

การเติมออกซิเจนในน้ำด้วยกังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ Increasing Oxygen in Water Using Solar Water Turbines

พรหมพัทธ์ บุญรักษา¹ ชีระพงษ์ บุญรักษา² และบุญเรือง มะรังศรี^{3*}
Promphak Boonraksa¹ Terapong Boonraksa² and Boonruang Marungsri^{3*}

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี กรุงเทพมหานคร 10170

² สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี นครปฐม 73170

³ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 30000

¹School of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Bangkokthonburi University, Bangkok 10170

²School of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology
Rattanakosin, Nakorn Pathom 73170

³School of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Suranaree University of Technology, 30000

*Corresponding author: Tel.: 095 361 1555. E-mail address: promphak.dawan@gmail.com

Received: 20 July 2021, Revised: 20 June 2022, Accepted: 14 July 2022, Published online: 30 August 2022

Abstract

This paper proposed the application of solar energy to generate electricity to drive water turbines in wastewater treatment by aeration of water. The researcher has designed and built a solar-powered water turbine. Using a brushless DC motor (BLDC) 2800 rpm, 350 W, 36 V, 10 A and use the power supply is a polycrystalline solar panel of 260 W, V_{oc} 37.4 V, V_{mp} 30.4 V, I_{sc} 9.11 A, I_{mp} 8.55 A to drive the motor. The experimental test was divided into 2 parts: In the first part, the researcher measured the oxygen concentration in the water before and after installing the solar water turbine. From the results of measuring the oxygen in the water before and after installing the water turbine, it was found that the oxygen in the water When the wastewater treatment turbines were installed for four weeks using a total of 10 turbines, the oxygen value in the water increased by 47 percent. The second step is to calculate the economic value. It was found that the net present value (NPV) was calculated at 257,142.34 baht, and the internal rate of return (IRR) was 28%. The discounted payback period (DPB) of the installation was calculated. 10 solar water turbines, which is 42 months or 3 years and 6 months to pay back, even though the researcher did not take the discount rate and inflation rate into account.

Keywords: Photovoltaic, Dissolved Oxygen, Discounted Payback Period

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อขับเคลื่อนกังหันน้ำ เพื่อทำการบำบัดน้ำเสียด้วยการเติมอากาศให้กับน้ำ คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างกังหันน้ำพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงไร้แปรงถ่าน (BLDC) จำนวนรอบ 2800 รอบ, ขนาด 350 W, 36 V, 10 A และใช้แหล่งจ่ายพลังงานเป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ขนาด 260 W, V_{oc} 37.4 V, V_{mp} 30.4 V, I_{sc} 9.11 A และ I_{mp} 8.55 A เป็นแหล่งจ่ายพลังงานในการขับเคลื่อนมอเตอร์ ทำการทดสอบโดยการทดลองจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หนึ่ง

ผู้วิจัยได้ทำการวัดความเข้มข้นของออกซิเจนในน้ำก่อนและหลังทำการติดตั้งกังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ จากผลการวัดค่าออกซิเจนในน้ำก่อนและหลังติดตั้งกังหันน้ำพบว่าค่าออกซิเจนในน้ำ เมื่อทำการติดตั้งกังหันน้ำบำบัดน้ำเสียเป็นเวลา 4 สัปดาห์ใช้กังหันน้ำทั้งหมด 10 ตัว พบว่า ค่าออกซิเจนในน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นเป็นเปอร์เซ็นต์ 47% และ สอง ทำการคำนวณความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ พบว่าคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) ได้ 257,142.34 บาท อัตราผลตอบแทนคิดลด (Internal Rate of Return: IRR) อยู่ที่ 28 % การคำนวณระยะเวลาคืนทุน (Discounted Payback Period: DPB) ของการติดตั้งกังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์จำนวน 10 เครื่อง คือ 42 เดือน หรือ 3 ปี 6 เดือน ถึงจะคืนทุนทั้งที่ผู้วิจัยไม่นำ อัตราคิดลด และอัตราเงินเฟ้อมาคิดรวมด้วย

