

Received: June 22, 2023; Revised: September 18, 2023; Accepted: October 3, 2023

ความสามารถในการกระจายและเพิ่มออกซิเจนในน้ำของกังหันน้ำกรณีศึกษา น้ำทิ้งที่ผ่าน กระบวนการบำบัดแล้วในโรงพยาบาล

The ability of distribution and increase to dissolved oxygen of water aerator
case study: effluent water in the hospital

ฐิตินันท์ ป้องนาม^{1*}, คุณาธิป รวีวรรณ² และจักรพันธ์ สิ้นโคกสูง³

Thitinun Pongnam^{1*}, Kunatip Raviwan² and Jakkapan Sinkoksung³

¹คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

¹Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Khon Kaen Campus, Khon Kaen Province

²คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น

²Faculty of Engineering, NorthEastern University, Khon Kaen Province

³แขวงทางหลวงขอนแก่นที่ 1 สำนักงานทางหลวงที่ 7 จังหวัดขอนแก่น

³Khon Kaen 1 Highway District, Office of Highways 7, Khon Kaen Province

*Corresponding Author E-mail Address : Beeronze@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาความสามารถในการกระจายและเพิ่มออกซิเจนในน้ำของกังหันน้ำกรณีศึกษา น้ำทิ้งที่ผ่านกระบวนการบำบัดแล้วในโรงพยาบาล เป็นการทดสอบหาความสามารถในการเพิ่มและกระจายค่าความสามารถในการเพิ่มออกซิเจน (DO) ของบ่อทดสอบในโรงพยาบาล โดยทำการทดสอบหาปริมาณค่า DO ในแนวราบห่างออกจากตัวเครื่องทั้งหมด 9 จุด และแนวดิ่งในความลึกทุก ๆ 10 เซนติเมตร จนกระทั่งไม่พบค่า DO ที่ 7, 15 และ 30 วัน เพื่อหาความสามารถในการเพิ่มและกระจายค่า DO ของกังหันเติมอากาศโดยใช้กังหันเติมอากาศแบบอาศัยพลังงานแสงอาทิตย์ ในจุดต่าง ๆ จากการทดสอบพบว่าค่า DO ในน้ำของพื้นที่ทดสอบก่อนที่จะทำการติดตั้งกังหันน้ำนั้นที่ความลึก 0, 30, 40, 50 และ 60 เซนติเมตร มีค่า DO เท่ากับ 6.99, 5.09, 3.57, 0.84 และ 0.09 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ เมื่อทำการติดตั้งกังหันน้ำ พบว่า DO ในจุดที่ 4 มีค่าสูงสุดคือ 9.10 มิลลิกรัม/ลิตร โดยที่ 7, 15 และ 30 วัน จุดที่ 4 สามารถเพิ่มค่า DO ได้เท่ากับ 49%, 65% และ 83% ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบในระดับความลึกเดียวกันประสิทธิภาพในการเพิ่มค่า DO ต่ำสุด คือจุดที่ 3 และ 9 โดยสามารถเพิ่มค่า DO ได้เฉลี่ยเท่ากับ 30%, 37% และ 46% ที่ 7, 15 และ 30 วัน ตามลำดับ เนื่องจากการกระจายของน้ำลดลง ดังนั้นหากมีการทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของกังหันเติมอากาศอาจจะทำให้ลดข้อจำกัดของการกระจายของน้ำได้

คำสำคัญ: พลังงานแสงอาทิตย์ ค่าออกซิเจนที่ละลาย กังหันน้ำเติมอากาศ น้ำทิ้ง การพัฒนาแหล่งน้ำ

Abstract

The ability of distribution and increase to dissolved oxygen (DO) of water aerator in the hospital effluent pond which this experiment was perform to quantify of DO every 10 cm of depth until the DO was not found in the horizontal of 9 checkpoint at 7, 15 and 30 days, for determine the ability of distribution and increase the DO by using the energy-saving aerator. The result showed that the average of DO in wastewater before treatment by using solar energy aerator in 0 (surface), 30, 40, 50 and 60 cm from the surface were 6.99, 5.09, 3.57, 0.84 and 0.09 mg/L, respectively. When using solar energy aerator, result shown that at point number 4 the DO was maximum increase as 9.10 mg/L and the DO was increase 49%, 65% and 83% when installation the aerator 7, 15 and 30 days, respectively. When comparison between the same depth point the result shown that, at point number 3 and 9 were minimum of DO, with an average increase of DO were 30%, 37% and 46% at 7, 15 and 30 days, respectively, as a water distribution was decreased. Therefore, if the energy-saving aerator can movement, it may reduce the limitation of the water distribution.

Keywords: Solar energy, Dissolved oxygen, Aerator, Wastewater, Water resource development

