วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษ
การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5

เครื่องกลเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับแหล่งน้ำสาธารณะ

Solar Powered Aerator for Public Reservior

เฉลิมรัตน์ อ่อนจิตร[1] ธนะศักดิ์ สอนไว[1] สันติพงษ์ ชัยสา[1] และ จักรกฤษณ์ เคลือบวัง[1*]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดตาก 63000

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอต้นแบบเครื่องกลเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับแหล่งน้ำสาธารณะ ส่วนประกอบของต้นแบบประกอบด้วย สามส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนเครื่องกลเติมอากาศแบบเวนจูรี (aerator- venturi type) ส่วนระบบไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ และส่วนโครงสร้างที่ลอยน้ำได้ เครื่องกลเติมอากาศได้รับการดัดแปลงจากโครงมอเตอร์ปั๊มน้ำไฟฟ้าเก่าให้มีทางเข้าน้ำ ทางเข้าอากาศและทางออกที่รวมกันของน้ำกับอากาศเกิดเป็นฟองอากาศที่พ่นออกใต้ผิวน้ำ ระบบไฟฟ้าทำหน้าที่แหล่งพลังงานหลักได้รับพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ผ่านเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 2x120 วัตต์ สะสมไว้ในรูปพลังงานไฟฟ้าที่แบตเตอรรี่แล้วจ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 24 โวลต์ 150 วัตต์ เพื่อทำหน้าที่เป็นต้นกำลังให้กับเครื่องกลเติมอากาศ การทดสอบดำเนินการที่หนองหลวง อำเภอเมือง จังหวัดตาก โดยการเดินเครื่องเติมอากาศเป็นเวลา 30 นาที แล้วเก็บตัวอย่างน้ำทั้งก่อนและหลังการเดินเครื่องไปตรวจสอบพบว่าค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen, DO) สูงขึ้นจาก 0.87 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็น 3.56 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนค่าออกซิเจนที่ใช้สำหรับการย่อยสลายสารอินทรีย์ (biological oxygen demand, BOD) ลดต่ำลงจาก 9.7 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็น 7.2 มิลลิกรัมต่อลิตร จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าต้นแบบเครื่องกลเติมอากาศสามารถช่วยเพิ่มค่า DO และลดค่าในน้ำลดค่า BOD ได้จริง และทำงานได้โดยไม่พึ่งพาแหล่งพลังงานภายนอก

Abstract

This paper presents a prototype of solar powered aerator for public reservoir, which consist of three main parts, first, aerator-venturi type, second, electrical system from solar panels and third, floating structures. The proposed aerator has been adopted from an used electric water pump to have a water inlet, an air inlet and mixture air and water outlet releasing bubbles through under water. Electrical system acting as the core energy resource receives light of solar energy via 2x120 watts solar panels and then accumulating the obtained electric energy to battery. The 24-volt battery will supply power to 150 watt directed current motor for driving the venturi aerator. To archive evaluation, the combined aerator with solar system has been installed at Nong Luang reservoir in Muang, Tak province and has operated for 30 minutes. To collect water samples have been done twice times at before and after operation. The obtained laboratory results show that dissolved oxygen (DO) increased from 0.87 mg/l to 3.56 mg/l and the biological oxygen demand (BOD) decreasee from 9.7 mg/l to 7.2 mg/l. According to the results, it confirms that the proposed solar powered aerator for public reservoir can operate efficiently and independently.

คำสำคัญ : เครื่องกลเติมอากาศ เซลล์แสงอาทิตย์ ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

Keywords : aerator, solar cell and dissolved oxygen

[*]*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ jukkrit_k@rmutl.ac.th โทร. 0 5551 5900 ต่อ 257*

1. บทนำ

น้ำมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ทั้งแง่ของการอุปโภคและบริโภค การอนุรักษ์แหล่งน้ำสาธารณะจึงเป็นหน้าที่ของมนุษย์ทุกคน เพื่อให้มีแหล่งน้ำดิบไว้ผลิตน้ำประปาหรือการแหล่งอาศัยของสัตว์และพืชน้ำให้มีสมดุลทางธรรมชาติอยู่เสมอ ปัจจุบันปัญหาคุณภาพน้ำสาธารณะเน่าเสียพบได้มากขึ้น สาเหตุสำคัญเนื่องจากการขยายตัวของชุมชน ดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำที่สำคัญได้แก่ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, ออนไลน์, 2553) แนวทางแก้ไขปัญหาน้ำเสียเนื่องจากออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำสามารถทำได้ด้วย การเติมออกซิเจน (Oxygenation) หรือการเติมอากาศ (Aeration) ซึ่งถือว่าเป็นหัวใจของระบบบำบัดน้ำเสียเพราะหากระบบบำบัดน้ำเสียขาดออกซิเจน จุลินทรีย์ทั้งหลายก็ไม่สามารถทำงานได้ ถ้ามีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่สูง ระบบก็สามารถบำบัดน้ำได้ดีหรือสามารถรับน้ำเสียได้มากขึ้น ทั้งนี้หมายรวมถึงระบบนิเวศน์ทางน้ำที่เสียสมดุลเนื่องจากปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำกว่าค่ามาตรฐานด้วย ดังนั้นเครื่องกลเติมออกซิเจนหรือเครื่องกลเติมอากาศจึงมีความสำคัญระบบบำบัดน้ำเสียและระบบนิเวศน์ทางน้ำที่เสียสมดุล งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาต้นแบบเครื่องกลเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับแหล่งน้ำสาธารณะ ส่วนของเครื่องกลเติมอากาศอาศัยหลักการทำงานแบบเวนจูรี (มูลนิธิชัยพัฒนา, ออนไลน์, 2555 และ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, ออนไลน์, 2549) และพึ่งพาพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากพลังงานแสงอาทิตย์ผ่านเซลล์แสงอาทิตย์ จึงเป็นงานวิจัยที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำสาธารณะด้วยพลังงานทดแทนซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน์อื่นอีกด้วย