คำสำคัญ: แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ,ค่าออกซิเจนในน้ำ,ระยะเวลาคืนทุน

บทนำ

น้ำ เป็นปัจจัยที่สำคัญในการดำรงชีวิตมนุษย์ ที่ใช้ในการอุปโภคบริโภคในชีวิตประจำวัน และน้ำยังมีบทบาทสูงในการรังสรรค์อารยธรรมความมั่นคงและมั่งคั่งของสังคม มนุษย์ชาติได้ประโยชน์ มหาศาลจากทรัพยากรน้ำมาโดยตลอด แต่ในปัจจุบันปัญหาการเกิดมลพิษทางน้ำ ยังคงมีความรุนแรงขึ้นทุกขณะ เนื่องจากผู้ใช้น้ำส่วนใหญ่ขาดความรู้และจิตสำนึกรับผิดชอบต่อปัญหาที่เกิดขึ้น[1] มลพิษจากน้ำเสียเป็นภัยคุกคามต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตในน้ำที่อาศัยอยู่ในน้ำเพิ่มมากขึ้น ทั้งแม่น้ำ ลำคลอง และทะเล ถ้าคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ใหญ่ที่สุดของมลพิษชายฝั่งทั่วโลก[2]ทั่วโลกประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ของน้ำเสีย ซึ่งรวมถึงสิ่งปฏิกูลของมนุษย์ที่ถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมโดยไม่ได้รับการบำบัดปล่อยสารปนเปื้อนที่เป็นอันตรายจำนวนมากลงสู่มหาสมุทรและก่อให้เกิดอันตรายโดยตรงต่อผู้คนและสิ่งมีชีวิตในน้ำที่อาศัยอยู่ในน้ำ[3] อัตราการเกิดน้ำเสียต่อคนต่อวันของประเทศไทยแสดงดังตารางที่ 1 [4]

ตารางที่ 1 อัตราการเกิดน้ำเสียต่อคนต่อวัน [4]

ภาค	อัตราการเกิดน้ำเสีย (ลิตร/คน-วัน)					
	2536	2540	2545	2550	2555	2560
กลาง	160-214	165-242	170-288	176-342	183-406	189-482
เหนือ	183	200	225	252	282	316
ตะวันออกเฉียงเหนือ	200-253	216-263	239-277	264-291	291-306	318-322
ใต้	171	195	204	226	249	275

การบำบัดน้ำเสียจึงเป็นวิธีที่สำคัญที่ถูกนำมาใช้เพื่อทำการบำบัด/ปรับปรุงน้ำเสีย และลดความสกปรกของน้ำก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปจะใช้วิธีการบำบัด เช่น การเพิ่มปริมาณออกซิเจนโดยการเติมอากาศเพื่อให้แบคทีเรียย่อยสลายของเสียในน้ำเสีย หรือการใช้สารเคมีตกตะกอนสีและสารแขวนลอยในน้ำเสีย การใช้แรงเหวี่ยงเพื่อเร่งการตกตะกอนของแข็ง เป็นต้น[5-7] ในงานวิจัยนี้เลือกการบำบัดน้ำเสียโดยวิธีการเติมอากาศให้กับน้ำ โดยใช้กังหันตีน้ำเพื่อเพิ่มออกซิเจนทำให้น้ำเสียมีคุณภาพกลับมาเป็นน้ำดี อีกครั้งหนึ่ง แต่กังหันน้ำที่มีใช้ในปัจจุบันส่วนมาก จะขับเคลื่อนมอเตอร์ด้วยระบบไฟฟ้า จากบ้านเรือนหรืออาคาร ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายด้านภาระค่าไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น

พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียนที่ใช้แล้วเกิดขึ้นใหม่ได้ตาม ธรรมชาติ เป็นพลังงานที่สะอาด ปราศจากมลพิษ และเป็นพลังงานที่มีศักยภาพสูง ในการใช้พลังงานแสงอาทิตย์สามารถจำแนกออกเป็น 2 รูปแบบ คือ การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า และการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตความร้อน[8]ทั้งนี้พลังงานแสงอาทิตย์ได้มีบทบาทสำคัญต่อแผนปฏิบัติการด้านภูมิอากาศเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอีกด้วย[9] คณะผู้วิจัยจึง

