อ ให้ค่าประสิทธิภาพรวมสูงที่สุดในสภาพการใช้งานปกติ

จากการเปรียบเทียบผลการทดสอบระหัดพีวีซี กับระหัดไม้ พบว่าระหัดพีวีซี มีค่าประสิทธิภาพรวมสูงสุด 61% เมื่อเทียบกับสภาพการทดสอบเดียวกันของระหัดไม้ซึ่งได้ค่าประสิทธิภาพรวมสุดเพียง 40%

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ประชากรส่วนใหญ่ของประเทศประกอบอาชีพทำไร่ ทำนา ทำสวน น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ใช้ในการผลิต ในปัจจุบันพบว่ามีอุปกรณ์สูบน้ำที่ใช้ในทางเกษตรหลายแบบ ได้แก่ เครื่องสูบน้ำแบบทอยโข่ง เครื่องสูบน้ำแบบพญานาค (เครื่องคัมน์) และระหัดวิดน้ำ โดยที่เครื่องสูบน้ำ 2 แบบหลังมีใช้งานมากที่สุด

ระหัดวิดน้ำมีใช้อย่างแพร่หลายทั่วประเทศไทย โดยใช้ในการสูบน้ำเข้านาสวน และนาทุ่ง ระหัดวิดน้ำมีโครงสร้างเกือบทั้งหมดเป็นไม้ ราคาถูก ซ่อมแซมง่าย นอกจากนั้นยังทนต่อการกัดกร่อนได้ดี ปัญหาที่พบที่เกี่ยวข้องกับระหัดวิดน้ำมีอยู่ 2 ประการคือ ประการแรกต้องคอยระวังไม่ให้ใบลูกระหัดแตก เนื่องจากใบลูกระหัดที่หลุดลอยน้ำขนาดใหญ่ เช่นลูกมะพร้าว เป็นต้น ประการที่สองระหัดวิดน้ำไม่สามารถตั้งเอียงทำมุมมากนัก ดังนั้นข้อจำกัดของระหัดที่จะยกน้ำได้สูงมากน้อยแค่ไหนจึงขึ้นอยู่กับความยาวของระหัด ในบางกรณีอาจต้องตั้งระหัด 2 ตัว สลับต่อกันไป

ช่างที่สร้างระหัดและ เกษตรกรได้พยายามแก้ปัญหาประการแรกโดยการใช้อย่างระมัดระวังที่เสียแล้วมาตัดและใช้ เป็นใบลูกระหัด ทำให้ปัญหาเรื่องใบลูกระหัดแตกหมดไป แต่ก็ก่อปัญหาใหม่ขึ้นมาคือใบลูกระหัดยางครูดท้องรางระหัดว่าเป็นร่องในเวลาอันสั้นทั้ง ๆ ที่เมื่อใช้กับใบลูกระหัดที่ทำด้วยไม้ไม่เกิดปัญหาดังกล่าว เหตุผลที่สำคัญคือไม่มี ถ.พ. ต่ำกว่าน้ำจึงลอยตัวขึ้นขณะที่กำลังทำงาน ในขณะที่ยางมี ถ.พ. สูงกว่าน้ำ ปัจจุบันจึงพบว่าเกษตรกรกลับมาใช้ใบลูกระหัดไม้อีกครั้งหลังจากไปลองใช้ใบลูกระหัดยางเป็นระยะเวลาหนึ่ง [1]

ปัญหาที่ไม่สามารถตั้งระหัดเอียงได้มากนักเป็นเพราะสภาพทรงรูปร่างของระหัดซึ่งเป็นรางเปิด มุมสูงสุดที่ใช้กันในทางปฏิบัติประมาณ 35° [2] การแก้ปัญหาทำได้โดยการใช้ท่อแทนรางเปิดซึ่งทำให้รูปร่างคล้ายกับปั๊มแบบลูกโซ่ (Chain Pump) เรียกว่าระหัดท่อ หน่วยงานที่ทำการพัฒนาระหัดท่อที่สำคัญได้แก่ การพลังงานแห่งชาติ, VITA (Volunteer in Technical Assistance) - Asia Regional Field Office [3, 4, 5] เป็นต้น

ระหัดท่อ เป็นระหัดที่พัฒนาขึ้นเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับระหัดรางไม้ รูปแบบที่พัฒนาขึ้นในแต่ละหน่วยงานอาจแตกต่างกันไปยกเว้นท่อที่พบว่าใช้ท่อ พี วี ซี กันทุกหน่วยงาน ถึงแม้จะมีระหัดท่อใช้งานในสนามบ้างแล้วก็ตามผู้วิจัยยังไม่พบว่ามีผู้ใดทำการทดสอบสมรรถนะ ของระหัดท่อแต่

อย่างไร ดังนั้นงานวิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ที่จะทำการทดสอบหาสมรรถนะของระหัดทอที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้น ในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และเรียกระหัดทอที่ได้ออกแบบ

2. รายละเอียดของระหัดทอที่ได้ออกแบบ

ระหัดทอที่ได้ออกแบบขึ้นได้พัฒนาจากระหัดทอแบบธรรมดา ซึ่งแสดงในรูปแบบที่ 1 และ 2 ระหัดทอที่ได้ออกแบบขึ้นได้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 150 มิลลิเมตร ทอมีความหนา 8.5 มิลลิเมตร ปลายทอแต่ละด้านเชื่อมต่อกันตลอด 200 มิลลิเมตร \times 150 มิลลิเมตร ซึ่งทำมาจากท่อ ความยาวรวมของระหัดทอที่ได้ออกแบบขึ้นได้ 3.2 เมตร ระหัดทอที่ได้ออกแบบขึ้นได้ได้รับการติดตั้งบนรางไม้ (สำหรับงานวิจัยนี้ไม่ได้ติดรางไม้ออกจึงต้องวางระหัดทอที่ได้ออกแบบขึ้นได้ในช่องของรางไม้) ตำแหน่งของจุดศูนย์กลางของระหัดทอที่ได้ออกแบบขึ้นได้ห่างจากตำแหน่งเดิมไป 0.5 เมตร ใบลูกระหัดซึ่งทำด้วยไม้ถูกเปลี่ยนเป็นใบยาวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 146 มิลลิเมตร ส่วนประกอบอื่นนอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้วเป็นของเดิมทั้งสิ้น ขนาดของชิ้นส่วนของระหัดที่ทำการทดสอบแสดงไว้ในตารางที่ 1

ในการทดสอบระหัดจะกล่าวถึงค่าเฉพาะที่ใช้กับการทดสอบระหัดที่สำคัญมีดังนี้คือ (ดูรูปที่ 3 ประกอบ)

ก. ระยะยกน้ำ (h) หมายถึงระยะที่วัดในแนวตั้งจากระดับน้ำจนถึงระดับปากทางออกของท่อ

ข. มุมเอียงของระหัด (θ) คือมุมที่ท่อ ทำกับระดับผิวน้ำ

ค. เพอร์เซ็นต์การจม (s) คือระยะที่วัดตามแนวตั้งจากขอบล่างของท่อ ทำกับระดับผิวน้ำ (h) ทหารด้วยระยะที่วัดตามแนวตั้งจากขอบล่างของท่อ ทำกับขอบบนของท่อ ทำกับระดับผิวน้ำ (a) และคิดตัวเลขเป็นเปอร์เซ็นต์ ตำแหน่งที่เปอร์เซ็นต์การจมเป็นศูนย์อยู่ที่ตำแหน่งขอบล่างของท่อ ทำกับระดับผิวน้ำ