บทนำ

น้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ สัตว์ และสิ่งแวดล้อม ซึ่งน้ำนับเป็นทรัพยากรธรรมชาติ ที่สำคัญอย่างหนึ่งต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม เช่น การชลประทาน การประมง การสาธารณสุข การอุตสาหกรรมและการคมนาคม จากการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคม การขยายตัวของภาคการเกษตรและอุตสาหกรรม รวมถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ทำให้มีความต้องการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรน้ำเพิ่มขึ้น โดยมีการประมาณการว่าในปี พ.ศ. 2590 ประชากรโลกจะเพิ่มขึ้นเป็น 9.2 พันล้านคน (อัศน์อุไร, 2554) โดยในปัจจุบันปัญหาสิ่งแวดล้อมนับวันจะทวีความสำคัญขึ้นทุกขณะและจะส่งผลกระทบโดยตรงกับมนุษย์และสิ่งมีชีวิตทั้งหมด โดยมนุษย์เป็นผู้นำทรัพยากรธรรมชาติต่าง ๆ มาใช้ประโยชน์อย่างมากมายและไม่คำนึงถึงผลกระทบที่จะตามมา ผลกระทบที่เกิดขึ้นสามารถแบ่งออกได้เป็นสองส่วนใหญ่ ๆ คือ ผลกระทบที่เกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติที่จะลดลงหรือหมดไปและผลกระทบอันเกิดจากมลพิษที่เกิดขึ้นจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ (สันทัด, 2557) ซึ่งคุณภาพของแม่น้ำลำคลองและแหล่งน้ำตามธรรมชาติอื่น ๆ มีแนวโน้มเสื่อมโทรมลงมีความสกปรกมากขึ้น มีขยะปะปนบางแห่งมีกลิ่นเหม็นมีสีดำ เหล่านี้นับว่าแต่เป็นผลที่เกิดจากสิ่งสกปรกปล่อยสู่แหล่งน้ำ (จิระพล, 2557) โดยสารอินทรีย์ที่เกิดจากมนุษย์ทั้งสารอินทรีย์จากการขับถ่าย ขำระร่างกายจากแหล่งชุมชน รวมทั้งสารเคมีที่ได้จากกิจกรรมทางการเกษตร และอุตสาหกรรม เช่น สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและปุ๋ย โดยน้ำเสียจากชุมชนมีปริมาณความเข้มข้นของสารอินทรีย์ปนเปื้อนสูงที่สุด เมื่อเทียบกับสารอินทรีย์จากแหล่งอื่น ๆ (ทินพันธุ์, 2558) กระบวนการการแก้ปัญหาที่น้ำเสียที่เกิดขึ้นทั้งในภาคเกษตรกรรมอุตสาหกรรม และครัวเรือน มีทั้งการใช้สารเคมี กระบวนการทางชีวภาพ การเติมน้ำหมักชีวภาพหรืออีเอ็มและการใช้เครื่องเติมอากาศ ซึ่งการใช้เครื่องเติมอากาศเพื่อบำบัดน้ำเสียเป็นวิธีการที่มีราคาถูก อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มออกซิเจนในน้ำส่งผลให้สัตว์น้ำสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ โดยเฉพาะในแหล่งน้ำที่มีปริมาณสารอินทรีย์อยู่มากย่อมมีการใช้ออกซิเจนมากขึ้น การเติมออกซิเจนในน้ำช่วยให้จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้อย่างสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้เร็วขึ้นกว่าการปล่อยให้สลายตามธรรมชาติ ทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดปริมาณ

ความสกปรกของน้ำเสียในรูปของค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand; BOD) ได้ร้อยละ 80-95 โดยอาศัยหลักการทำงานของจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะแอโรบิก (สันทนต์, 2563) แต่เครื่องเติมอากาศบางประเภทจำเป็นต้องใช้พลังงานไฟฟ้าในการทำงานของมอเตอร์ซึ่งทำให้เกิดค่าใช้จ่ายและไม่สามารถนำไปใช้ในพื้นที่ห่างไกลได้ การนำพลังงานทดแทนที่เป็นขุมทรัพย์ของพลังงานอันบริสุทธิ์มาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์ จึงเป็นวิธีการที่ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายกระจายไปในทุก ๆ ภาคส่วน โดยเฉพาะการเกษตรและการอุตสาหกรรม ที่สำคัญยังเป็นพลังงานที่เกิดขึ้นได้ไม่มีที่สิ้นสุด พลังงานหมุนเวียนที่มีศักยภาพสูงและพลังงานสะอาดไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม นับเป็นพลังงานหมุนเวียนที่มีศักยภาพต่อประเทศไทยเป็นอย่างมาก (มณฑล และคณะ, 2559) ปัจจุบันมีการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้ประโยชน์แตกต่างกันออกไปหลายรูปแบบ ภาครัฐเองได้ส่งเสริมและมีมาตรการสนับสนุนให้มีการนำพลังงานนี้มาใช้ประโยชน์ตลอดจนมีการวิจัยและพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์อย่างต่อเนื่อง (ธนิต และคณะ, 2559) จากการศึกษาการใช้ประโยชน์จากพลังงานสะอาดนั้นสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในกิจการหลายประเภทเช่น ครัวเรือน โรงงานอุตสาหกรรม และการเกษตร นอกจากนี้การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ร่วมกับการบำบัดน้ำทิ้งนั้น ก็เป็นการประยุกต์ใช้พลังงานสะอาดเพื่อเพิ่มคุณภาพของน้ำทิ้งก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ โดยกังหันเติมอากาศที่ใช้แผงโซลาร์เซลล์ ขนาด 280 วัตต์ 3 แผง และมอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า สามารถเพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ระดับความลึกจากผิวน้ำ 0.5 เมตร ได้ 6.21 มิลลิกรัม/ลิตร และที่ระดับความลึกจากผิวน้ำ 1 เมตร สามารถเพิ่มปริมาณออกซิเจนเฉลี่ย 3.07 มิลลิกรัม/ลิตร (นรภัทร และชวิศร, 2559)