2. วิธีการทดลอง

เครื่องกลเติมอากาศแบบเวนจูรีพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย 3 ส่วน สำคัญได้แก่ ส่วนที่หนึ่งเครื่องกลเติมอากาศแบบเวนจูรี (aerator- venturi type) ส่วนที่สองระบบไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ และส่วนที่สามโครงสร้างที่ลอยน้ำได้ ส่วนที่หนึ่งได้รับการดัดแปลงจากโครงสร้างมอเตอร์ปั๊มน้ำไฟฟ้าเก่าให้มีทางเข้าน้ำ ทางเข้าอากาศและทางออกที่รวมกันของน้ำกับอากาศเกิดเป็นฟองอากาศที่พ่นออกใต้ผิวน้ำ ส่วนที่สองเซลล์แสงอาทิตย์ทำหน้าที่แหล่งพลังงานหลักได้รับพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ผ่านเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 2x120 วัตต์ สะสมไว้ในรูปพลังงานไฟฟ้าที่แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์จำนวน 2 ลูกต่อกันแบบอนุกรม แล้วจ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 24 โวลต์ 150 วัตต์ เพื่อทำหน้าที่เป็นต้นกำลังให้กับเครื่องกลเติมอากาศ เครื่องต้นแบบที่ได้ แสดงดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 ต้นแบบเครื่องกลเติมอากาศแบบเวนจูรีพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับแหล่งน้ำสาธารณะ

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

เพื่อศึกษาผลการทำงานของเครื่องกลเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ต่อความสามารถการเติมอากาศให้กับแหล่งน้ำสาธารณะ ดำเนินการ ณ หนองหลวง ตำบลไม้งาม อำเภอเมือง จังหวัดตาก ซึ่งเป็นแหล่งน้ำสาธารณะใกล้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก เบื้องต้นได้ทดสอบสมรรถนะของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนเครื่องกลเติมอากาศ ระยะเวลาการทดสอบตั้ง 09:00น.-17.00น. แสดงผลการทดสอบดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ณ หนองหลวง ตำบลไม้งาม อำเภอเมือง จังหวัดตาก

เวลา	คุณลักษณะของแผงเซลล์แสงอาทิตย์		
	V_{PV} (โวลต์)	I_{PV} (แอมป์)	P_{PV} (วัตต์)
09:00 น.	36.53	2.44	89.13
10:00 น.	38.05	2.65	100.83
11:00 น.	38.18	3.57	136.30
12:00 น.	38.70	3.72	143.96
13:00 น.	37.90	3.89	147.43
14:00 น.	38.00	4.03	153.14
15:00 น.	37.60	3.62	136.11
16:00 น.	37.40	3.12	116.69
17:00 น.	36.34	2.12	77.04

จากตารางที่ 1 พบว่ากำลังไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์จะสูงสุดช่วงกลางวัน และจะมีค่าลดลงช่วงเช้าและเย็น ทำให้เห็นรูปแบบแนวทางการใช้พลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ได้ว่า ช่วงกลางวันที่มีกำลังไฟฟ้าสูงสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ไฟฟ้าที่เป็นต้นกำลังของเครื่องกลเติมอากาศ ช่วงที่เหลือที่กำลังที่ได้จากแสงอาทิตย์น้อยก็ใช้เก็บสะสมไว้ในแบตเตอรี่ เมื่อแบตเตอรี่เต็ม ก็สามารถนำกำลังไฟฟ้าจากแบตเตอรี่มาจ่ายให้กับเครื่องกลเติมอากาศได้ในยามที่ไม่มีแสงอาทิตย์หรือเมื่อจำเป็น

