Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakorn University
Volume 5 Number 1 January – February 2018 ISSN 2408 - 1248

การสำรวจแหล่งกำเนิดน้ำเสียและการประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลางของมหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์*

Assessment of Wastewater Sources and Central Wastewater Treatment Efficiency of Silpakorn University, Sanamchandra Palace Campus

มัลลิกา ปัญญาคะโป (Mallika Panyakapo)**
จารุวรรณ หวะสุวรรณ (Jaruwan Hawahsuwan)***

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อสำรวจประเภทของน้ำเสีย ระบบรวบรวมน้ำเสียรวมทั้งประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลางของมหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ ผลการสำรวจพบน้ำเสีย 4 ประเภท ได้แก่ น้ำโสโครก น้ำทิ้งจากครัว น้ำทิ้งจากการซักล้าง รวมทั้งน้ำทิ้งจากห้องปฏิบัติการและจากการล้างสี น้ำเสียจะผ่านการบำบัดเบื้องต้นแล้วไหลลงสู่บ่อสูบจำนวน 5 บ่อซึ่งสูบน้ำเสียผ่านท่อแรงดันไปยังระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลางซึ่งเป็นระบบบ่อปรับเสถียรประกอบด้วย 2 บ่อ ได้แก่ บ่อผึ่ง และ บ่อบ่ม

ผลการวิจัยพบว่าอัตราการไหลเฉลี่ยในฤดูฝน ฤดูแล้ง และเฉลี่ยตลอดทั้งปีเท่ากับ 1,992.49 770.12 และ 1,406.17 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ตามลำดับ ภาระบรรทุกบีโอดีเฉลี่ยในฤดูฝน ฤดูแล้ง และเฉลี่ยตลอดทั้งปีเท่ากับ 299.32 187.48 และ 243.39 กิโลกรัม-บีโอดี/วัน ตามลำดับ ประสิทธิภาพของระบบบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง สามารถแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ประสิทธิภาพในการบำบัดสูง ได้แก่ แบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดและแบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์ม มีประสิทธิภาพเฉลี่ยร้อยละ 82.05 และ 89.97 ตามลำดับ กลุ่มที่ 2 ประสิทธิภาพในการบำบัดปานกลาง ได้แก่ เจลดาห์ลไนโตรเจนและฟอสฟอรัสทั้งหมด มีประสิทธิภาพเฉลี่ยร้อยละ 46.80 และ 5.03 ตามลำดับ และ กลุ่มที่ 3 ไม่สามารถบำบัดได้เลยได้แก่ บีโอดี และของแข็งแขวนลอย ในการศึกษาการกระจายของออกซิเจนละลายในบ่อบำบัดน้ำเสีย พบว่าในช่วงเช้าของบ่อที่ 1 และ 2 มีความเข้มข้นของออกซิเจนละลายที่ต่ำมาก และมีความเข้มข้นสูงขึ้นในช่วงบ่าย โดยบ่อที่ 2 จะมีความเข้มข้นของออกซิเจนละลายสูงกว่าบ่อที่ 1 และพบว่าการกระจายของออกซิเจนละลายในบ่อบำบัดทั้งสองบ่อนั้นมีความไม่สม่ำเสมอทั่วทั้งบ่อ บ่อที่ 1 และบ่อที่ 2 มีภาระบรรทุกบีโอดีต่อพื้นที่ผิวเฉลี่ยเท่ากับ 300.48 และ 111.66 กรัม/ตารางเมตร-วัน ตามลำดับ ระยะเวลากักพักในบ่อที่ 1 และ 2 เท่ากับ 4 - 10 และ 5-7 วัน ตามลำดับ โดยทั้ง 2

---

* วัตถุประสงค์การเขียนบทความ: เพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัย

** ผู้รับผิดชอบบทความ รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
(Corresponding author, Associate Professor, Department of Environmental Science, Faculty of Science, Silpakorn University, E-mail: mpanyakapo@gmail.com)

*** อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
(Lecturer, Department of Environmental Science, Faculty of Science, Silpakorn University)