ได้เลือกใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อทำการขับเคลื่อนกังหันน้ำเพิ่มออกซิเจนให้กับน้ำ ทำให้น้ำสามารถกลับมาเป็นน้ำดี ใช้งานได้ตามปกติ รวมถึงการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์[10]เพื่อให้เห็นความคุ้มค่าในการลงทุนด้วย

วิธีการวิจัย

1.) การบำบัดน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสียด้วยการเติมอากาศเป็นกลไกที่ทำให้ออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen, DO) [11] เพื่อกำจัดแก๊สที่ปนอยู่ในน้ำ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เหล็ก (Fe) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และสารอินทรีย์ระเหยง่าย การเติมออกซิเจน (O_2) ลงในน้ำจัดให้เป็นอุปกรณ์ aerator [12-14]

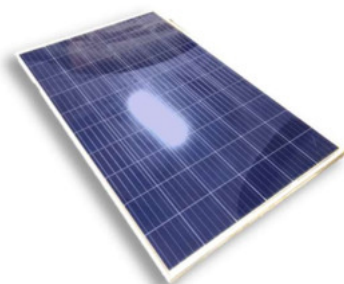


ภาพที่ 1 ตัวอย่างคลองน้ำที่ใช้ระบบการเติมออกซิเจนด้วยกังหันน้ำ
(พื้นที่มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี จ.กรุงเทพมหานคร)

2.) กังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

2.1) พลังงานแสงอาทิตย์

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่ถูกใช้งานอย่างแพร่หลายทั่วโลก เนื่องจากเป็นพลังงานที่มีศักยภาพในการผลิตพลังงานมากกว่าการบริโภคพลังงานของโลกในปัจจุบันหลายเท่าหากใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม [15] พลังงานแสงอาทิตย์สามารถนำมาใช้ได้โดยตรง แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ 1. เพื่อผลิตไฟฟ้า 2. สำหรับทำความร้อนหรือแม้แต่ทำความเย็น แต่การที่จะนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการผลิตไฟฟ้าจะต้องผ่านอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่เรียกว่า เซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อใช้ในการรับแสงจากดวงอาทิตย์ แล้วเปลี่ยนพลังงานแสงให้กลายเป็นพลังงานไฟฟ้า [16] ในงานวิจัยนี้จะเป็นการศึกษาการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการผลิตไฟฟ้าเพื่อขับเคลื่อนกังหันน้ำจนทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนออกซิเจนทำให้น้ำไม่เน่าเสีย คณะผู้วิจัยเลือกใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ ขนาด 260 W, V_{oc} 37.4 V, V_{mp} 30.4 V, I_{sc} 9.11 A และ I_{mp} 8.55 A ซึ่งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ มีข้อดีคือ แผงชนิดนี้มีขั้นตอนกระบวนการผลิตที่ง่าย ไม่ซับซ้อน จึงใช้ปริมาณซิลิคอนในการผลิตน้อยกว่า เมื่อเทียบกับ ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพในการใช้งานในที่มีอุณหภูมิสูงกว่า ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ เล็กน้อย และแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ มีราคาถูกกว่าเมื่อเทียบกับชนิดโมโนคริสตัลไลน์ [17]