การศึกษานี้ได้มีศึกษาความสามารถในการกระจายและเพิ่มออกซิเจนในน้ำของกังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ แสงอาทิตย์ 12 โวลต์ 170 วัตต์ 8 ก้านใบพัด โดยไม่อาศัยแบตเตอรี่จากศูนย์อาสาบรรเทาภัยอันเกิดจากน้ำ สำนักงานก่อสร้างชลประทานขนาดเล็ก กรมชลประทานที่ 6 ที่ติดตั้งในบ่อทิ้งของโรงพยาบาล มีขนาด กว้าง 8 เมตร ยาว 35 เมตร ลึก 1.50 เมตร เพื่อหาความสามารถในการเพิ่มและกระจายค่า DO (Dissolved oxygen) ของกังหันเติมอากาศในจุดต่าง ๆ ในแนวราบห่างออกจากตัวเครื่องทั้งหมด 9 จุด และแนวตั้งในความลึกทุก ๆ 10 เซนติเมตร จนกระทั่งไม่พบค่า DO ที่ 7, 15 และ 30 วัน เพื่อหาจุดและตำแหน่งที่พบปริมาณ DO สูงที่สุด โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Paired sample t-test เพื่อนำมาหาความแตกต่างของค่า DO ของน้ำเสียก่อนและหลังติดตั้งกังหันน้ำ และ Independent samples t-test เพื่อหาความแตกต่างของประสิทธิภาพในการเพิ่มค่า DO ของกังหันเมื่อทำการเพิ่มเวลาและความลึกในจุดที่แตกต่างกัน ซึ่งค่ามาตรฐานของน้ำที่มีคุณภาพดีโดยทั่วไปจะมีค่า DO ประมาณ 5-8 มิลลิกรัม/ลิตร น้ำเสียจะมีค่า DO ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัม/ลิตร

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

การศึกษาศักยภาพในการเพิ่มปริมาณ DO ของกังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์มีอุปกรณ์และวิธีการดำเนินการดังนี้

1. อุปกรณ์

กังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 12 โวลต์ 170 วัตต์ 8 ก้านใบพัด (รูปที่ 1) โดยอาศัยแบตเตอรี่แบบจากศูนย์อาสาบรรเทาภัยอันเกิดจากน้ำ สำนักงานก่อสร้างชลประทานขนาดเล็ก กรมชลประทานที่ 6 ที่ติดตั้งในบ่อทิ้งน้ำที่มีขนาดกว้าง 8 เมตร ยาว 35 เมตร ลึก 1.50 เมตร (รูปที่ 2) และจุดเก็บข้อมูลค่า DO (รูปที่ 3)



รูปที่ 1 ใบพัดของกังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

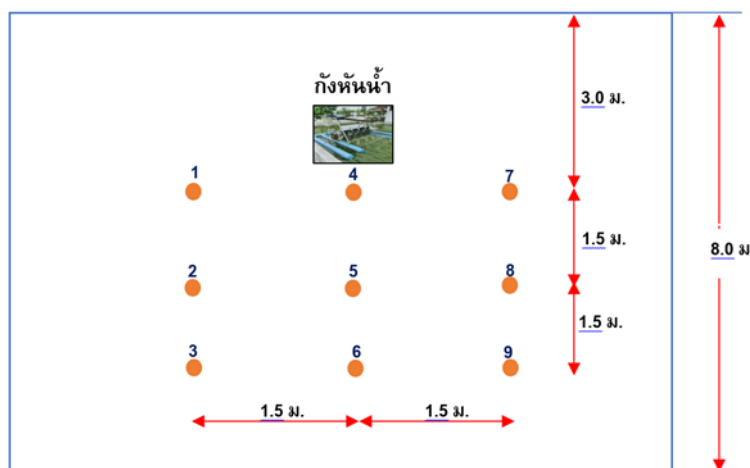


รูปที่ 2 กังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ต้นแบบของสำนักงานก่อสร้างชลประทานขนาดเล็ก กรมชลประทานที่ 6

2. วิธีดำเนินการวิจัยและเก็บข้อมูล

2.1 การเก็บข้อมูล

กำหนดจุดเก็บข้อมูลทั้งแนวราบและแนวดิ่ง โดยให้ห่างจากตัวเครื่องกังหันเดิมอากาศในแนวราบกระจายออกไปด้านหน้าใบพัดทั้งหมด 9 จุด และแนวดิ่งในความลึกทุก ๆ 10 เซนติเมตรจนกระทั่งไม่พบค่า DO (รูปที่ 3) และทำการดำเนินการเก็บข้อมูลที่ 7, 15 และ 30 วัน โดยทำการทดสอบตรวจวัดค่า DO ทั้งก่อนและหลังบำบัดด้วย ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ ในช่วงเวลาระหว่าง 9.00-11.00 น. เนื่องจากอุณหภูมิส่งผลต่อความสามารถในการละลายของออกซิเจนในน้ำโดยปริมาณ DO จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิแม้ว่าตัวอย่างจะมีความเข้มข้นคงที่ของออกซิเจนที่ละลายน้ำก็ตาม เมื่ออุณหภูมิของน้ำลดลงค่า DO จะเพิ่มขึ้น (Jan et al., 2014)



รูปที่ 3 จุดที่ทำการวัดปริมาณค่าออกซิเจน

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Paired sample t-test เพื่อนำมาหาความแตกต่างของค่า DO ของน้ำเสียก่อนและหลังติดตั้งกั้งหันน้ำ

