

การพัฒนาระบบควบคุมเครื่องเติมอากาศแบบอัตโนมัติในบ่อเลี้ยงปลานิล

Development of Automatic Aerator Control System in Nile Tilapia Fish Pond

ศิริวรรณ ทามุ¹, ชวารอจ ไจสิน^{1*}, ธงชัย มณีชูเกตุ¹, นรินทร์ ปิ่นแก้ว¹

Siriwan Thamnu¹, Chawaroj Jaisin^{1*}, Thongchai Maneechukate¹, Narin pinkeaw¹

¹สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงานทดแทน วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่, 50290

¹School of Renewable Energy, Maejo University, Chiang Mai, 50290, Thailand

*Corresponding author: Tel: 089-1536823. E-mail address: chawaroj@mju.ac.th, njaisin@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบควบคุมเครื่องเติมอากาศแบบอัตโนมัติในบ่อเลี้ยงปลานิล และเพื่อวิเคราะห์ผลประหยัดทางพลังงาน กรณีศึกษาการใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐานร่วมกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบเติมอากาศ การพัฒนาระบบควบคุมการเติมอากาศแบบอัตโนมัติ อาศัยค่าปริมาณออกซิเจนในน้ำจากระบบตรวจวัดออกซิเจนแบบหุ่นยนต์ มาเป็นเงื่อนไขในการตัดสินใจเปิดหรือปิดระบบเครื่องเติมอากาศในบ่อเลี้ยงปลานิล ขณะที่การวิเคราะห์เพื่อหาผลประหยัดทางพลังงาน สามารถแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ช่วงเวลา คือ กลางวันและกลางคืน โดยช่วงเวลากลางวันจะพิจารณาการใช้พลังงานของระบบเติมอากาศ ตั้งแต่เวลา 6:01-18:00 น. ซึ่งมีการวิเคราะห์การใช้พลังงานทั้งจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐานและระบบเซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกัน ส่วนช่วงเวลากลางคืนจะพิจารณาการใช้พลังงานของระบบเติมอากาศตั้งแต่เวลา 18:01-6:00 น. โดยมีการวิเคราะห์การใช้พลังงานจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐานที่ทำงานร่วมกับระบบควบคุมเครื่องเติมอากาศแบบอัตโนมัติ การทดสอบมีขึ้นในเดือน พฤศจิกายน 2560 ผลการทดสอบพบว่า ระบบควบคุมการเติมอากาศแบบอัตโนมัติสามารถควบคุมการเปิดหรือปิดตามเงื่อนไขของเจ้าของบ่อเลี้ยงปลาหรือมีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำน้อยกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ขณะที่ผลประหยัดทางพลังงาน สามารถลดการใช้พลังงานของระบบเติมอากาศในช่วงเวลากลางวันลงได้เฉลี่ย 38.98 เปอร์เซ็นต์ และในช่วงเวลากลางคืนลงได้เฉลี่ย 18.93 เปอร์เซ็นต์ คำสำคัญ: ระบบควบคุมเครื่องเติมอากาศอัตโนมัติ, แหล่งจ่ายพลังงานร่วม, บ่อเลี้ยงปลานิล

Abstract

This research aim to develop an automatic fish pond aerator system and to analyze the energy saving on the study case of using a hybrid source (electric utility and solar cell system) for supplying energy to fish pond aerator system. The automatic fish pond aerator system uses dissolved oxygen (DO) sensor which installed on dissolved oxygen level measuring with floatation device to make a decision between turnings on or off the fish pond aerator system. While, analyzing the energy saving is divided into 2 parts. The first part is analyzing the energy saving of the fish pond aerator system on day time (6:01 a.m.-6:00 p.m.) and second part is analyzing the energy saving of the fish pond aerator system on night time (6:01 p.m.-6:00 a.m.). The energy consumption between electric utility and solar cell system is analyzed on the former while only one source (electric utility) working with automatic aerator control system is analyzed on the latter. The data are recorded on November 2017. The results show that automatic fish pond aerator system works by conditional instructions or DO is lower than 3 mg/liter. The energy saving is decreased by 38.98% on the day time and 18.93% on the night time, respectively.