จากรูปที่ 3

$$\text{เปอร์เซ็นต์การจม } s = 100 \frac{h}{a} = \frac{100h}{D \cos \theta} \quad (1)$$

เมื่อ D คือเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ ทำกับระดับผิวน้ำ

θ คือมุมเอียงของระหัด

3. อุปกรณ์ใช้ทดสอบ

- ก. ระหัดวัดน้ำ พีวีซีที่ใช้ในการทดสอบมีข้อมูลดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 2 และตารางที่ 1
- ข. ตนกำลังขั้วระหัด เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3 แรงม้าชนิดที่ปรับความเร็วรอบได้ ส่งถ่ายกำลังผ่านชุดสายพานและชุดเฟืองทดสอบที่มีอัตราทด 19.76
- ค. ไทนาโมมิเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่สร้างเพิ่มเติมบนชุดเฟืองทดสอบแบบ Planetary เพื่อให้สามารถวัดแรงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นบนชุดเฟืองทดสอบ ไทนาโมมิเตอร์นี้ได้รับการสอบเทียบกับเบรคแบบลอสสายพาน
- ง. เครื่องวัดรอบ เป็นแบบดิจิทัลสามารถวัดความเร็วรอบได้โดยมีค่าผิดพลาด ± 1 รอบต่อนาที อุปกรณ์วัดความเร็วรอบวัดที่ความเร็วรอบของเพลาก่อนเข้าชุดเฟืองทดสอบ
- จ. อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของน้ำ เป็นฝ่ายแบบปากสี่เหลี่ยมผืนผ้าสร้างตามมาตรฐาน ISO 1438/1-1980 (E)[6]
- ฉ. สระน้ำ สระน้ำมีอยู่ 2 สระคือสระใหญ่เป็นสระน้ำที่รับน้ำจากเครื่องสูบน้ำเพื่อป้อนให้หน้ากับระหัดวัดน้ำมีพื้นที่ผิวน้ำ 21.19 ตารางเมตร สระเล็กเป็นสระที่รับน้ำจากอุปกรณ์วัดอัตราการไหลของน้ำ เครื่องสูบน้ำจะสูบน้ำจากสระเล็กป้อนให้กับสระใหญ่พื้นที่ผิวของสระเล็กมีขนาด 7.656 ตารางเมตร น้ำในสระใหญ่สามารถควบคุมให้มีระดับคงที่ได้ด้วยประตูน้ำขนาดความกว้าง 400 มิลลิเมตร สูง 400 มิลลิเมตร

รูปที่ 3 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ที่ทำการทดสอบ เมื่อทดสอบระหัดวัดน้ำท่อ พีวีซี ที่มุมเอียง 21.6 และ 33 องศา เมื่อทำการทดสอบระหัดที่มุมเอียง 50° ได้ขยายระหัดมาติดตั้งที่สระเล็ก เมื่อวัดอัตราการไหลแล้วไหลปล่อยตกกลับไปในสระ เดิม

4. ขั้นตอนการทดสอบ

ในการทดสอบได้กำหนดตัวแปรในการทดสอบดังนี้

- ก. รักษาระยะยกน้ำให้คงที่โดยมีค่าเป็น 1.2, 1.5 และ 2.2 เมตร ตามลำดับ (คิดเป็นมุมเอียงของระหัด 21.6, 33 และ 50 องศาตามลำดับเมื่อเปอร์เซ็นต์การจมเป็น 100% ทำการทดสอบโดยเปลี่ยนค่าเปอร์เซ็นต์การจมด้วยการเปลี่ยนค่ามุมเอียงของระหัด

- ข. การรักษามุมเอียงของระหัดให้คงที่ และมีค่าเป็น 21.6, 33 และ 50 องศาตามลำดับ ทำการทดสอบโดยเปลี่ยนค่าเปอร์เซ็นต์การจมโดยการปรับระดับน้ำในสระน้ำ
- ค. ทำการทดสอบตามข้อ ก และ ข ซ้ำแต่เปลี่ยนจำนวนในลูกระหัดเป็น 3 แบบดังนี้
- (1) คิดใบลูกระหัดทุกข้อลูกระหัดเรียกว่าระหัดแบบ-11*
 - (2) คิดใบลูกระหัด บนข้อลูกระหัดข้อเว้นข้อ เรียกการทดสอบว่า ระหัดแบบ-10
 - (3) คิดใบลูกระหัดบนข้อลูกระหัดข้อเว้น 2 ข้อ เรียกการทดสอบว่า ระหัดแบบ

- 100

5. ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบระหัดวิดน้ำ ท่อ พีวีซี ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4-8 สำหรับ รูปที่ 8 ได้แสดงข้อมูลการทดสอบระหัดวิดน้ำ พีวีซีกับระหัดวิดน้ำรางเปิด

ผลการทดสอบระหัดวิดน้ำ พีวีซี เมื่อมีมุมเอียงของระหัด 50° และมีค่าเปอร์เซ็นต์การจม 100% ในรูปที่ 4 ก. พบว่าอัตราการไหล (เชิงปริมาตร) แปรผันโดยตรงกับความเร็วยรอบของระหัด อัตราการไหลของระหัดทั้ง 3 แบบ ต่างกันไม่มากนักแต่เป็นที่น่าสังเกตว่าที่ความเร็วรอบต่ำ ๆ ระหัดแบบ -11 จะให้อัตราการไหลสูงที่สุดรองลงมาเป็นระหัด แบบ-10 ระหัดแบบ-100 ให้อัตราการไหลต่ำสุดเมื่อความเร็วรอบของระหัดสูงขึ้นอัตราการไหลของระหัดทั้ง 3 แบบ จะใกล้เคียงกัน ที่ความเร็วรอบ 70 รอบต่อนาทีพบว่าอัตราการไหลมากที่สุดเป็นระหัดแบบ -100 แทน รูปที่ 4 ข. ซึ่งเป็นประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของระหัดมีลักษณะสอดคล้องกับรูปที่ 4 ก. กราฟแสดงค่าประสิทธิภาพรวมของระหัดซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 4 ค. พบว่าระหัดแบบ -100 ให้อัตราการไหลรวมต่ำกว่าระหัดแบบอื่นที่ความเร็วรอบระหัดต่ำ แต่ที่ความเร็วรอบ 50 รอบต่อนาทีขึ้นไป ระหัดแบบนี้จะให้ประสิทธิภาพรวมสูงกว่าแบบอื่น

รูปที่ 8 ซึ่งเป็นข้อมูลทดสอบระหัด พีวีซี ที่มีมุมเอียงระหัด 21.6° เทียบกับระหัดวิดน้ำรางเปิดก็ให้ผลการทดสอบสอดคล้องกับผลการทดสอบที่มีมุมเอียงของระหัด 50° ในรูปที่ 4