พารามิเตอร์นี้ไม่เป็นไปตามเกณฑ์การออกแบบของกรมโรงงานอุตสาหกรรม พ.ศ. 2559 จึงทำให้ระบบบำบัดมีประสิทธิภาพการบำบัดต่ำ ดังนั้นควรปรับปรุงบ่อที่ 1 และ 2 ให้เป็นบ่อเติมอากาศ และ บ่อตกตะกอน ตามลำดับ

คำสำคัญ : แหล่งกำเนิดน้ำเสีย, ภาระบีโอดี, ระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง, มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์

Abstract

The objectives of this research are to study types of wastewater and wastewater collection system, to assess the efficiency of central wastewater treatment system of the Silpakorn University, Sanamchantra Palace Campus and to investigate DO distribution in wastewater ponds. The study found that four types of wastewater generated in this area were soil, kitchen, gray and laboratory and painting wastewater. Wastewater was pre-treated and drained to gravity pipeline and then pumped by 5 pumping stations through pressure pipeline to the central wastewater treatment system which consists of one oxidation pond and one maturation pond.

The results showed that the average flow rates in rainy season, dry season and year-round were 1,992.49, 770.12 and 1,406.17 m^3/day, respectively. BOD loading in rainy season, dry season and year-round were 299.32, 187.48 and 243.39 kg-BOD/d, respectively. The efficiency of the central wastewater treatment system could be divided into 3 groups. Group 1: high efficiency, the removal efficiency of total coliform bacteria (TCB) and fecal coliform bacteria (FCB) were 82.05 and 89.97 %, respectively. Group 2: moderate efficiency, the removal efficiency of TKN and TP were 45.54 and 5.03 %, respectively. Group 3, BOD and SS could not be removed. The study of DO distribution showed that in the early morning, DO concentration in pond 1 and 2 was very low. In the afternoon DO in both ponds was increase when DO in pond 2was much higher than pond 1. However, DO distribution in each pond was inconsistent. BOD loading per surface area of pond 1 and pond 2 were 300.48 and 111.66 g/m^2-d, respectively and, the detention time of both ponds was 4-10 and 5-7 days, respectively. Both criteria did not meet the design criteria set by the Department of Industrial Works (2016), consequently the efficiency of this wastewater treatment system was low. Therefore pond 1 and 2 should be modified to an aerated lagoon and a sedimentation pond, respectively.

Keywords : Wastewater sources, BOD loading, Central wastewater treatment system, Silpakorn University, Sanamchandra Palace Campus

Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakorn University
Volume 5 Number 1 January – February 2018 ISSN 2408 - 1248

1. บทนำ

มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม เริ่มเปิดดำเนินการเรียนการสอนคณะแรกเมื่อปี พ.ศ. 2511 และมีการขยายการศึกษามาอย่างต่อเนื่อง โดยในปีการศึกษา 2535 มีจำนวนนักศึกษาที่รับเข้าทั้งสิ้น 1,008 คน (ชนัญญู และคณะ, 2556) จากข้อมูลของกองบริการการศึกษาพบว่าในปีการศึกษา 2559 จำนวนนักศึกษาที่รับเข้าทั้งสิ้น 18,502 คนซึ่งเพิ่มขึ้นจากปีการศึกษา 2535 ถึง 18 เท่า เมื่อจำนวนประชากรมีมากปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นย่อมมากตามไปด้วย พื้นที่ภายในวิทยาเขตแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ฝั่งตะวันตก และ ฝั่งตะวันออกของสระแก้ว โดยระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง (Central treatment system) ตั้งอยู่ฝั่งตะวันตก น้ำเสียจากบางอาคารซึ่งตั้งอยู่ฝั่งตะวันตกถูกรวบรวมไปยังระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง แต่น้ำเสียจากบางอาคารยังคงปล่อยลงคลองระบายน้ำภายในมหาวิทยาลัยโดยไม่ผ่านการบำบัด สำหรับฝั่งตะวันออกของสระแก้วไม่มีระบบบำบัดแบบศูนย์กลางน้ำเสียบางส่วนผ่านการบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบติดที่ (On-site treatment system) แล้วปล่อยลงคลองระบายน้ำภายในมหาวิทยาลัย