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

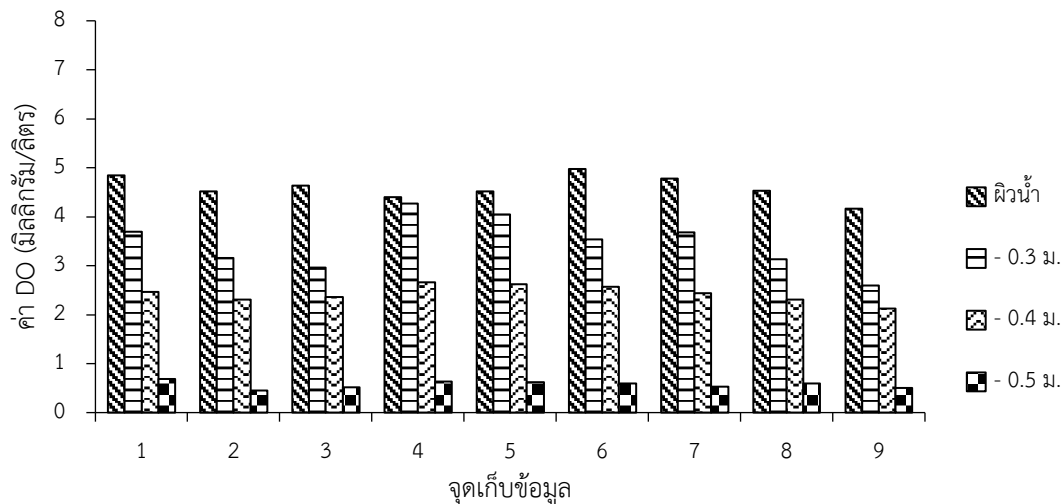
ค่า DO ของน้ำทิ้งก่อนและหลังการติดตั้งเมื่อนำมาวิเคราะห์โดยใช้ Paired sample t-test พบว่า ความแตกต่างของค่า DO ของน้ำทิ้งก่อนและหลังติดตั้งกั้งหันน้ำในความลึกที่ 0, 0.3, 0.4, 0.5 และ 0.7 เมตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เว้นแต่ที่ความลึก 0.6 เมตร ที่ 7 วัน ไม่มีความแตกต่างกันเนื่องจากค่า DO ในบางจุดไม่เปลี่ยนแปลงดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบค่า DO ของน้ำทิ้งในโรงพยาบาลก่อนและหลังติดตั้งกั้งหันน้ำ

จุดที่เก็บข้อมูล	DO ก่อนติดตั้ง (มก./ล.)	DO หลังการติดตั้ง (มก./ล.)						ค่าสถิติ		
	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย			t			p-value		
		7 วัน	15 วัน	30 วัน	7 วัน	15 วัน	30 วัน	7 วัน	15 วัน	30 วัน
ผิวน้ำ (0 ม.)	4.60	6.46	6.99	8.21	9.45	8.08	19.29	0.000013	0.000041	0.000000
ลึก 0.3 ม.	3.32	4.68	5.09	5.99	7.48	6.67	12.69	0.000071	0.000158	0.000001
ลึก 0.4 ม.	2.35	3.29	3.57	5.34	9.48	8.08	25.14	0.000013	0.000040	0.000000
ลึก 0.5 ม.	0.55	0.81	0.84	2.16	7.64	5.45	9.45	0.000061	0.000609	0.000013
ลึก 0.6 ม.	0.04	0.07	0.09	1.23	2.10	2.82	11.17	0.068562	0.022579	0.000004
ลึก 0.7 ม.	0.00	0.00	0.00	0.11	-	-	1.86	-	-	0.011846

2. ผลการทดสอบตรวจวัดค่า DO ก่อนติดเครื่องกั้งหันพลังงานแสงอาทิตย์

จากการตรวจสอบค่า DO ในบ่อทดสอบก่อนการติดเครื่องกั้งหันพลังงานแสงอาทิตย์ได้ผลการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 4

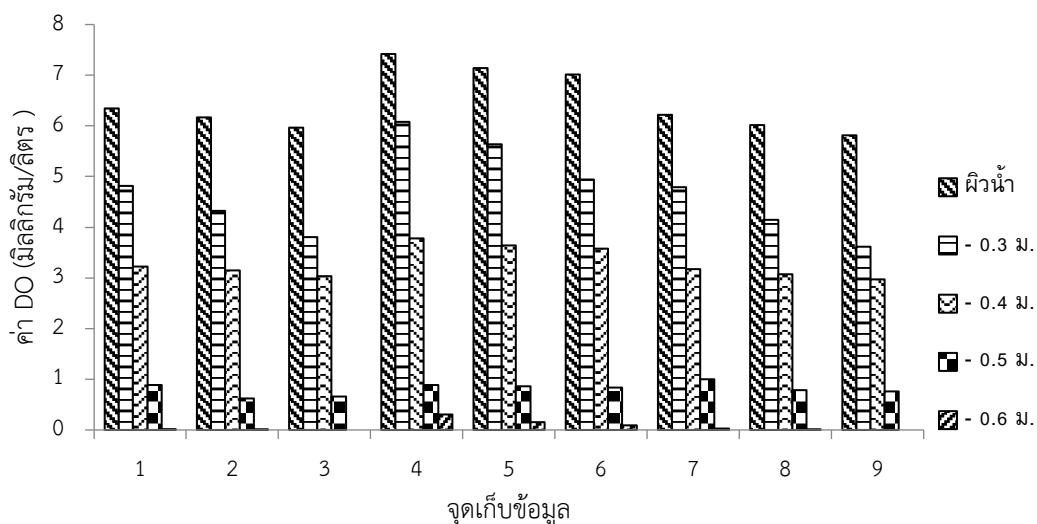


รูปที่ 4 ค่า DO ในบ่อดทดสอบก่อนการติดตั้งกังหันพลังงานแสงอาทิตย์

จากรูปที่ 4 การทดสอบหาค่า DO ก่อนทำการติดตั้ง พบว่า ที่ระดับผิวน้ำมีค่าออกซิเจนอยู่ในช่วง 4.17–4.98 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระดับ 0.30 เมตร มีค่าออกซิเจนอยู่ในช่วง 2.59–3.69 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระดับ 0.40 เมตร มีค่าออกซิเจนอยู่ในช่วง 2.13–2.54 มิลลิกรัม/ลิตร และที่ระดับ 0.50 เมตรมีค่าออกซิเจนอยู่ในช่วง 0.45–0.60 มิลลิกรัม/ลิตร โดยค่า DO จะลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มมากขึ้นจนถึงระดับที่ไม่สามารถอ่านค่า DO ได้ (ลึกกว่า 0.60 เมตร)