การทดสอบผลของเปอร์เซ็นต์การจมของระหัดวิดน้ำ พีวีซี เมื่อระหัดวางมุมเอียงคงที่ 50° ได้ผลการทดสอบในรูปที่ 5 จากการทดสอบพบว่า ระหัดนี้สามารถเริ่มทำงานได้ถึงแม้ว่า

* หมายเหตุ : ตัวเลข 1 ในชื่อย่อหมายถึงข้อลูกระหัดที่มีใบและตัวเลข 0 หมายถึงข้อลูกระหัดที่ไม่มีใบ

เปอร์เซ็นต์การจมน้อยกว่า 0% อัตราการไหลของน้ำเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบและเปอร์เซ็นต์การจมน ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรในรูปที่ 5 ข. มีลักษณะสอดคล้องกับรูปที่ 5 ก. ประสิทธิภาพรวมของระหัด มีค่าสูงขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้น เมื่อได้ค่าสูงสุดแล้วพบว่าประสิทธิภาพค่อย ๆ ลดต่ำลงเมื่อความเร็วรอบระหัดเพิ่มขึ้นไปอีก

รูปที่ 6 เป็นข้อมูลที่มีประโยชน์มากในทางปฏิบัติ เนื่องจากในการใช้งานมักเดินเครื่องให้ระหัดหมุนอยู่ที่ความเร็วรอบ 60-70 รอบต่อนาที มุมเอียงของระหัดเมื่อตั้งไว้แล้วก็มักจะตั้งไว้เช่นนั้น ดังนั้น หากระดับน้ำในลำคลองที่กำลังสูบน้ำอยู่นั้น เปลี่ยนแปลงไปก็ย่อมมีผลให้เปอร์เซ็นต์การจมนเปลี่ยนค่าไปด้วย ในการวิจัยนี้ให้ทำการเปลี่ยนค่าจมนอยู่ในน้ำถึง 600% ซึ่งคิดเป็นระยะที่ขอบ ของปลายล่างท่อ พีวีซี อยู่ต่ำกว่าระดับน้ำประมาณ 0.6 เมตร จากผลการทดสอบพบว่าระหัดแบบ-100 ให้อัตราการไหลของน้ำมากกว่าระหัดแบบอื่น เกือบทุกเปอร์เซ็นต์การจมน ยกเว้นเปอร์เซ็นต์การจมนที่ต่ำกว่าศูนย์ อัตราการไหลของน้ำมีค่าเกือบคงที่เมื่อเปอร์เซ็นต์การจมนมีค่าตั้งแต่ 40% เป็นต้นไป ประสิทธิภาพของระหัดมีค่าสูงเมื่อเปอร์เซ็นต์การจมนมีค่าประมาณ -40 ถึง 0 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าลดลงเมื่อเปอร์เซ็นต์การจมนเพิ่มมากขึ้น ประสิทธิภาพรวมของระหัดแบบ-100 มีค่าสูงกว่าระหัดแบบอื่น เมื่อเปอร์เซ็นต์การจมนมีค่ามากกว่าศูนย์

ในการศึกษาผลของการปรับมุมเอียงของระหัด ให้นำผลการทดสอบที่มุมเอียง 21.6, 33 และ 50 องศา มาพล็อตเทียบกับกัน เมื่อเปอร์เซ็นต์การจมนเป็น 100% และแสดงในรูปที่ 7 ผลการทดสอบพบว่าเมื่อมุมของระหัดเอียงมากขึ้นจะมีผลให้อัตราการไหลของน้ำและประสิทธิภาพเชิงปริมาตร และประสิทธิภาพรวมมีค่าต่ำลงเล็กน้อย

การเปรียบเทียบผลการทดสอบระหัดวิดน้ำแบบ พีวีซี กับ ระหัดวิดน้ำแบบรางเปิดซึ่งระหัดแบบหลังได้รับการทดสอบโดยสุรพล [7] ระหัดวิดน้ำแบบ พีวีซี มีพื้นที่หน้าตัดท่อ 0.01767 ตารางเมตร ส่วนระหัดวิดน้ำแบบรางเปิดมีพื้นที่หน้าตัดราง 0.044 ตารางเมตร ดังนั้นอัตราส่วนของพื้นที่หน้าตัดของท่อต่อรางมีค่า 1 : 2.49 ผลการทดสอบได้แสดงไว้ในรูปที่ 8 ข้อมูลระหัดวิดน้ำแบบรางเปิดได้นำมาเขียนร่วมด้วยมี 2 ตำแหน่งคือที่เปอร์เซ็นต์การจมน 100% และ 50% ตำแหน่งที่เปอร์เซ็นต์การจมน 50% เป็นค่าที่ให้ประสิทธิภาพรวมสูงสุดของระหัดรางเปิด ส่วนข้อมูลระหัดวิดน้ำท่อ พีวีซี เป็นข้อมูลระหัดเมื่อเปอร์เซ็นต์การจมนเป็น 100% จากรูปที่ 8 ก. พบว่าระหัดวิดน้ำแบบท่อให้อัตราการไหลน้อยกว่าระหัดวิดน้ำรางเปิด ยกเว้นเมื่อความเร็วรอบระหัดต่ำมาก อย่างไรก็ตามรูปที่ 8 ก. ไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้ชัดเจนนัก เพราะจะขนาดพื้นที่หน้าตัดของระหัดทั้งสองต่างกันมาก

รูปที่ 8 ข. เป็นรูปแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของระหัดทั้งสอง แกนประสิทธิภาพเชิงปริมาตรได้แสดงไว้เป็น 2 แกน แกนด้านซ้ายมือเป็นประสิทธิภาพเชิงปริมาตร ซึ่งปริมาตรทางทฤษฎีคิดเป็นปริมาตรเต็มราง ส่วนประสิทธิภาพทางด้านขวามือเป็นประสิทธิภาพเชิงปริมาตร ซึ่งปริมาตรทางทฤษฎีได้หักเอาปริมาตรที่ล้นออกจากระหัดเนื่องจากความเอียงออกตามวิธีการคำนวณของ สุรพล[7] จากข้อมูลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของระหัดทั้งสองแบบ พบว่าประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของระหัดชนิดน้ำ ท่อ พีวีซี มีค่าสูงกว่าเกือบเท่าตัว นอกจากนี้ยังมีค่าสูงถึง 80% ตลอดช่วงการใช้งานปกติ ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพรวมพบว่าประสิทธิภาพรวมของระหัดชนิดน้ำท่อ พีวีซี ให้ค่าสูงกว่าระหัดชนิดน้ำรางเปิดประมาณ 20% และมีค่าสูงกว่า 50% ตลอดช่วงการใช้งาน

6. อภิปรายและสรุปผล

จากผลการทดสอบระหัดพบว่าระหัดชนิดน้ำ ท่อพีวีซี สามารถใช้งานแทนระหัดรางเปิดได้เป็นอย่างดี ปัญหาที่เกิดขึ้นกับระหัดรางเปิดได้รับการแก้ไข ประสิทธิภาพรวม ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรดีกว่าระหัดชนิดน้ำรางเปิดทุกช่วงการใช้งาน ขณะที่เขียนรายงานการวิจัยนี้ ระหัดชนิดน้ำท่อพีวีซี ได้รับความใช้งานอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานกว่า 5 เดือนโดยไม่มีปัญหาใด ๆ เกิดขึ้น

กิติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณกิติวรรณ ศรีงามผ่อง คุณประติษฐ์ แสงวิมาน และคุณบุญญิตี สีสม ที่ได้ให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ คุณสมศักดิ์ เรืองสันติกรกุล ช่างเทคนิคประจำโครงการ ได้ช่วยทำการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องโดยตลอด งานวิจัยนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานพลังงานแห่งชาติ ภายใต้โครงการการประเมินทางเทคนิคและ เศรษฐกิจของกังหันลมในประเทศไทย ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ. โอกาสนี้ด้วย

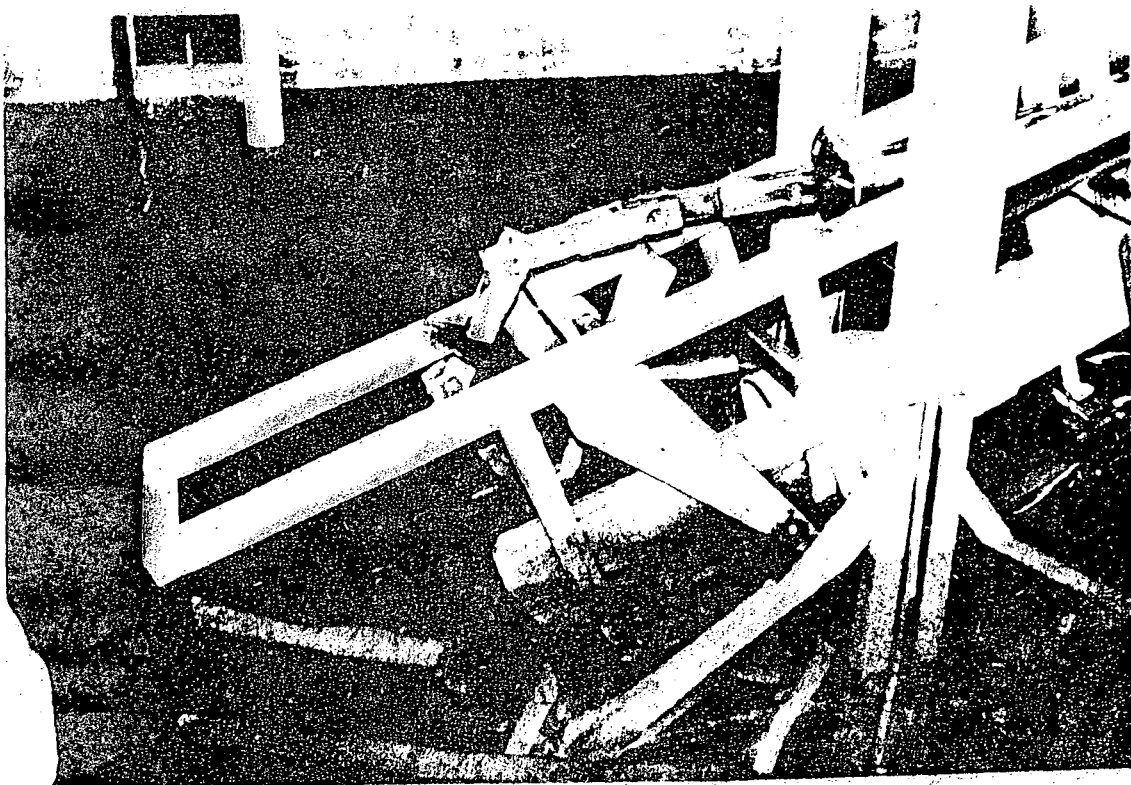
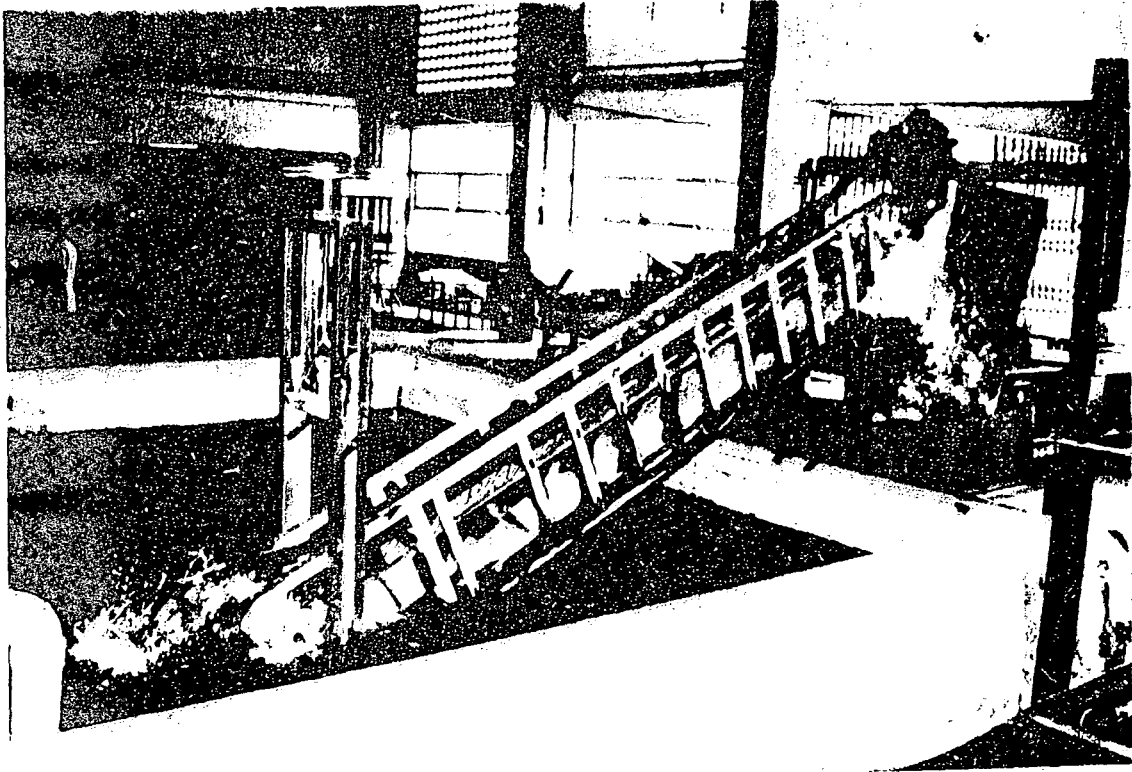
เอกสารอ้างอิง

1. บทสัมภาษณ์คุณกิติวรรณ ศรีงามพ่อง เกษตรกรตำบลกาหลง จังหวัดสมุทรสาคร พศ.2529.
2. บทสัมภาษณ์คุณประติษฐ์ แสงวิมาน ลูกจ้างประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พศ.2528.
3. Renewable Sources of Energy Volume III , Wind Energy , ESCAP , United Nation , 1981.
4. Nijhoff, W., Performance Testing of a Windmill - Pump System, Renewable Energy Review Journal, Volume 6, Number 1, June 1984.
5. บทสัมภาษณ์คุณบัญญัติ สีสม อดีตผู้อำนวยการโครงการ Asia Regional Field office, พศ.2529.
6. International Standard, Water Flow Measurement in Open Channels using Weirs and Venturi Flume, ISO 1438/1 - 1980(E) .
7. สุรพล สุภารัตน์, การทดสอบสมรรถนะของระหัดวิดน้ำ วิทยานิพนธ์ระดับประกาศนียบัตรบัณฑิต คณะพลังงานและวัสดุ พศ.2529.