ภาพที่ 2 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ ขนาด 265 W

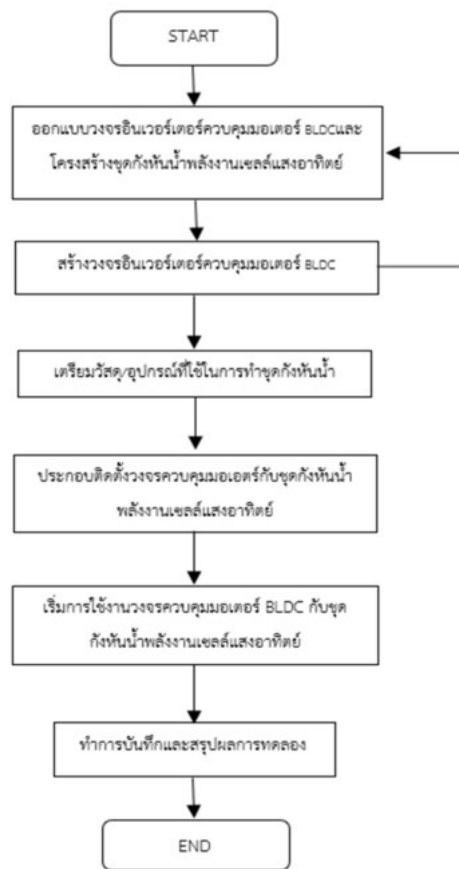
2.2) การออกแบบระบบกังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

ในการออกแบบและสร้างกังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์นั้นต้องใช้วัสดุอุปกรณ์ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รายละเอียดวัสดุ/อุปกรณ์ ที่ใช้ในงานวิจัย

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย
1	แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Poly Crystalline ขนาด 260 W 36 V	1	แผง
2	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงไร้แปรงถ่าน ขนาด 350 W 36 V	1	ตัว
3	ท่อนลอยชุดกังหันน้ำ ขนาด 7 นิ้ว	3	ตัว
4	วงล้อตีน้ำ พลาสติก 8 ใบ บุษ ขนาด 35mm	2	ชุด
5	เพลาท่อเหล็กดำ 35mm x 2 m	1	เส้น

ในการจัดทำการศึกษา การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อขับเคลื่อนกังหันน้ำ เพื่อทำการบำบัดน้ำเสียด้วยการเติมอากาศให้กับน้ำนั้น ทางคณะผู้จัดทำมีวิธีการดำเนินงาน ตามขั้นตอนดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 Flowchart แผนการดำเนินการวิจัย

ภาพที่ 4 เป็นรูปแสดงชิ้นงานเมื่อทำการออกแบบและสร้างกักเก็บน้ำพลังงานแสงอาทิตย์เรียบร้อยแล้ว



ภาพที่ 4 ต้นแบบกักเก็บน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้น

3.) การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ในการจัดทำโครงการต่างๆ โครงการ ผู้วิจัยมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพิจารณา เพื่อใช้ในการตัดสินใจว่าควรจัดทำโครงการนั้นคุ้มค่ากับการลงทุนหรือไม่ โดยอาศัยเทคนิคการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ช่วยในการตัดสินใจ[18-21] เทคนิคที่นิยมใช้กันทั่วไปมี 4 วิธีดังนี้

3.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) คือ ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันรวมของกระแสเงินสดรับสุทธิตลอดอายุโครงการกับมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุน โดยใช้อัตราคิดลด (discount rate) ตัวใดตัวหนึ่งมาปรับมูลค่าของกระแสเงินสดที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาให้มาอยู่ที่จุดเดียวกัน คือ ณ ปัจจุบัน วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ หรือ NPV นับเป็นเครื่องมือในการประเมินความเป็นไปได้ของการลงทุนที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีการนำเรื่องค่าของเงินตามเวลามาร่วมพิจารณา และเป็นการคำนวณกระแสเงินสดที่เกิดขึ้นตลอดอายุโครงการ

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{R_t}{(1+i)^t} \quad (3.1)$$

n = อายุโครงการ (ปี), R_t = เงินสดเข้า-ออกสุทธิในงวดเดียว t (Net cash inflow-outflows during a single period t), i = อัตราคิดลด (Discount rate), t=Time of cash flow