3. ผลการทดสอบตรวจวัดค่า DO หลังติดตั้งกังหันพลังงานแสงอาทิตย์ 7 วัน

จากการตรวจวัดค่า DO ในบ่อดทดสอบหลังการติดตั้งกังหันพลังงานแสงอาทิตย์ครบ 7 วัน ได้ผลการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 5

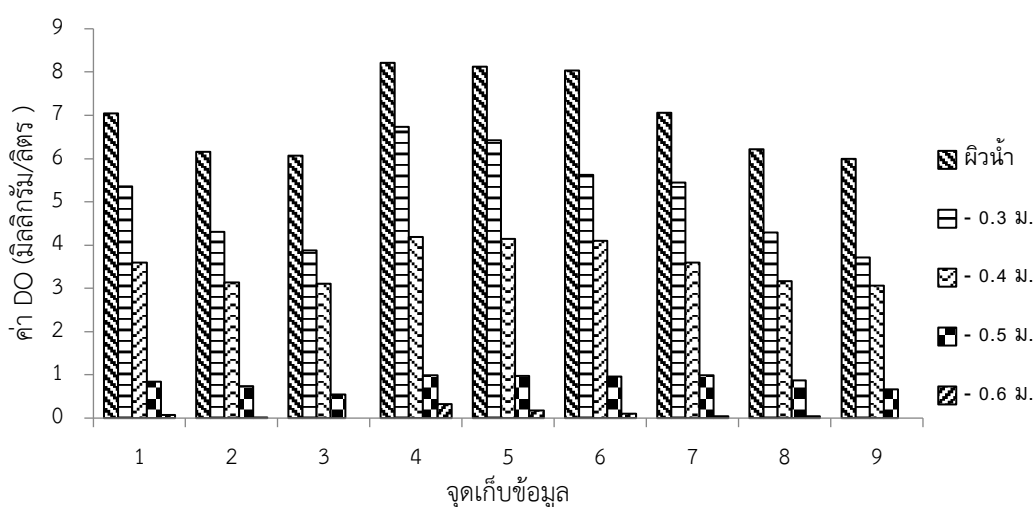


รูปที่ 5 ค่า DO เมื่อครบ 7 วัน

จากรูปที่ 5 การทดสอบหาค่า DO หลังการติดตั้งเครื่องกังหันน้ำเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ 7 วัน พบว่า ที่ระดับผิวน้ำมีค่าออกซิเจนอยู่ในช่วง 5.82–7.42 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระดับ 0.30 เมตร มีค่าออกซิเจนอยู่ในช่วง 3.61–6.08 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระดับ 0.40 เมตร มีค่าออกซิเจนอยู่ในช่วง 2.97–3.78 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระดับ 0.50 เมตร มีค่าออกซิเจนอยู่ในช่วง 0.62–1.00 มิลลิกรัม/ลิตร และที่ระดับ 0.60 เมตร มีค่าออกซิเจนอยู่ในช่วง 0.00–0.30 มิลลิกรัม/ลิตร โดยที่ค่าออกซิเจนสูงสุดอยู่ที่ 7.42 มิลลิกรัม/ลิตร ในจุดที่ 4 (รูปที่ 3) ที่ระดับผิวน้ำ ซึ่งมีค่าเพิ่มมากขึ้นจากเดิม 49 เปอร์เซ็นต์ โดยค่า DO จะลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มมากขึ้นจนถึงระดับที่ไม่สามารถอ่านค่า DO ได้ (ลึกกว่า 0.70 เมตร)

4. ผลการทดสอบตรวจวัดค่า DO หลังติดตั้งเครื่องกังหันพลังงานแสงอาทิตย์ 15 วัน

จากการตรวจสอบค่า DO ในบ่อทดสอบหลังการติดตั้งกังหันพลังงานแสงอาทิตย์ครบ 14 วัน ได้ผลการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 6