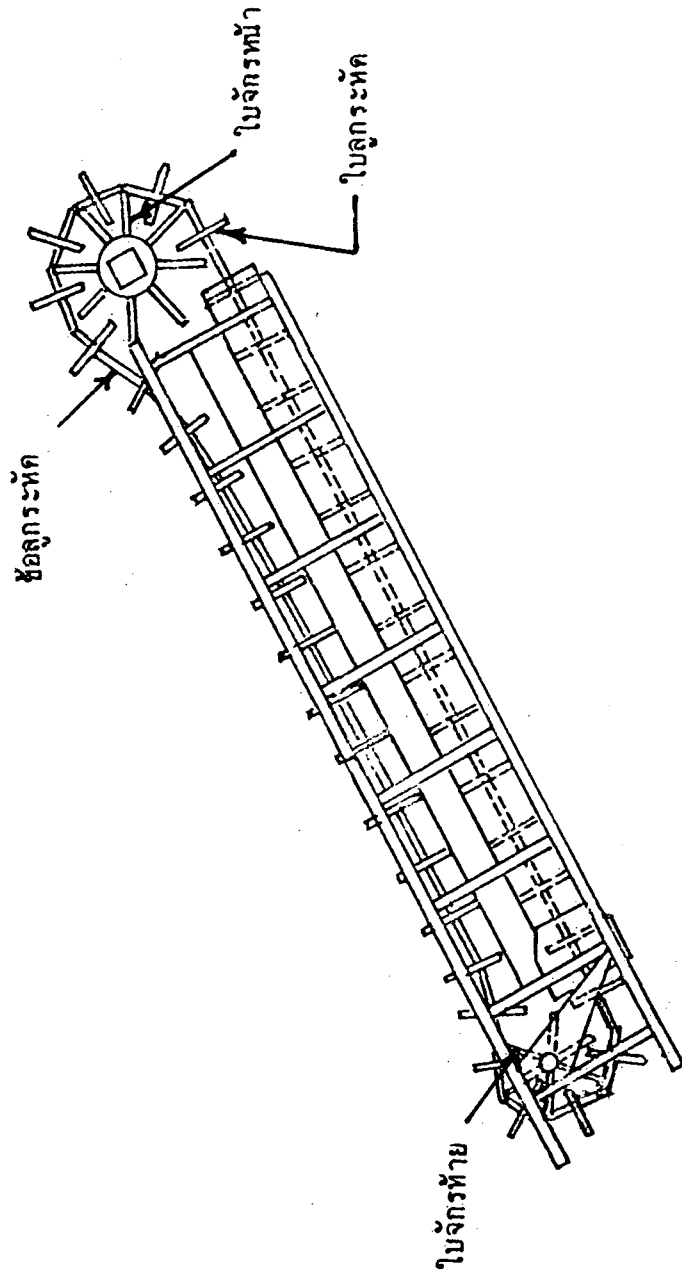
ตารางที่ 1

ข้อมูลทางเทคนิคของระหัดวิกน้ำ ท่อพีวีซี

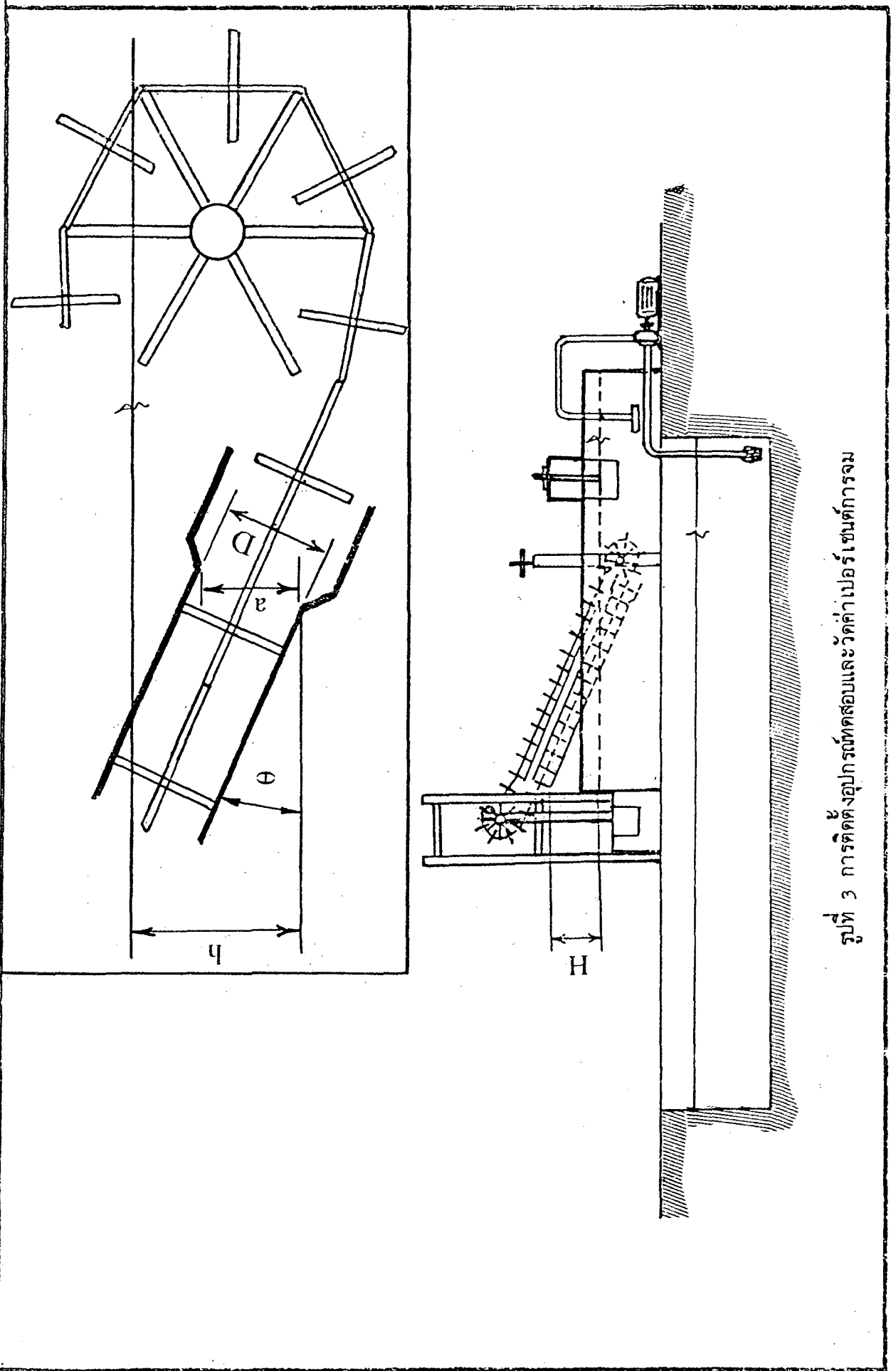
1. ความยาวรวมของท่อพีวีซี	3.20	เมตร
2. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อพีวีซี	150	ม.ม.
3. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใบลูกระหัด (ทำด้วยยาง)	144	ม.ม.
4. ระยะข้อลูกระหัด (ก้ามปู)	200	ม.ม.
5. จำนวนใบจักรหน้า	8	ใบ
6. จำนวนใบจักรท้าย	6	ใบ
7. ปริมาตรของข้อลูกระหัด	0.22	ลิตร/ชั้น
8. ปริมาตรของใบลูกระหัดยาง	0.128	ลิตร/ชั้น
9. ปริมาตรของใบลูกระหัดไม้	0.35	ลิตร/ชั้น