เกณฑ์การตัดสินใจสำหรับวิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ คือ ถ้ามูลค่าปัจจุบันสุทธิที่คำนวณได้ของโครงการมีค่ามากกว่า 0 ก็ตัดสินใจลงทุนหรือยอมรับโครงการนั้น หากมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าน้อยกว่า 0 หรือ มีค่าเป็นลบก็ไม่ลงทุนในโครงการดังกล่าวเนื่องจากไม่คุ้มค่าที่จะลงทุน สำหรับในกรณีที่โครงการลงทุนที่น่าสนใจมากกว่า 1 โครงการ จะต้องจัดอันดับโครงการโดยเรียงลำดับตามมูลค่าปัจจุบันสุทธิที่คำนวณได้จากค่ามากไปหาค่าน้อย

3.2) อัตราผลตอบแทนคิดลด (Internal Rate of Return: IRR) คือ อัตราคิดลด (discount rate) ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับสุทธิตลอดอายุโครงการเท่ากับเงินสดจ่ายลงทุนสุทธิพอดี หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ อัตราคิดลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเท่ากับศูนย์ เป็นอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยต่อปีที่ผู้ลงทุนจะได้รับจากการลงทุนตลอดอายุโครงการนั่นเอง ในทางปฏิบัติ IRR นิยมนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินโครงการอย่างแพร่หลาย เนื่องจากวิธี IRR นี้มีการแสดงค่าผลตอบแทนเป็นร้อยละ ซึ่งทำให้เข้าใจง่ายและมีความสะดวกในการเปรียบเทียบระหว่างโครงการต่างๆ ที่เป็นทางเลือกของการลงทุนที่มีอยู่ขณะนั้นสามารถคำนวณได้ดังสมการ

$$IRR = r_a + \frac{NPV_a}{NPV_a - NPV_b} (r_b - r_a) \quad (3.2)$$

r_a = อัตราคิดลดต่ำสุด (lower discount rate chosen), r_b = อัตราคิดลดสูงสุด (higher discount rate chosen), N_a = NPV at r_a , N_b = NPV at r_b

สำหรับเกณฑ์ตัดสินใจว่าจะลงทุนหรือไม่นั้นจะพิจารณา ดังนี้

- หาก $IRR >$ ต้นทุนเงินทุน (cost of capital) ของโครงการ ก็ตัดสินใจลงทุน
- หาก $IRR <$ ต้นทุนเงินทุน (cost of capital) ของโครงการ ก็ตัดสินใจไม่ลงทุน

3.3) อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit – Cost Ratio: B/C) คือ อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันสุทธิของกระแสเงินสดที่ได้รับตลอดอายุโครงการกับเงินลงทุนเริ่มแรกของโครงการนั้น เป็นการเปรียบเทียบระหว่าง

ผลตอบแทนในรูปของกระแสรายได้ที่เกิดขึ้นในอนาคตตลอดอายุโครงการที่มีการปรับค่าให้เป็นมูลค่าปัจจุบันแล้วกับเงินลงทุนเริ่มแรกของโครงการที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน สามารถคำนวณได้ จากสมการ

$$B/C = \frac{\text{รายได้หรือต้นทุนพลังงานที่ประหยัดได้สุทธิเทียบเท่าปัจจุบัน}}{\text{ค่าใช้จ่ายเทียบเท่าปัจจุบัน}} \quad (3.3)$$

ค่าใช้จ่ายสุทธิเทียบเท่าปัจจุบัน อัตราส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุนจะมีความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ก็ ต่อเมื่อ มีค่ามากกว่า 1

3.4 ระยะเวลาคืนทุน (Discounted Payback Period: DPB) คือ ระยะเวลาที่กระแสเงินรับจากโครงการสามารถชดเชย กระแสเงินสดจ่ายลงทุนสุทธิตอนเริ่มโครงการพอดี ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นการหารระยะเวลาคืนทุนอย่างง่าย (Simple Payback Period) มีข้อดีตรงที่ง่ายในการคำนวณและใช้ได้เป็นประโยชน์ในกรณีที่ มี ภาวะเงินเฟ้อเกิดขึ้น ค่าของเงินจะลดลงถ้ายิ่งระยะเวลาคืนทุนนาน ดังนั้นถ้าคำนวณหาระยะเวลาคืน ทุนได้แล้ว โครงการใดคืนทุนเร็วก็จะเป็นประโยชน์แก่เจ้าของโครงการ สามารถคำนวณได้ดังสมการ

$$DPB = \frac{\text{ค่าใช้จ่ายสุทธิเทียบเท่าปัจจุบัน}}{\text{รายได้สุทธิหรือต้นทุนพลังงานที่ประหยัดได้สุทธิเทียบเท่าปัจจุบันต่อปี}} \quad (3.4)$$