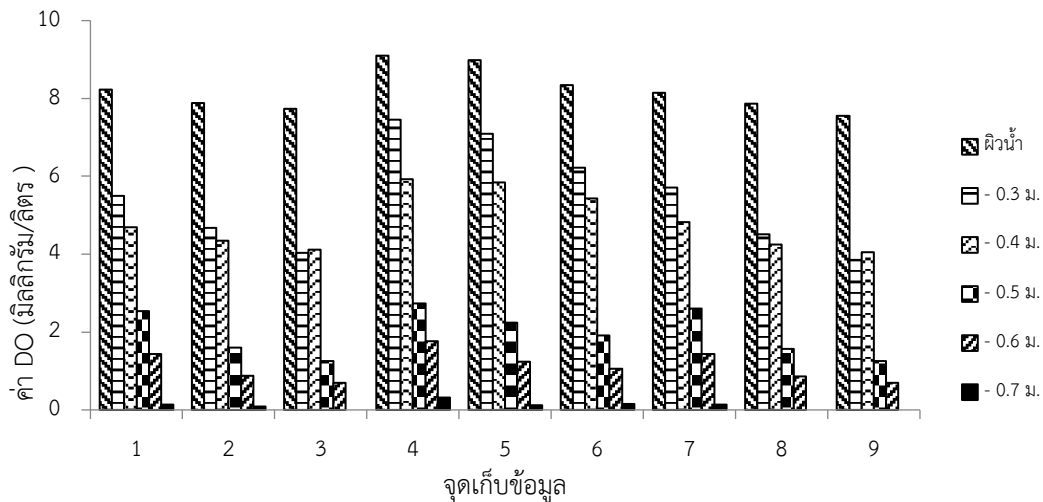


รูปที่ 6 ค่า DO เมื่อครบ 15 วัน

จากรูปที่ 6 การทดสอบหาค่า DO หลังการติดตั้งเครื่องกังหันน้ำเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ 15 วัน พบว่า ที่ระดับผิวน้ำมีค่าออกซิเจนอยู่ในช่วง 6.00–8.22 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระดับ 0.30 เมตร มีค่าออกซิเจนอยู่ในช่วง 3.72–6.74 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระดับ 0.40 เมตร มีค่าออกซิเจนอยู่ในช่วง 3.06–4.19 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระดับ 0.50 เมตร มีค่าออกซิเจนอยู่ในช่วง 0.55–0.99 มิลลิกรัม/ลิตร และที่ระดับ 0.60 เมตร มีค่าออกซิเจนอยู่ในช่วง 0.00–0.33 มิลลิกรัม/ลิตร โดยที่ค่าออกซิเจนสูงสุดอยู่ที่ 8.22 มิลลิกรัม/ลิตร ในจุดที่ 4 (รูปที่ 3) ที่ระดับผิวน้ำ ซึ่งมีค่าเพิ่มมากขึ้นจากเดิม 65 เปอร์เซ็นต์ โดยค่า DO จะลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มมากขึ้นจนถึงระดับที่ไม่สามารถอ่านค่า DO ได้ (ลึกกว่า 0.70 เมตร)

5. ผลการทดสอบตรวจวัดค่า DO หลังติดตั้งเครื่องกังหันพลังงานแสงอาทิตย์ 30 วัน

จากการตรวจสอบค่า DO ในบ่อทดสอบหลังการติดตั้งกังหันพลังงานแสงอาทิตย์ครบ 30 วัน ได้ผลการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 7

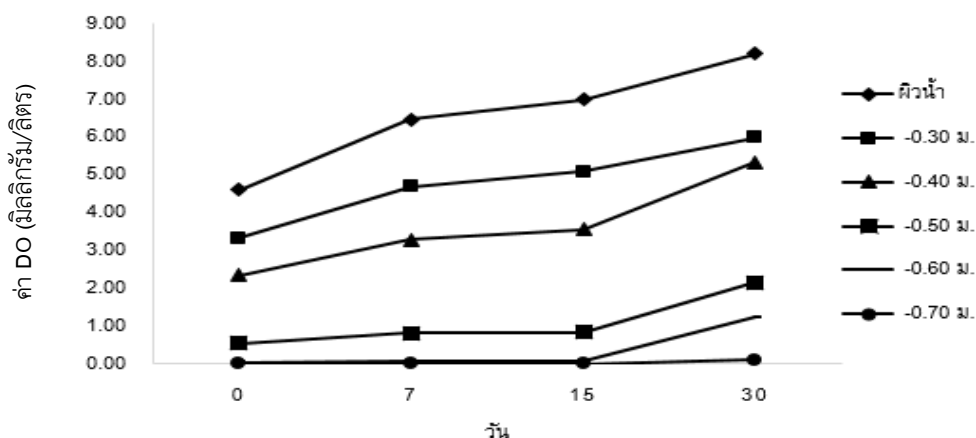


รูปที่ 7 ค่า DO เมื่อครบ 30 วัน

จากรูปที่ 7 การทดสอบค่า DO หลังจากการติดเครื่องเครื่องกังหันน้ำเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ 30 วัน พบว่าที่ระดับผิวน้ำมีค่าออกซิเจนอยู่ในช่วง 7.55–9.10 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระดับ 0.30 เมตร มีค่าออกซิเจนอยู่ในช่วง 4.68–7.46 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระดับ 0.40 เมตร มีค่าออกซิเจนอยู่ในช่วง 4.91–5.92 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระดับ 0.50 เมตร มีค่าออกซิเจนอยู่ในช่วง 1.51–2.73 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระดับ 0.60 เมตร มีค่าออกซิเจนอยู่ในช่วง 0.83–1.77 มิลลิกรัม/ลิตร และที่ระดับ 0.70 เมตร มีค่าออกซิเจนอยู่ในช่วง 0.00–0.32 มิลลิกรัม/ลิตร โดยที่ค่าออกซิเจนสูงสุดอยู่ที่ 9.10 มิลลิกรัม/ลิตร ในจุดที่ 4 (รูปที่ 3) ที่ระดับผิวน้ำ ซึ่งมีค่าเพิ่มมากขึ้นจากเดิม 83 เปอร์เซ็นต์ โดยค่า DO จะลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มมากขึ้นจนถึงระดับที่ไม่สามารถอ่านค่า DO ได้ (ลึกกว่า 0.80 เมตร)

6. ผลการทดสอบตรวจวัดค่า DO สูงสุดในแต่ละวัน

จากการทดสอบค่า DO หลังจากการติดเครื่องกังหันน้ำเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ได้ผลสรุปค่า DO สูงสุดในแต่ละวันได้ผลดังแสดงใน รูปที่ 8