Keywords: Automatic aerator control system, hybrid power source, Nile tilapia fish pond

1 บทนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยถือว่าเป็นประเทศแห่งการเกษตรกรรม ซึ่งเกษตรกรมีการเลี้ยงปลากันอย่างแพร่หลาย อาจจะเลี้ยงในเชิงพาณิชย์หรือเลี้ยงไว้เพื่อบริโภคภายในครัวเรือน และปัจจัยในการเลี้ยงปลานั้นขึ้นอยู่กับหลายๆ อย่าง เพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตที่ดีมีคุณภาพ โดยปริมาณออกซิเจนในน้ำนั้นถือว่าเป็น

ปัจจัยสำคัญอย่างมากที่บ่งบอกถึงคุณภาพของแหล่งน้ำ ในกรณีบ่อเลี้ยงปลาที่มีปริมาณออกซิเจนที่น้อยจะส่งผลให้สารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำมีปริมาณสูงและทำให้ค่าการละลายของออกซิเจนในน้ำมีปริมาณลดลง และในที่สุดจะทำให้เกิดสภาวะที่ไร้ออกซิเจน จึงส่งผลเสียต่อปลาหรือสัตว์ต่างๆ ที่อยู่ในน้ำทำให้อยู่ในสภาวะที่ขาดออกซิเจนและตายในที่สุด ดังนั้นจำเป็นต้องเติมออกซิเจนใน

บ่อเลี้ยงปลาตลอดทั้งวัน (อรรถัย, 2545) และ (เฉลิมเกียรติ และ กฤษณะ, 2558)

การเติมออกซิเจนในบ่อเลี้ยงปลาตลอดทั้งวัน โดยการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นแหล่งจ่ายให้กับเครื่องเติมอากาศเพียงอย่างเดียววันส่งผลให้เกษตรกรเสียค่าใช้จ่ายสูงในการเลี้ยงปลา จากปัญหาดังกล่าว มีหลายๆ งานวิจัย (Agus et al.(2013), (Chonmapat et al.(2016), (Igb et al.(1993), and (Mohammad et al.(2016) ได้นำหลักการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อพัฒนาระบบเครื่องเติมอากาศ เช่น ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย และเติมอากาศในบ่อ เป็นต้น

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนากระบวนการควบคุมเครื่องเติมอากาศแบบอัตโนมัติ โดยเครื่องเติมอากาศด้วยระบบ Hybrid inverter น้ำอาศัยค่าปริมาณออกซิเจนในน้ำจากระบบตรวจวัดออกซิเจนแบบหุ่นลอยน้ำ มาเป็นเงื่อนไขในการตัดสินใจเปิดหรือปิดระบบเครื่องเติมอากาศในบ่อเลี้ยงปลานิล รวมถึงการวิเคราะห์ผลประหยัดทางพลังงาน กรณีศึกษาการใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐานร่วมกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบเติมอากาศ

2 อุปกรณ์และวิธีการ

การพัฒนากระบวนการควบคุมการเติมอากาศแบบอัตโนมัติ แบ่งวิธีการดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การพัฒนาระบบควบคุมการเติมอากาศแบบอัตโนมัติ และวิเคราะห์ผลประหยัดทางพลังงาน กรณีศึกษาการใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐานร่วมกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบเติมอากาศ

2.1 การพัฒนาระบบควบคุมการเติมอากาศแบบอัตโนมัติ

ในงานวิจัยได้ออกแบบวงจรควบคุมเปิด-ปิด สำหรับเครื่องเติมอากาศแบบหุ่นลอยน้ำ โดยอาศัยข้อมูลการตรวจวัดปริมาณ

ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) มาเป็นปัจจัยในการสั่งการทำงานของระบบเครื่องเติมอากาศตั้งโต๊ะแกรม Figure 1 ซึ่งสามารถอธิบายดังนี้ คือ มีการรับข้อมูลการตรวจวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจากคลาวด์ จากนั้นข้อมูลที่ได้จะถูกส่งผ่านโมดูลประมวลผล รุ่น ESP8266 เพื่อมาควบคุมการทำงานของเครื่องเติมอากาศ

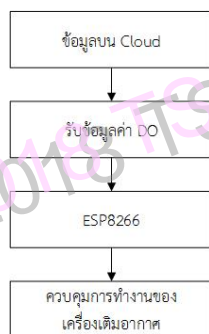


Figure 1 Getting dissolved oxygen (DO) from cloud server to ESP8266.