รายได้สุทธิหรือต้นทุนพลังงานที่ประหยัดได้สุทธิเทียบเท่าปัจจุบันต่อปี ระยะเวลาคืนทุนจะมีความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ก็ต่อเมื่อมีระยะเวลา น้อยกว่าอายุของโครงการ (20 ปี)

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

ในส่วนผลการวิจัยของงานวิจัยนี้จะแบ่งผลการวิจัยออกเป็น 2 ส่วนคือ หนึ่ง ผู้วิจัยได้ทำการวัดปริมาณของออกซิเจนในน้ำก่อนและหลังทำการติดตั้งกังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ และ สอง ทำการคำนวณความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งมีผลการวิจัยดังนี้

4.1 ผลการวัดค่าออกซิเจนในน้ำก่อนและหลังทำการติดตั้งกังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ โดยที่ผู้วิจัยทำการทดลองเปิดกังหันน้ำเป็นเวลา 1 เดือน ซึ่งผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการบำบัดน้ำเสียด้วยกังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับกังหันบำบัดน้ำเสียเดิมรวมจำนวน 10 เครื่อง

ระยะเวลาทดลอง	ค่าออกซิเจนในน้ำ (mg/L)
ก่อนทดลอง	4.25
1 สัปดาห์	4.72
2 สัปดาห์	5.38
3 สัปดาห์	5.67
4 สัปดาห์	6.25

จากตารางที่ 4.1 นำไปพลอตกราฟเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าออกซิเจนในน้ำก่อนและหลังทำการติดตั้งกังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์, 2 สัปดาห์, 3 สัปดาห์ และ 4 สัปดาห์ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ก่อนติดตั้งกังหันน้ำบำบัดน้ำเสียค่าออกซิเจนในน้ำเพิ่มขึ้นเป็น 4.25 mg/L ซึ่งเป็นระดับที่ถือว่าน้ำมีการปนเปื้อนมาก พืชและสัตว์น้ำเริ่มได้รับอันตราย ใช้ประโยชน์ได้น้อย เมื่อติดตั้งกังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ผ่านไปเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ค่าออกซิเจนในน้ำเพิ่มขึ้นเป็น 6.25 mg/L ซึ่งเป็นระดับที่ปนเปื้อนปานกลาง สามารถนำไปใช้ในการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมได้ แสดงผลดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 กราฟผลการทดลองในตาราง

จากผลการวัดค่าออกซิเจนในน้ำก่อนและหลังติดตั้งกังหันน้ำพบว่าค่าออกซิเจนในน้ำ เมื่อทำการติดตั้งกังหันบำบัดน้ำเสียเป็นเวลา 4 สัปดาห์ใช้กังหันน้ำทั้งหมด 10 ตัว พบว่า ค่าออกซิเจนในน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นเป็นเปอร์เซ็นต์ 47%

4.2 ผลการคำนวณความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

จากการออกแบบและสร้างกังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งใช้งบประมาณทั้งหมด 12,500 บาท ทำการติดตั้งบำบัดน้ำเสียจำนวน 10 เครื่อง ใช้เงินลงทุนรวม 125,000 บาท ระยะเวลาการใช้งานประมาณ 20 ปี เมื่อนำมาเปรียบเทียบการกังหันน้ำที่ใช้งานอยู่ที่ใช้พลังงานจากระบบไฟฟ้า ซึ่งมีค่าไฟฟ้ารายเดือนอยู่ที่ 3,000 บาท (โดยเฉลี่ย) ดังนั้น นำไปคำนวณ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) ได้ 257,142.34 บาท อัตราผลตอบแทนคิดลด (Internal Rate of Return: IRR) อยู่ที่ 28 % การคำนวณระยะเวลาคืนทุน (Discounted Payback Period: DPB) ของการติดตั้งกังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์จำนวน 10 เครื่อง คือ 42 เดือน หรือ 3 ปี 6 เดือน ถึงจะคืนทุน ทั้งที่ผู้วิจัยไม่นำอัตราคิดลด และอัตราเงินเฟ้อมาคิดร่วมด้วย