รูปที่ 8 ค่า DO สูงสุดในแต่ละวัน

จากรูปที่ 8 การทดสอบหาค่า DO โดยการเก็บตัวอย่างน้ำที่ 0, 7, 15 และ 30 วัน พบว่ามีค่า DO หลังจากได้รับการบำบัดด้วยเครื่องกังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์มีค่าสูงขึ้นตามเวลาที่ทำการทดสอบ โดยที่ระดับผิวน้ำมีค่าเฉลี่ยสูงสุดและจะลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น

การอภิปรายผล

จากผลการทดสอบกังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ต้นแบบ แบบ 8 ก้านใบพัดสามารถเพิ่มออกซิเจนได้ถึง 83 เปอร์เซ็นต์ใน 30 วันซึ่งค่าเฉลี่ยของปริมาณ DO ในน้ำทั้ง 9 จุดที่ความลึก 0, 30, 40, 50, 60 และ 70 เซนติเมตร จากผลการศึกษาของอุทัย และคณะ (2562) พบว่าอุปกรณ์เติมอากาศในน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ทำให้ค่า DO ในบ่อน้ำเสียมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา รวมทั้งปริมาณพลังงานจากแสงอาทิตย์ต้องมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 30 - 35 องศาเซลเซียส และเมื่อทำการติดตั้งกังหันน้ำครบ 30 วัน ค่า DO ลดลงตามความลึกที่เพิ่มขึ้นคือ 8.21, 5.99, 5.33, 2.16, 1.23 และ 0.11 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ จากงานวิจัยของ ชัยยงค์ และคณะ (2563) ได้ทำการทดสอบเปรียบเทียบใบพัดของกังหันแบบ 6 และ 8 ใบพัดพบว่า กังหันเติมอากาศแบบ 6 ใบพัดสามารถเติมออกซิเจนในน้ำได้ดีกว่าแบบ 8 ก้านใบพัด ทั้งปริมาณการใช้กระแสในการทำงานของมอเตอร์ต่ำกว่า ความเร็วรอบที่สูงกว่า และปริมาณการเติมออกซิเจนในน้ำที่ดีกว่า โดยที่ 6 และ 8 ใบพัดได้ค่า DO เฉลี่ยเท่ากับ 3.33 และ 3.20 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ เนื่องจากแบบ 6 ใบพัดมีแรงเสียดทานระหว่างใบพัดกับผิวน้ำน้อยกว่าทำให้มีความเร็วรอบเฉลี่ยสูง โดยกังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ต้นแบบที่ทำการทดสอบในครั้งนี้เป็นแบบ 8 ใบพัดสามารถเพิ่มค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำให้มีค่า มากกว่า 3 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระดับไม่เกิน 40 เซนติเมตรจากผิวน้ำ (ค่า DO หากน้ำที่มีคุณภาพต่ำเป็นน้ำเสียจะมีค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร) และเมื่อพิจารณาจุดติดตั้งจะเห็นว่ากังหันน้ำสามารถกระจายค่าออกซิเจนได้ดีในทิศทางตรง โดยตำแหน่งที่ดีที่สุดคือ ตำแหน่งที่ติดกับตัวเครื่องส่วนตำแหน่งที่สามารถเพิ่มค่าออกซิเจนได้ต่ำสุดจะเป็นตำแหน่งที่ระยะห่างจากตัวเครื่อง 1.50×3.00 เมตร เมื่อทำการเปรียบเทียบที่ระดับเดียวกัน เนื่องจากการกระจายของน้ำลดลง ซึ่งในงานวิจัยของ นรภัทร และชวิศร (2559) ประสิทธิภาพของกังหันพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีกำลังของมอเตอร์ 1 แรงม้า ใช้แผงโซลาร์เซลล์ 280 วัตต์ 3 แผง ในตำแหน่งด้านหน้าและหลังมีปริมาณออกซิเจนสูงสุด ส่วนด้านข้างสวนด้านของกังหันมีปริมาณออกซิเจนต่ำลงมาจากไม่มีการกระจายน้ำเช่นกัน ซึ่งจำเป็นต้องมีการเพิ่มงบประมาณในการควมมีการปรับปรุงการเพิ่มเติมอากาศในส่วนด้านข้างของกังหันและได้มีข้อเสนอแนะให้เพิ่มระบบปั้มน้ำอัดอากาศได้น้ำโดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์หรือออกแบบระบบการเคลื่อนที่ของกังหันรอบบริเวณแหล่งน้ำที่ต้องการเติมอากาศ เพื่อให้สามารถเติมอากาศได้ทั่วถึง

บทสรุป

จากการทดสอบพบว่าความสามารถในการเพิ่มและกระจายค่า DO ของพื้นที่ทดสอบก่อนที่จะทำการติดตั้งกังหันน้ำพบค่า DO เฉลี่ยในบ่อน้ำมีแนวโน้มลดลงตามความลึกที่เพิ่มขึ้นโดยที่ระดับความลึก 60 เซนติเมตร เริ่มตรวจไม่พบค่า DO เมื่อติดเครื่องกังหันเพื่อทำการทดสอบพบว่าประสิทธิภาพของกังหันน้ำสามารถเพิ่มค่า DO ให้มีแนวโน้มที่สูงขึ้นตามจำนวนวันที่ทำการทดสอบเพิ่มขึ้น ซึ่งที่ระดับผิวน้ำในจุดที่ 4 พบค่า DO สูงสุดคือ 9.10 มิลลิกรัม/ลิตร โดยสามารถเพิ่มค่า DO ได้เท่ากับ 49, 65 และ 83 เปอร์เซ็นต์ ใน 7, 15 และ 30 วัน ตามลำดับ และในระดับความลึกเดียวกันประสิทธิภาพในการเพิ่มค่า DO ต่ำสุดคือจุดที่ 3 และ 9 โดยสามารถเพิ่มค่า DO ได้เฉลี่ยเท่ากับ 30, 37 และ 46 เปอร์เซ็นต์ ที่ 7, 15 และ 30 วัน ตามลำดับ โดยในการทดสอบของ กัลยา และคณะ (2565) ได้ใช้ใบกังหันน้ำพลาสติกเส้นผ่านศูนย์กลางโดยรวม 62 เซนติเมตร จำนวน 2 วง โดยแต่ละวงมีจำนวนใบ 6 ใบ ใช้โซลาร์เซลล์ขนาด 210 วัตต์ มอเตอร์กระแสตรงแรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์ กระแส 9.78 แอมป์