รูปที่ 1 ระหัดวิดน้ำที่ออฟฟิศ วิ ซี ขณะติดตั้งทำการทดสอบ

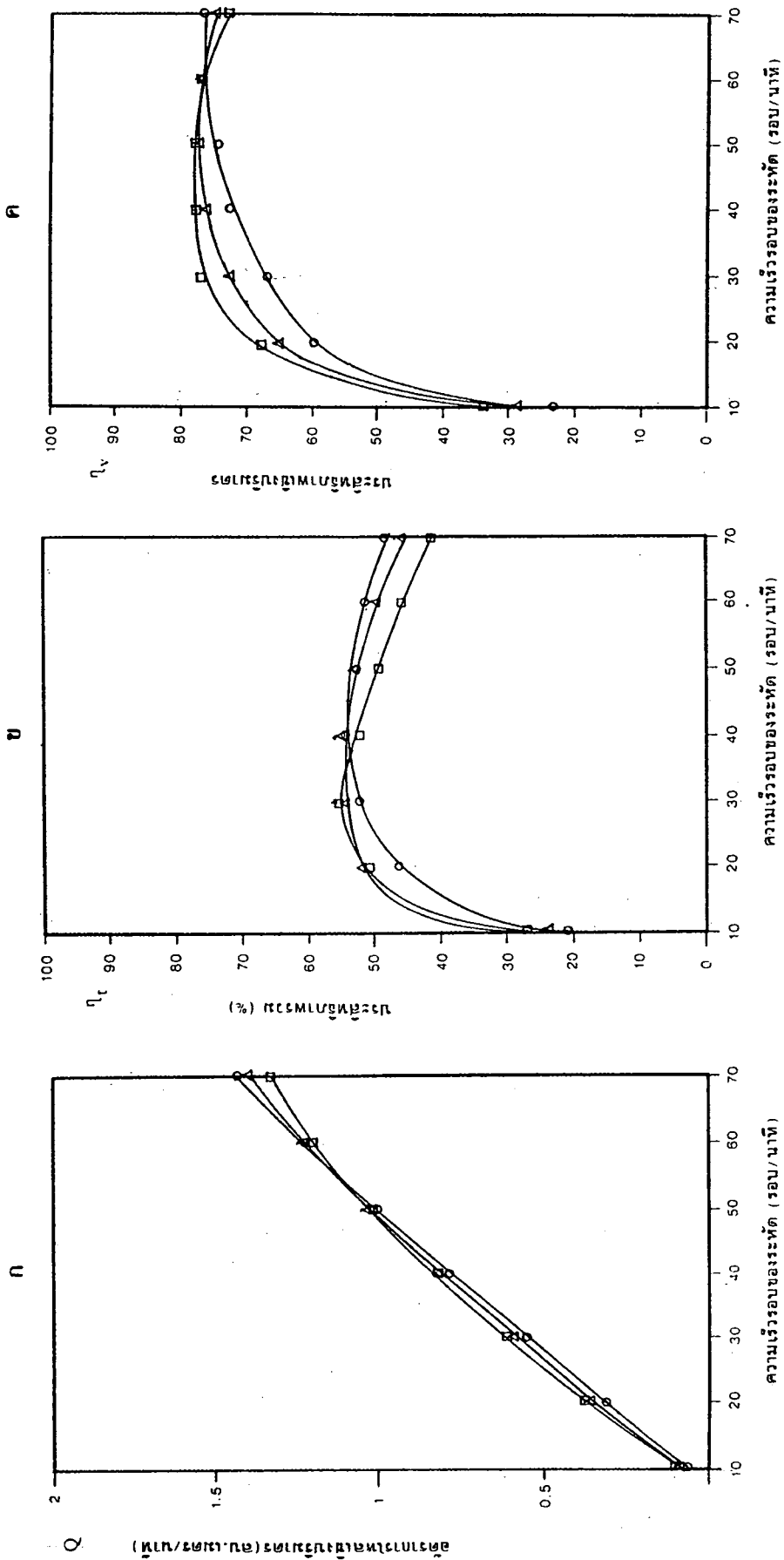


รูปที่ 2 ระหัดวิดน้ำท่อ พี วี ซี

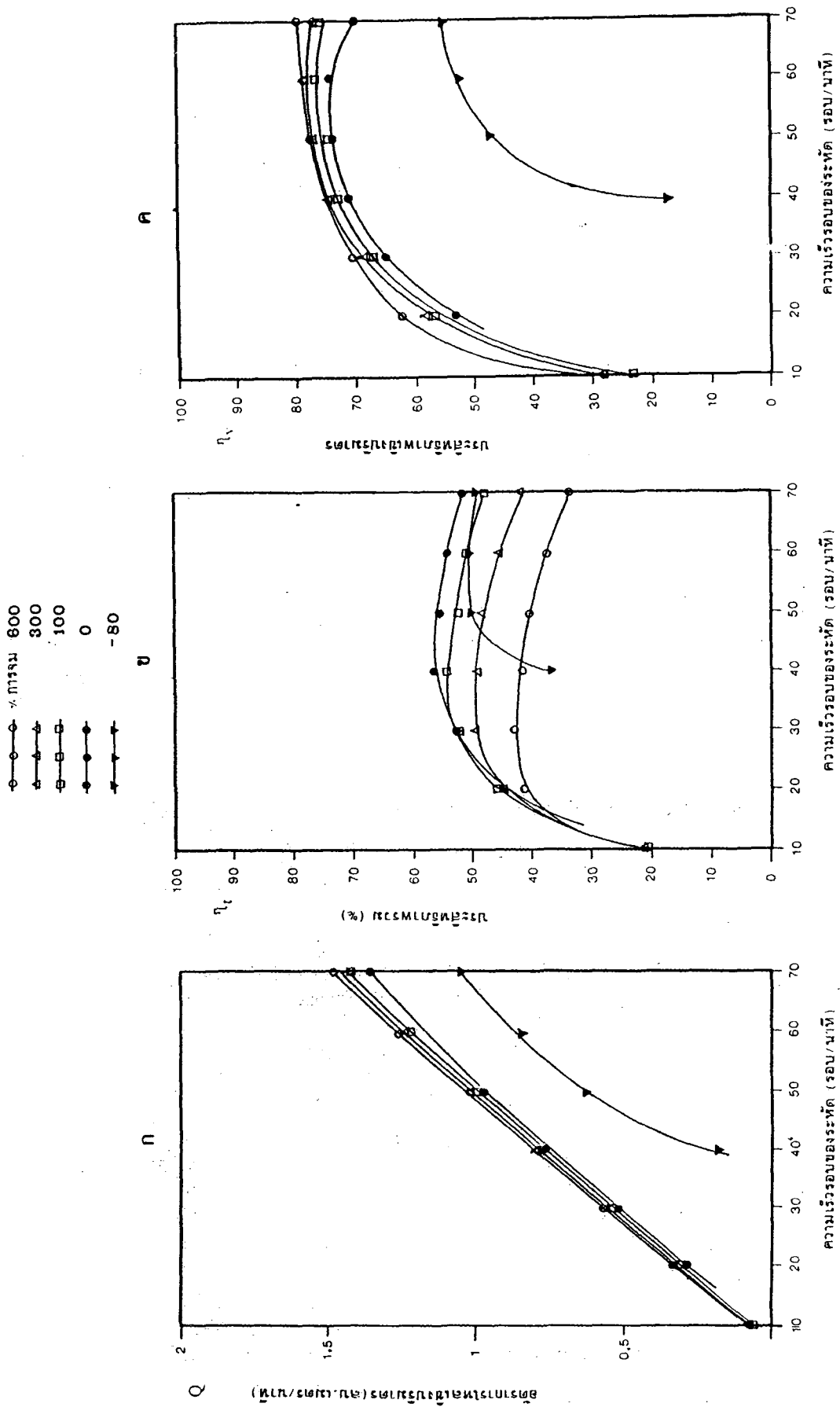