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อขับเคลื่อนกังหันน้ำ เพื่อทำการบำบัดน้ำเสียด้วยการเติมอากาศ(H_2O)ให้กับน้ำ คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างกังหันน้ำพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงไร้แปรงถ่าน (BLDC) จำนวนรอบ 2800 รอบ, ขนาด 350 W, 36 V, 10 A และใช้แหล่งจ่ายพลังงานเป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ขนาด 260 W, Voc 37.4 V, Vmp 30.4 V, Isc 9.11 A และ Imp 8.55 A เป็นแหล่งจ่ายพลังงานในการขับเคลื่อนมอเตอร์ ทำการทดสอบโดยการทดลองจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หนึ่งผู้วิจัยได้ทำการวัดความเข้มข้นของออกซิเจนในน้ำก่อนและหลังทำการติดตั้งกังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ จากผลการวัดค่า

ออกซิเจนในน้ำก่อนและหลังติดตั้งกังหันน้ำพบว่าค่าออกซิเจนในน้ำ เมื่อทำการติดตั้งกังหันบำบัดน้ำเสียเป็นเวลา 4 สัปดาห์ใช้กังหันน้ำทั้งหมด 10 ตัว พบว่า ค่าออกซิเจนในน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นเป็นเปอร์เซ็นต์ 47% และ สอง ทำการคำนวณ ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ พบว่าคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) ได้ 257,142.34 บาท อัตราผลตอบแทนคิดลด (Internal Rate of Return: IRR) อยู่ที่ 28 % การคำนวณระยะเวลาคืนทุน (Discounted Payback Period: DPB) ของการติดตั้งกังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์จำนวน 10 เครื่อง คือ 42 เดือน หรือ 3 ปี 6 เดือน ถึงจะคืนทุน ทั้งที่ผู้วิจัยไม่ได้นำ อัตราคิดลด และอัตราเงินเฟ้อมาคิดรวมด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ทางคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ และ ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการให้ติดตั้งและบันทึกผลการวิจัย และสนับสนุน งบประมาณการวิจัยมา ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- [1] กองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2561). **คุณภาพน้ำและการจัดการ**. สืบค้นเมื่อ 4 ตุลาคม 2564, จาก http://pcd.go.th/info_serv/water_water.htm.
- [2] Wear, S. and R. Vega Thurber. (2015). **Sewage Pollution: Mitigation is Key for Coral Reef Stewardship**. Annals of the New York Academy of Sciences 1355, 15-30. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.01.088>.
- [3] UNESCO World Water Assessment Programme. (2017). **The United Nations World Water Development Report. Wastewater the Untapped Resource**. <https://www.unwater.org/publications/world-water-development-report-2017>.
- [4] สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. (2538). **โครงการศึกษาเพื่อจัดลำดับความสำคัญการจัดการน้ำเสียชุมชน**, สืบค้นเมื่อ 4 ตุลาคม 2564, จาก http://pcd.go.th/info_serv/water_wt.html.
- [5] อุษา อันทอง วิทยาภา ทองเนื้อแข็ง และอาภรณ์ ส่งแสง. (2557). “การพัฒนาแบบบำบัดน้ำเสียและผลิตก๊าซชีวภาพ สำหรับน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นระดับครัวเรือน” , ใน **การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัย มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2557**, 18. วันที่ 21-24 พฤษภาคม 2557 ณ ศูนย์ประชุมนานาชาติ ฉลองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี อำเภอบางใหญ่ จังหวัดสงขลา. สงขลา : มหาวิทยาลัยทักษิณ
- [6] ดวงนภา แซ่ลิ้ม. (2549). **การผลิตและการย่อยสลายพอลิไฮดรอกซีอัลคาโนเอตจากน้ำเสียโดยใช้ Ralstonia Eutropha TOSTR 1095**. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [7] Paungfoo, C. (2003). **Use of molecular biology techniques in studying the nitrifying bacteria community from shrimp farming system**. Doctoral dissertation. Songkla: Prince of Songkla University.
- [8] สมาคมพลังงานทดแทนแห่งประเทศไทย.(2564). **เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า**. สืบค้นเมื่อ 4 ตุลาคม 2564, จาก <http://reca.or.th/solar/>