ความเร็วรอบของมอเตอร์ 307 รอบ/นาที ขนาดโดยรวมของกังหันน้ำ กว้าง 210 เซนติเมตร ยาว 158 เซนติเมตร สูง 75 เซนติเมตร เมื่อทำการทดสอบการเพิ่มออกซิเจนในบ่อพบว่า ค่าก่อนและหลังการติดตั้งมีปริมาณออกซิเจนในน้ำเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1.33 มิลลิกรัม/ลิตร

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำงานวิจัยครั้งนี้ขอขอบคุณศูนย์บรรเทาภัยอันเกิดจากน้ำ โครงการก่อสร้างขนาดเล็ก สำนักงานชลประทานที่ 6 ขอนแก่น ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์เพื่อทำการทดลอง ขอขอบคุณคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขต ขอนแก่น คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และโรงพยาบาลค่ายศรีพัชรินทร มทบ.23 ที่เอื้อเฟื้อ สถานที่ และเวลาในการทำงานวิจัย ขอขอบคุณ คุณสุภัทรดิศ ราชธา และคุณภัทรพล ญ.หนองคาย ที่เอื้อเฟื้อวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ขอขอบคุณผู้ช่วยเก็บข้อมูลวิจัย คุณณณนต์ ชัยมงคล และคุณวีรชัย พันชัยรัตน์ ผู้จัดการ บริษัทพันชัยรัตน์วิศวกรรม

เอกสารอ้างอิง

- กัลยา ธนาสินธ์, อมรรัตน์ คำบุญ, ณัฐดนัย สิงห์คลีวรรณ และสายัน พุทธลา. (2565). กังหันน้ำเติมออกซิเจนพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับบ่อน้ำ. วารสารวิชาการเกษตร I-TECH. 7(2): 95-105.
- จิระพล พุ่มสกุล. (2557). ปัญหาน้ำเสียจากบ้านพักอาศัยและสถานประกอบการในเขตเทศบาล ตำบลดอนหัวฬ่อ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี. รัชศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการเมืองการปกครอง คณะรัฐศาสตร์และนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ชัยยงค์ เสริมผล, จิระเดช สังคะโท และพลวัฒน์ ศรีโยหะ. (2563). การพัฒนากังหันน้ำเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ควบคุมผ่านสัญญาณไร้สาย. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 14(2): 173-189.
- ทินพันธุ์ เนตรแพ. (2558) ชลธิวิทยา. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: กรุงเทพฯ.
- ธนิธ เรื่องรุ่งชัยกุล, กิตติ อภิชัยไพบูลย์ และกิตติคุณ ชาตริรักษา. (2559). เปรียบเทียบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตามดวงอาทิตย์แกนเดียว. ใน การประชุมสัมมนาวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 9 29 พฤศจิกายน-1 ธันวาคม 2559. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา (ดอยสะเก็ด). เชียงใหม่. 11-18.
- นรภัทร น้อยหลบละ และวิชิต ปุคะภาค. (2559). การพัฒนากังหันเติมอากาศโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 35(2): 141-149.
- มณฑล พิกอม, เกียรติชัย บรรลุผลสกุล, กิตติศักดิ์ คงสีไผ่ และอภิรักษ์ ทัดสอน. (2559). ระบบให้น้ำพืชอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ กรณีศึกษาแปลงเพาะพันธุ์ข้าว. วารสารวิจัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม. 1(1): 55-66.
- สันทัต ศิริอนันต์ไพบูลย์. (2557). ระบบบำบัดน้ำเสีย. สำนักพิมพ์ท้อป จำกัด: กรุงเทพฯ.
- สันทัต ศิริอนันต์ไพบูลย์. (2563). น้ำเสียชุมชน. วารสารการอาชีวศึกษาภาคกลาง. 4(1): 1-10.
- อุทัย ผ่องศรีศรี, เสนีย์ ศิริไชย, จักรกฤษณ์ ชันทอง, ภาสกร ผ่องศรีศรี และช่วงชัย ชูปวา. (2562). การออกแบบและสร้างอุปกรณ์เติมอากาศในน้ำชนิดใบพัดแบบหมุนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์. วารสารวิทยาศาสตร์แห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี. 17(2): 76-87.

อัศน์อุไร เตชะสวัสดิ์. (2554). บทบาทความรับผิดชอบของปัจเจกชนต่อการบริโภคอย่างยั่งยืน. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัย
หอการค้าไทย มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. 31(3): 150-161.

Jan S., Petr K. and Adam B. (2014). Effect of temperature on the measurement of dissolved oxygen in the
package. Kvasny Prumysl. 60(1): 2-7.