รูปที่ 3 การติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบและวัดค่าเบอร์เซนติการจุม

□-□-□ อัตราพัดวีแบบ: 11
 ▲-▲-▲ : 10
 ○-○-○ : 100

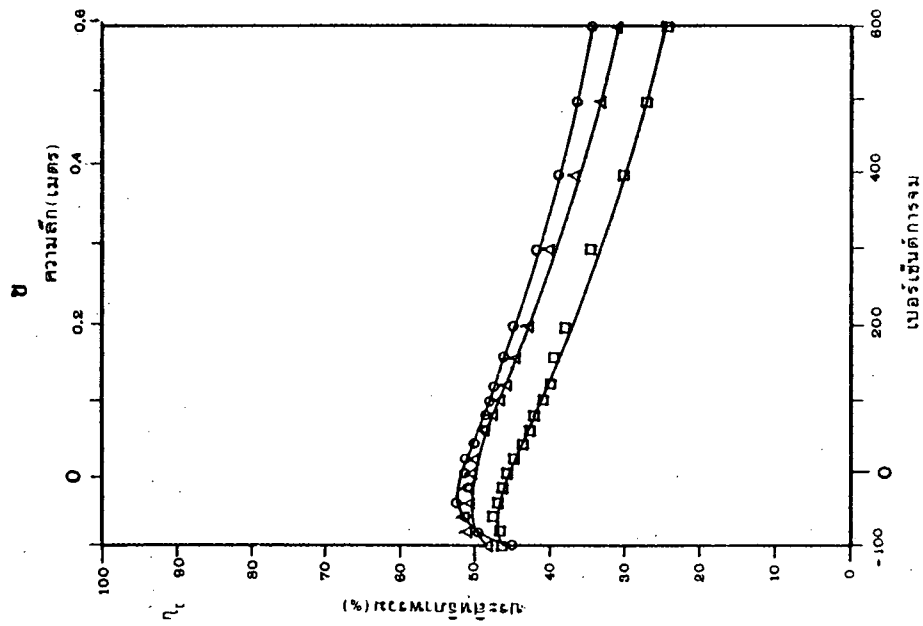
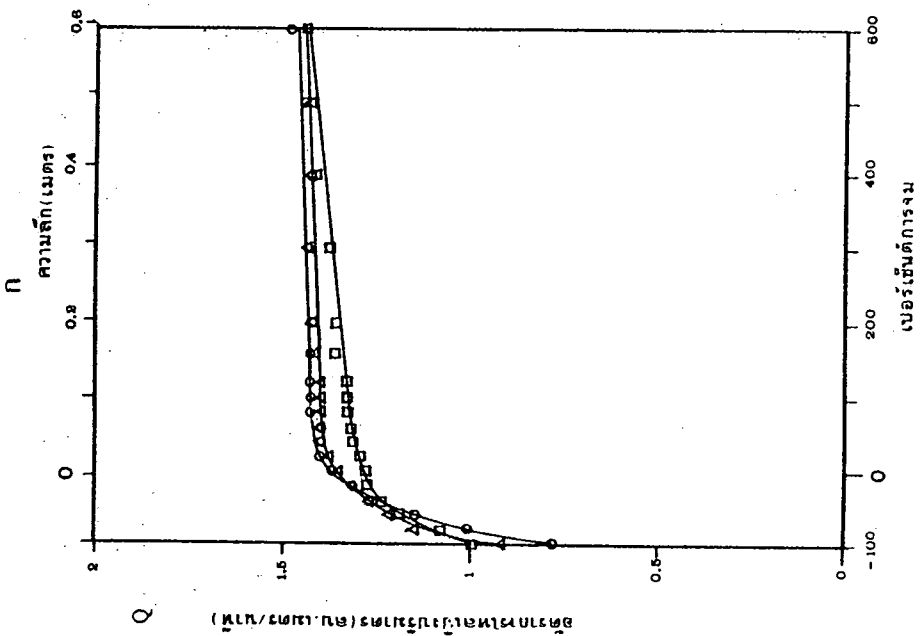