- [9] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2564). การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานลมและแสงอาทิตย์ กับข้อจำกัดเรื่องขนาดพื้นที่. สืบค้นเมื่อ 4 ตุลาคม 2564,
จาก https://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=793:2014-12-16-07-06-10&catid=49&Itemid=251
- [10] Prachuab Peerapong.(2021).Performance Analysis and the Returns of Investment of Solar PV in Residential scale: Cases of the Installation in Thawiwatthana District, Bangkok. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ครั้งที่ 5, วันที่ 29 – 30 เมษายน 2564 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา.
- [11] Ahmad and Boyd (1988), Ahmad, T., & Boyd, C. E. (1988). Design and performance of Paddle Wheel Aerators. *Aquacultural Engineering*, 7(1), 39-62.
- [12] Jayraj P., Subha M. Roy, C.K.Mukherjee and B.C.Mal (2017), Design characteristics of submersible aerator, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 18, 1017- 1023.
- [13] ภารดร ทองเสน และ ยอดชาย เตียเป็น. (2563). เครื่องเติมอากาศใบพัดพลังงานแสงอาทิตย์.วารสารวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี *Journal of Science and Technology*. 3 (1), 35-44.
- [14] สกล ชูขันธิน, สอนทอง ปาน, ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. *วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา*. 4 (2) ,77-93
- [15] Serm Janjai. (2017). *Solar Radiation*. (2). Nakhon Pathom: Petchkasem Printing Group Company Limited.
- [16] พรหมพัคตร์ บุญรักษา อีระพงษ์ บุญรักษา. ประสิทธิภาพการผลิตพลังงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนยานพาหนะ .วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา . 8 (2) ,36-47.
- [17] พชรินทร์ อินทมาศ และ พรหมพัคตร์ บุญรักษา. (2021). การประยุกต์ใช้งานพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อลดต้นทุนการผลิต.ในงานประชุมวิชาการ THE 11th INTERNATIONAL SCIENCE, SOCIAL SCIENCES, ENGINEERING AND ENERGY CONFERENCE I-SEEC 2021, วันที่ 24-25 มิถุนายน 2564 ในรูปแบบการนำเสนอแบบออนไลน์ ณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี.
- [18] การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการ. สืบค้นเมื่อ 4 ตุลาคม 2564, จาก https://www.lifestudies.net/Article_202_08_40.html
- [19] กุณทีรา ประทักษ์นุกูล และสุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน. (2554). การวิเคราะห์เงื่อนไขในการลงทุนสำหรับผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายเล็ก.วารสารวิจัยพลังงาน. 8 (2), 87-95
- [20] เกรียงศักดิ์ คูสุวรรณ. (2545). ผลตอบแทนทางด้านการเงินและเศรษฐศาสตร์ของโครงการผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กกรณีระบบผลิตพลังงานความร้อนและไฟฟ้าร่วมกันโดยใช้ก๊าซธรรมชาติและ ชีวมวล เป็นเชื้อเพลิง. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต.ปทุมธานี:มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- [21] พินิจนันท์ สามาอาพัฒน์ และธนิต เรืองรุ่งชัยกุล. (2558). การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการเกษตร. *Thai Journal of Science and Technology (TJST)*. 4 (3) ,217-226