การควบคุมเครื่องเติมอากาศมีหลักการการทำงาน คือ การทำงานอาศัยออปโตคัปเปอร์ (Optocoupler; OC1) ให้ทำหน้าที่เริ่มนำหรือหยุดนำกระแสให้กับพาวเวอร์รีเลย์ (Power Relay) เมื่อพาวเวอร์รีเลย์เริ่มนำกระแสหน้าสัมผัสของพาวเวอร์รีเลย์จะสลับตำแหน่งของหน้าสัมผัสไปเป็นปกติเปิด (NO) เพื่อต่อวงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์ 3 เฟส หรือทำหน้าที่แทนอุปกรณ์ Start button ในการเชื่อมต่อวงจร โดยเมื่อวงจรถูกเชื่อมต่อทำให้คอยล์ของคอนแทคเตอร์ (C1) ได้รับการกระตุ้นจากแหล่งจ่ายไฟ จนเกิดการเหนี่ยวนำและเชื่อมต่อหน้าสัมผัสของคอนแทคเตอร์ (K1) เพื่อเป็นสะพานไฟให้แหล่งจ่ายไฟจาก 3 Phase solar hybrid inverter สามารถจ่ายไฟฟ้าที่ผลิตได้ ผ่านไปยังมอเตอร์ 3 เฟส (M1) เพื่อขับเคลื่อนกังหันปั่นน้ำเติมอากาศของบ่อเลี้ยงปลาได้ ดังแสดงใน Figure 2 หากต้องการหยุดการทำงานของมอเตอร์ 3 เฟส ก็ให้หยุดจ่ายสัญญาณควบคุมไปยังออปโตคัปเปอร์ ซึ่งเมื่อออปโตคัปเปอร์ขาดสัญญาณควบคุม จะทำให้พาวเวอร์รีเลย์หยุดนำกระแส หน้าสัมผัสของพาวเวอร์รีเลย์จะคืนตำแหน่งของหน้าสัมผัสปกติปิด (NC) แทนทำให้คอยล์ของคอนแทคเตอร์หยุดการเหนี่ยวนำ ส่งผลให้หน้าสัมผัสของคอนแทคเตอร์ขาดออกจากกัน วงจรควบคุมมอเตอร์ 3 เฟสจึงถูกตัดการทำงาน

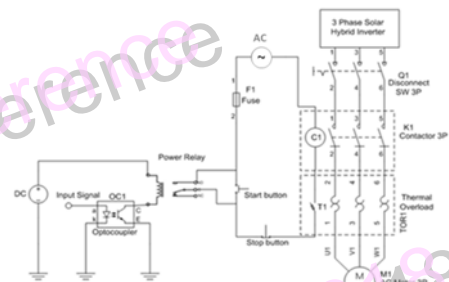


Figure 2 Diagram of control circuit of the automatic aerator control system.

2.2 การวิเคราะห์ผลประหยัดทางพลังงาน กรณีศึกษาการใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐานร่วมกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบเติมอากาศ

ในงานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์ผลประหยัดทางพลังงาน ซึ่งแบ่งการวิเคราะห์ผลประหยัดออกเป็น 2 ช่วงเวลา คือ กลางวันและกลางคืน ดังแสดงบล็อกไดอะแกรม Figure 3 โดยช่วงกลางวันจะพิจารณาการใช้พลังงานของระบบเติมอากาศตั้งโต๊ะแกรม 6:01-18:00 น. ซึ่งมีการวิเคราะห์การใช้พลังงานทั้งจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐานและระบบเซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกัน ส่วนช่วงกลางคืนจะพิจารณาการใช้พลังงานของระบบเติมอากาศตั้งโต๊ะแกรม 18:01-6:00 น. โดยมีการวิเคราะห์การใช้พลังงานจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐาน ที่ทำงานร่วมกับระบบควบคุมเครื่องเติมอากาศแบบอัตโนมัติ การทดสอบมีขึ้นในเดือน พฤศจิกายน 2560 รวมเป็นระยะ 10 วัน

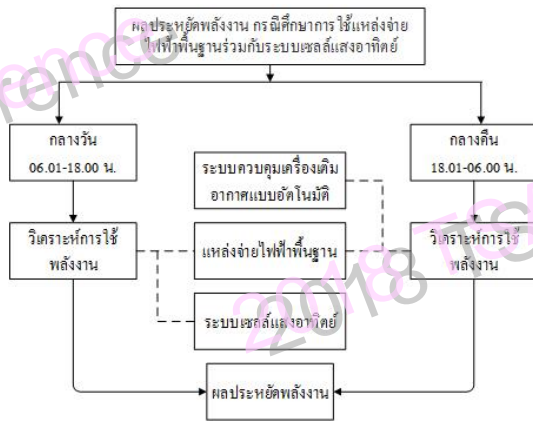


Figure 3 Block diagram of energy saving.