การทดสอบการทำงานของเครื่องกลเติมอากาศกำหนดให้เครื่องกลเติมอากาศทำงานเป็นเวลา 30 นาที ด้วยแรงดัน 24 โวลต์จากแบตเตอรี่ กินกระแส 2.5 แอมแปร์ แสดงดังรูปที่ 2 แล้วทำการเก็บตัวอย่างน้ำทั้งก่อนและหลังการเดินแสดงดังรูปที่ 3

จากรูปที่ 2 ขณะเครื่องกลเติมอากาสแบบเวนจูรีทำงานสังเกตุว่ามีฟองอากาศผสมกับน้ำนั่นแสดงให้เห็นว่าเครื่องกลเติมอากาศที่เสนอสามารถทำงานได้ตามหน้าที่พื้นฐานของเครื่องกลเติมอากาศ

รูปที่ 2 การทำงานของเครื่องกลเติมอากาศแบบเวนจูรี่

รูปที่ 3 การเก็บตัวอย่างน้ำทั้งก่อนและหลังการเดินเครื่องกลเติมอากาศ

รูปที่ 3 การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจหาค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ DO และ ค่าออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้สำหรับกระบวนการย่อยสลาย BOD ผลการทดสอบตัวอย่างน้ำปรากฏในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบหาค่า BOD และ DO ของตัวอย่างน้ำ

รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ	ก่อนเดินเครื่อง	หลังเดินเครื่อง
BOD	APHA-AWWA, 2005	9.7 mg/l	7.2 mg/l
DO	APHA-AWWA, 2005	0.87 mg/l	3.56 mg/l

ที่มา: (สถาบันบริการตรวจสอบคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2555)

ตาราง 2 แสดงผลการทดสอบของตัวอย่างน้ำที่เก็บก่อนและหลังเดินเครื่องกลเติมอากาศ พบว่าค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำหรือค่า DO ให้ค่าที่สูงขึ้นภายหลังการเดินเครื่องจากเดิม 0.87 mg/l เป็น 3.56 mg/l คิดเป็นร้อยละของการลดลงคือ 309.2 % ซึ่งได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ส่วนค่า BOD ก็มีแนวโน้มที่ลดลงจาก 9.7 mg/l เป็น 7.2 mg/l คิดเป็น 25.8 % ค่ามาตรฐานตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (2537) กำหนดคุณภาพของแหล่งน้ำผิวดิน ซึ่งหนองหลวง ตำบลไม้งาม อำเภอเมือง จังหวัดตาก จัดอยู่ประเภทที่ ๒ ให้มีค่า DO ไม่น้อยกว่า 6 mg/l และค่า BOD ไม่เกิน 1.5 mg/l ถึง ซึ่งทั้งค่า DO และ BOD ของตัวอย่างยังเกินมาตรฐาน แนวทางหนึ่งที่จะช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคือการเพิ่มเวลาการเดินเครื่องเติมอากาศหรือการเพิ่มจำนวนเครื่องกลเติมอากาศให้เพียงพอ

4. สรุป

งานวิจัยนี้สามารถพัฒนาต้นแบบเครื่องกลเติมอากาศแบบเวนจูรีโดยดัดแปลงจากปั๊มน้ำไฟฟ้าเก่า อาศัยการขับจากมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 24 โวลต์ 150 วัตต์ แหล่งพลังงานที่ใช้เป็นแบตเตอร์รี่ซึ่งได้รับพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 150 วัตต์จำนวน 2 แผง การทดสอบเมื่อเดิ□□□รื่องกลเติมอากาศเป็นเวลา 30 นาที ณ หนองหลวง ตำบลไม้งาม อำเภอเมือง จังหวัดตาก พบว่าสามารถให้ผลเป็นที่น่าพอใจ ช่วยเพิ่มค่า DO ถึง กว่า 300% และลดค่า BOD ลงได้ 25% งานวิจัยในอนาคตอาจมุ่งเน้นการพัฒนาทั้งประสิทธิภาพและศักยภาพของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ให้สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้นานมากยิ่งขึ้น เพื่อจะช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำสาธารณะแห่งนี้ กลับสู่ระบบที่สมดุลอีกครั้งหนึ่งได้

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ (HERP-NRU) ตลอดจนมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา สำหรับการสนับสนุนทุนวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2549. **ระบบเติมอากาศแบบเวนจูรี (Venturi Aeration)** [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www2.dede.go.th/bhrd/old/web_display/websemple/Industrial/Bay37VenturiAeration.pdf

มูลนิธิชัยพัฒนา. 2555. **เครื่องกลเติมอากาศแบบอัดอากาศและดูดน้ำ RX-5C** [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.chaipat.or.th/chaipat/index.php/th/publication/mechanical-fill-the-air-rx-5c)

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2553. **ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ ๘ (๒๕๓๗) เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน** [ออนไลน์]. ได้จาก: (URL: http://www.pcd.go.th/download/en_regulation.cfm?task=s3

สถาบันบริการตรวจสอบคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 2555. **รายงานผลการทดสอบหมายเลขที่ 347/55 และ 348/55**