รูปที่ 4 ผลการทดสอบพัดวีหน้า พี วี ซี เมอเมเยิงพัด 50°



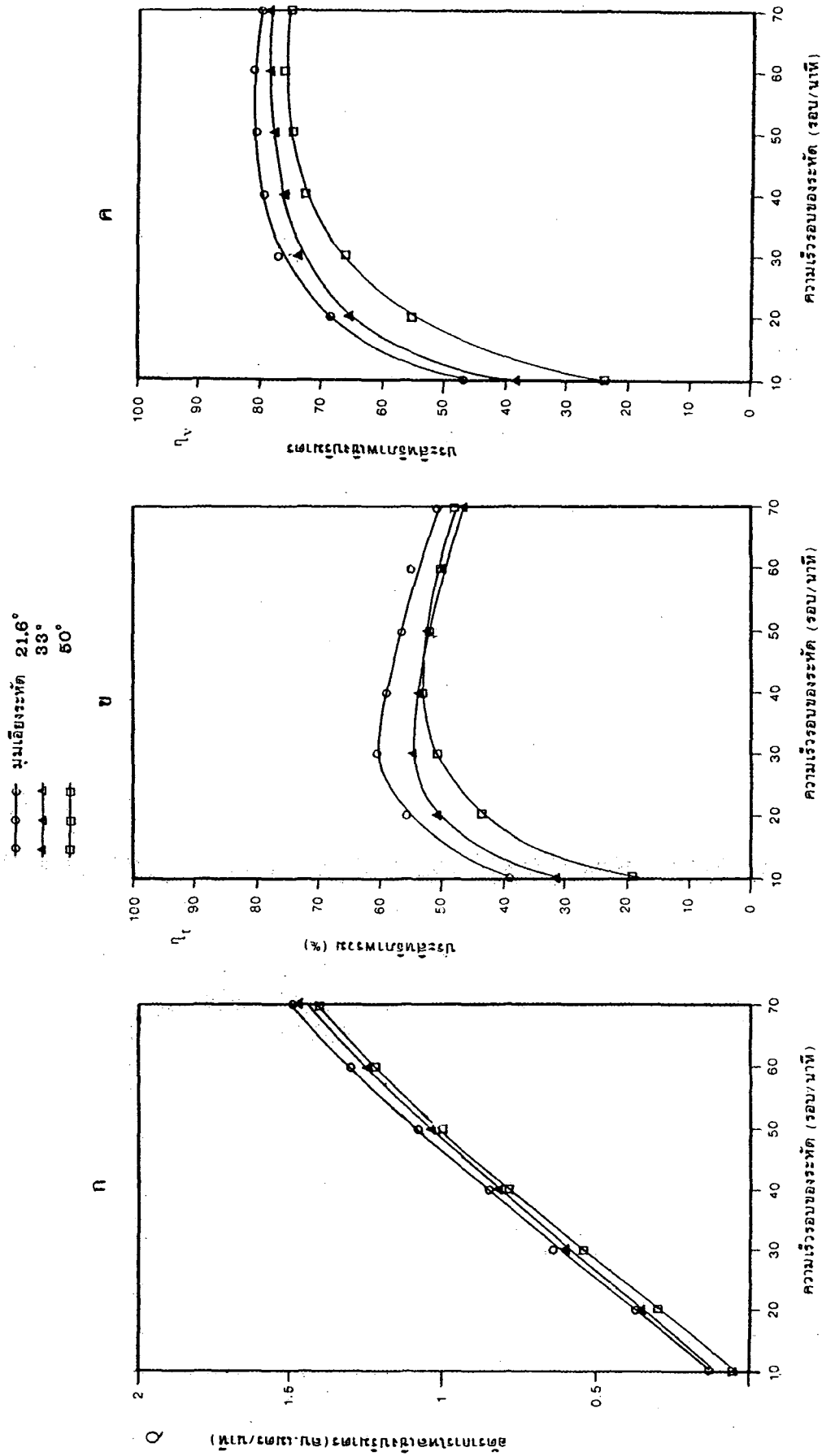
รูปที่ 5 ผลการทดสอบระหัดวิดน้ำ พี วี ซี แบบ 100 เมื่อเปลี่ยนค่าเปอร์เซ็นต์การรวมของระหัด

□-□-□ ระเบิด พิธี แบบ: 11
 △-△-△ : 10
 ○-○-○ : 100

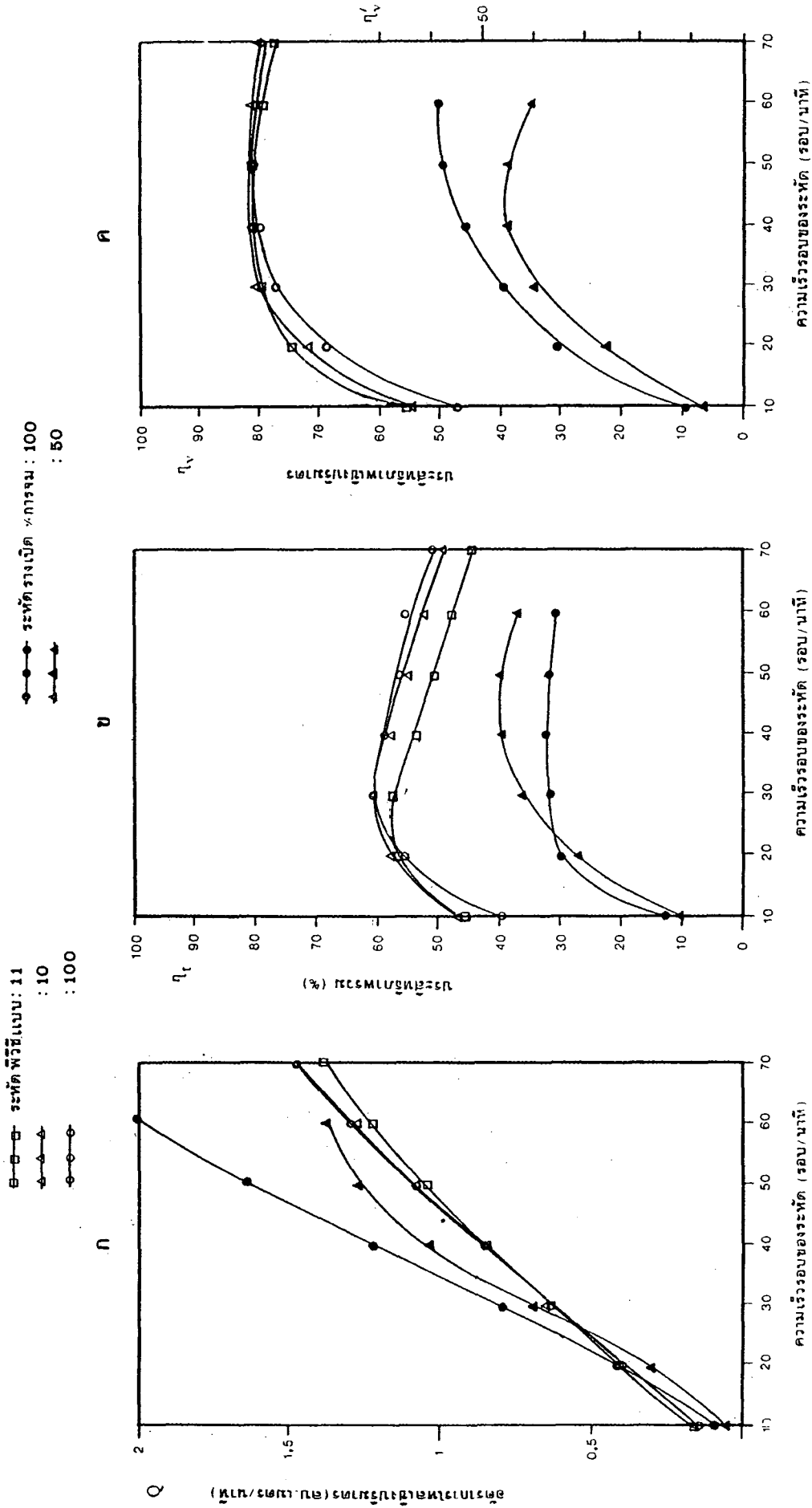


รูปที่ 6 ผลการทดสอบระเบิดหัวน้ำ พี ซี ซี ที่มุมยิงระหัด 50° และ ความเร็ว

รอบระหัด 70 รอบต่อ นาที



รูปที่ 7 ผลการทดสอบที่ความถี่ 100 ไซเคิลต่อวินาที ที่ 21.6 องศาเซลเซียส 33 องศาเซลเซียส และ 50 องศาเซลเซียส สำหรับโพลีบูตาไดเอนที่เชื่อมขวาง 100% เมื่อเปลี่ยนแปลงค่ามุมเฟส



รูปที่ 8 ผลการทดสอบระหัดวิดน้ำ พี วี ซี และระหัดรางเปิด เมื่อมุมเอียงระหัด 21.6°
(ระหัดวิดน้ำ พี วี ซี มีเปอร์เซนต์การจมน 100 %)