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง ของมหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ เริ่มเปิดใช้งานเมื่อปี พ.ศ. 2529 ระบบบำบัดประกอบด้วยบ่อปรับเสถียร 2 บ่อ ได้แก่ บ่อที่ 1 เป็นบ่อออกซิเดชัน (Oxidation pond) บ่อที่ 2 เป็นบ่อบ่ม (Maturation pond) โดยบ่อที่ 1 มีความกว้าง 44.0 เมตร ยาว 66.5 เมตร ลึก 1.5 เมตร และบ่อที่ 2 มีความกว้าง 44.0 เมตร ยาว 38.5 เมตร ลึก 1 เมตร (มัลลิกาและคณะ, 2537) ปัจจุบันบ่อนี้ได้เปิดใช้งานมาประมาณ 30 ปี จำนวนนักศึกษา และบุคลากรที่มากขึ้น ทำให้มลสารที่ลงสู่บ่อมีมากขึ้น ออกซิเจนจากสาหร่ายจึงไม่เพียงพอจึงต้องมีการวางเครื่องเติมอากาศช่วยในการบำบัด ซึ่งการติดตั้งเครื่องเติมอากาศในบ่อทั้ง 2 เป็นการติดตั้งจากประสบการณ์ของผู้ดูแลบ่อโดยไม่ได้ศึกษาความต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายมลสารในน้ำเข้า ทำให้ปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอ ทั้งยังไม่กระจายทั่วถึงอย่างเหมาะสมตลอดทั้งบ่อ จึงทำให้บ่อมีประสิทธิภาพการบำบัดมลสารต่าง ๆ ต่ำ น้ำเสียที่ออกจากบ่อบำบัดจะระบายลงสู่คลองภายในมหาวิทยาลัยส่งผลให้น้ำในคลองเกิดปัญหาเน่าเสีย

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจแหล่งกำเนิด ประเภทของน้ำเสีย และการระบายน้ำจากอาคารต่าง ๆ ทางฝั่งตะวันตกของสระแก้ว วัดอัตราการไหลและภาระบรรทุกบีโอดีที่รวบรวมลงระบบระบบศูนย์กลาง ศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดแบบศูนย์กลาง รวมทั้งศึกษาการกระจายของออกซิเจนละลายน้ำในบ่อบำบัด ซึ่งสามารถนำไปสู่การปรับปรุงบ่อบำบัดให้มีประสิทธิภาพด้วย

2. วิธีการศึกษา

2.1 งานสำรวจ

ในงานวิจัยนี้ได้สำรวจแหล่งที่มาและประเภทของน้ำเสียที่เกิดจากอาคารต่าง ๆ การระบายน้ำเสียบ่อสูบ รวมทั้งสภาพแวดล้อมและสภาพทางกายภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลางด้วย

2.2 งานปฏิบัติการ

2.2.1 ระบบระบายน้ำเสีย

ในการศึกษาระบบระบายน้ำได้ทำการวัดอัตราการไหลของน้ำเสีย และเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อสูบทั้ง 5 บ่อ (บ่อสูบมีทั้งสิ้น 7 บ่อ แต่เครื่องสูบน้ำเสียจำนวน 2 บ่อ จึงคงใช้งานบ่อสูบได้เพียง 5 บ่อเท่านั้น) เพื่อคำนวณอัตราการไหลของน้ำเสียและภาระมลสารที่เข้าสู่บ่อบำบัดน้ำเสีย

การวัดอัตราการไหลที่บ่อสูบทั้ง 5 บ่อ ได้ทำทั้งฤดูฝนและฤดูแล้งฤดูละ 2 วัน ในแต่ละวันจะวัดอัตราการไหลในเวลา 06.00 12.00 18.00 และ 24.00 น. เพื่อหาค่าเฉลี่ย การวัดอัตราการไหลนี้ทำโดยวิธีปิดเครื่องสูบน้ำที่บ่อสูบเพื่อไม่ให้น้ำไหลออกและให้มีแต่น้ำไหลเข้าบ่อสูบเพียงอย่างเดียว จากนั้นจับเวลาและวัดระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงไป แล้วจึงนำมาคำนวณอัตราการไหลของน้ำเสีย นอกจากนั้นได้เก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำในบ่อสูบทั้ง 5 บ่อเพื่อนำมาคำนวณภาระบรรทุกบีโอดีที่เข้าสู่ระบบบำบัดโดยเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วง (Grab sampling) ทุกครั้งที่ทำการวัดอัตราการไหล แล้วนำมาวิเคราะห์บีโอดีตามวิธีการมาตรฐานของ APHA AWWA and WPCF (2005)