3 ผลและวิจารณ์

3.1 ผลการพัฒนาาระบบควบคุมการเติมอากาศแบบอัตโนมัติ

ผลการพัฒนาาระบบควบคุมการเติมอากาศแบบอัตโนมัติสำหรับบ่อเลี้ยงปลานิลแสดงผลดัง Figure 4 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

หมายเลข 1 หน้าจอแสดงการวัดปริมาณทางไฟฟ้าของระบบ

หมายเลข 2 แสดงสถานะการทำงานของระบบ

หมายเลข 3 สวิตช์ปุ่มกด ON (Manual)

หมายเลข 4 สวิตช์ปุ่มกด OFF (Manual)

หมายเลข 5 แมกเนติกคอนแทคเตอร์ ทำหน้าที่เป็นสวิตซ์ตัดต่อวงจรไฟฟ้า เพื่อเปิด-ปิดหน้าสัมผัส (Contact) ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าช่วยในการเปิด-ปิดหน้าสัมผัส ในการตัด-ต่อวงจรไฟฟ้า เช่น เปิด-ปิด การทำงานของมอเตอร์

หมายเลข 6 เตาสลับปลั๊กไฟ 220VAC

หมายเลข 7 Terminal block เชื่อมต่อไปยังแมกเนติกคอนแทคเตอร์และเอาท์พุทภายนอก

หมายเลข 8 NodeMCU ESP8266 เชื่อมต่อ WiFi

หมายเลข 9 Power Relay ทำหน้าที่เหมือนสวิตซ์จ่ายกระแสไฟให้กับสวิตช์ปุ่มเปิดหรือปิด

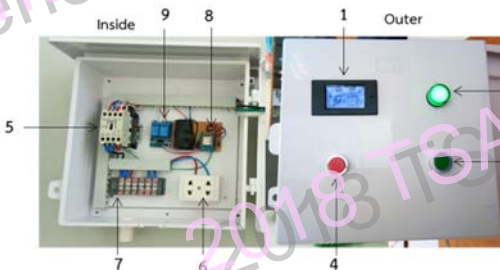


Figure 4 Control box on-off of the automatic aerator control system.

3.2 วิเคราะห์ผลประหยัดทางพลังงาน กรณีศึกษาการใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐานร่วมกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบเติมอากาศ

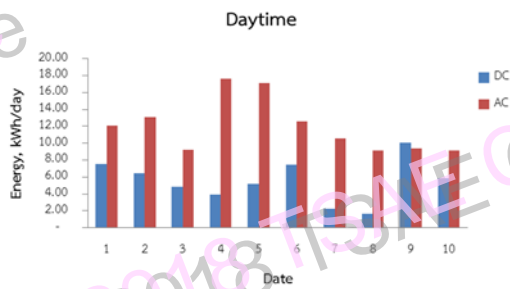
งานวิจัยนี้มีการทดสอบในช่วงเดือน พฤศจิกายน 2560 รวมระยะ 10 วัน โดยแบ่งออกเป็น 2 ช่วงเวลา คือ กลางวันและกลางคืน ช่วงเวลากลางวันจะพิจารณาการใช้พลังงานของระบบเติมอากาศตั้งแต่วันที่ 6:01-18:00 น. และช่วงเวลากลางคืนจะพิจารณาการใช้พลังงานของระบบเติมอากาศตั้งแต่วันที่ 18:01-6:00 น. ดังแสดงผลใน Table 1

Table 1 The energy between solar panels and electric utility and the power from the electric utility works with the automatic aerator control system.

Date	Day time			Night time
	DC (Wh)	AC (Wh)	DCAC Ratio %	AC (Wh)
1	7,546.3	12,067.57	38.47	23,101.54
2	6,464.9	13,082.27	33.07	20,847.71
3	4,851.8	9,248.87	34.41	15,129.44
4	3,912.7	17,607.75	18.18	23,063.21
5	5,142.4	17,128.24	23.09	21,498.32
6	7,419.3	12,610.95	37.04	24,283.45
7	2,208.6	10,526.30	17.34	25,415.84
8	1,668.8	9,132.25	15.45	15,012.22
9	10,085.	9,353.92	51.88	19,012.38
10	5,819.1	9,094.11	39.02	18,755.43

การใช้พลังงานร่วมระหว่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์และไฟฟ้าพื้นฐานในวันที่แดดดี วันที่ไม่มีเมฆบังหรือบังบางส่วน และฝนไม่ตก ดังแสดงผลใน Figure 5(a) และส่วนการใช้พลังงานจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐานที่ทำงานร่วมกับระบบควบคุมเครื่องเติมอากาศแบบอัตโนมัติ ดังแสดงผลใน Figure 5(b)

การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 19 วันที่ 26-27 เมษายน 2561



(a)



(b)

Figure 5 The proportion of energy used in the electrical system daytime (a) and nighttime (b).

จากการทดสอบในช่วงเวลาที่กำหนด พบว่า ผลประหยัดทางพลังงาน ในช่วงเวลากลางวันที่ใช้พลังงานจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐานร่วมกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ สามารถลดการใช้พลังงานของระบบเติมอากาศลงได้เฉลี่ย 38.98 เปอร์เซ็นต์ และในช่วงเวลากลางคืนที่ใช้พลังงานจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐานร่วมกับระบบควบคุมเครื่องเติมอากาศแบบอัตโนมัติ สามารถประหยัดพลังงานของระบบเติมอากาศได้เฉลี่ย 18.93 เปอร์เซ็นต์

4 สรุป

ระบบควบคุมเครื่องเติมอากาศแบบอัตโนมัติในบ่อเลี้ยงปลานิล สามารถควบคุมการเปิดหรือปิดตามเงื่อนไขของเจ้าของบ่อเลี้ยงปลา หรือมีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำน้อยกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร และผลประหยัดทางพลังงานสามารถลดการใช้พลังงานของระบบเติมอากาศในช่วงเวลากลางวันลงได้เฉลี่ย 38.98 เปอร์เซ็นต์ และในช่วงเวลากลางคืนลงได้เฉลี่ย 18.93 เปอร์เซ็นต์

5 กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการศึกษาโครงการผลิตและพัฒนา ศักยภาพบัณฑิตทางด้านพลังงานทดแทนในกลุ่มประเทศอาเซียน สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาของวิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำปีการศึกษา 2559 และขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ภายใต้โครงการการพัฒนาพลังงานทดแทนและการประยุกต์ใช้ ในชุมชนสีเขียว

6 เอกสารอ้างอิง

เฉลิมเกียรติ วงษ์เกษ, สุรียนต์ มุธุสิทธิ์, อติศักดิ์ วงสิงห์, วิรงรอง แสงเดือน. 2558. เครื่องเติมอากาศในน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับบ่อเพาะพันธุ์ปลา. การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทยครั้งที่ 8

ประจำปี 2558, 283-285. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. 4 - 6 พฤศจิกายน 2558, ปทุมธานี.

อารัย ขวกลภาฤทธิ์. 2545. คู่มือการวิเคราะห์หน้าและน้ำเสีย. ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: คณะกรรมการวิชาการ สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สถาบันวิจัยแห่งชาติ.

Agus Setiawan and Ahmad Agus Setiawan. 2013. Community development in solar energy utilization to support fish farming in Sendangarsi village. Energy Procedia 32, 39-46.

Chonmapat Torasa, Patchaak Sannok, Weera Chtithammaporn, Somkiat Korbuakaew and Nichanant Sermisri. 2016. SOLAR ENERGY AERATOR. Proceedings of 55th the IRES International Conference, Seoul, South Korea, 30th-31st December 2016, ISBN: 978-93-86291-71-4.

Igib Prasetyaningsari, Agus Setiawan and Ahmad Agus Setiawan. 2013. Design optimization of solar powered aeration system for fish pond in Sleman Regency, Yogyakarta by HOMER software. Energy Procedia 32, 90-98.

Mohammad Tanveer and Sivakumar Mayilsamy. 2016. A CONCEPTUAL APPROACH FOR DEVELOPMENT OF SOLAR POWERED AERATION SYSTEM IN AQUACULTURE FARMS. International Journal of Science, Environment and Technology, Vol. 5, No 5, 2016, 2921 - 2925.