2.2.2 ระบบบำบัดน้ำเสีย

2.2.2.1 ประสิทธิภาพและศักยภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย

การศึกษานี้ได้เก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อบำบัดน้ำเสียจำนวน 3 จุด ได้แก่ จุดที่ 1 บริเวณทางเข้าบ่อที่ 1 จุดที่ 2 บริเวณทางเข้าบ่อที่ 2 และจุดที่ 3 บริเวณท่อน้ำล้นออกจากบ่อที่ 2 ดังรูปที่ 1 โดยเก็บตัวอย่างในฤดูฝนและฤดูแล้ง ฤดูละ 4 วัน ในแต่ละวันทำการเก็บตัวอย่างจุดละ 2 ครั้งในเวลา 06.00 น. และ 18.00 น. จากนั้นนำตัวอย่างทั้งสองมาผสมรวมกันซึ่งเป็นการเก็บตัวอย่างแบบผสมรวม (Integrated sampling) แล้วนำมาวิเคราะห์บีโอดี ของแข็งแขวนลอย เจลดาห์ลไนโตรเจนทั้งหมด (Total Kjedahl nitrogen, TKN) ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total phosphorus, TP) แบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total coliform bacteria, TCB) และแบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์ม (Fecal coliform bacteria, FCB) ตามวิธีมาตรฐานของ APHA AWWA and WPCF (2005)

จากผลการวิเคราะห์นำค่าไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานการควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน อาคารประเภท ก พ.ศ. 2553 ของกรมควบคุมมลพิษ และ คำนวณประสิทธิภาพในการบำบัดมลสารของระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง

2.2.2.2 การกระจายของออกซิเจนละลายน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสียรวมของมหาวิทยาลัยออกแบบมาให้เป็นบ่อแบบใช้อากาศ ดังนั้นจึงใช้ค่าออกซิเจนละลายน้ำเป็นตัวชี้วัดการทำงาน โดยการวัดขนาดบ่อบำบัด จากนั้นตีกริดขนาด 5 X 5 เมตร วัดค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำที่จุดตัดของเส้นแนวนอนและแนวตั้ง โดยใช้เครื่องวัดออกซิเจนละลายน้ำ แล้วนำมาทำ DO contour โดยใช้โปรแกรม Serfer 8

2.3 การคำนวณขนาดและออกแบบรูปแบบของบ่อบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม

จากข้อมูลทั้งในภาคสนามและปฏิบัติการนำมาคำนวณขนาดของบ่อบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม สำหรับมหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ โดยอ้างอิงเกณฑ์การออกแบบที่กรมโรงงานอุตสาหกรรม พ.ศ. 2559

3. ผลการศึกษาและการอภิปรายผล

3.1 แหล่งกำเนิด ประเภท และการระบายน้ำน้ำเสีย

ผลการสำรวจพบว่ามหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ก่อให้เกิดน้ำเสีย 4 ประเภท ได้แก่ 1) น้ำโสโครก 2) น้ำทิ้งจากครัว 3) น้ำทิ้งจากการซักล้าง 4) น้ำทิ้งจากห้องปฏิบัติการและน้ำทิ้งจากการล้างสี น้ำเสียถูกบำบัดด้วยระบบบำบัดเบื้องต้นของแต่ละอาคาร จากนั้นจะไหลเข้าสู่บ่อสูบแล้วสูบส่งไปยังระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลางต่อไป ผลการสำรวจพบว่าน้ำเสียที่เกิดจากพื้นที่ฝั่งตะวันตกไหลลงระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลางร้อยละ 85.66 ของน้ำเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมด สำหรับอาคารที่ไม่ส่งน้ำเสียลงสู่ระบบบำบัดแบบศูนย์กลาง จะมีระบบบำบัดแบบติดที่ของแต่ละอาคารเอง แต่ระบบเหล่านี้มีสภาพชำรุดไม่สามารถบำบัดน้ำเสียอย่างมีประสิทธิภาพ

3.2 อัตราการไหลและภาระบรรทุกบีโอดีของน้ำเสียในบ่อสูบ

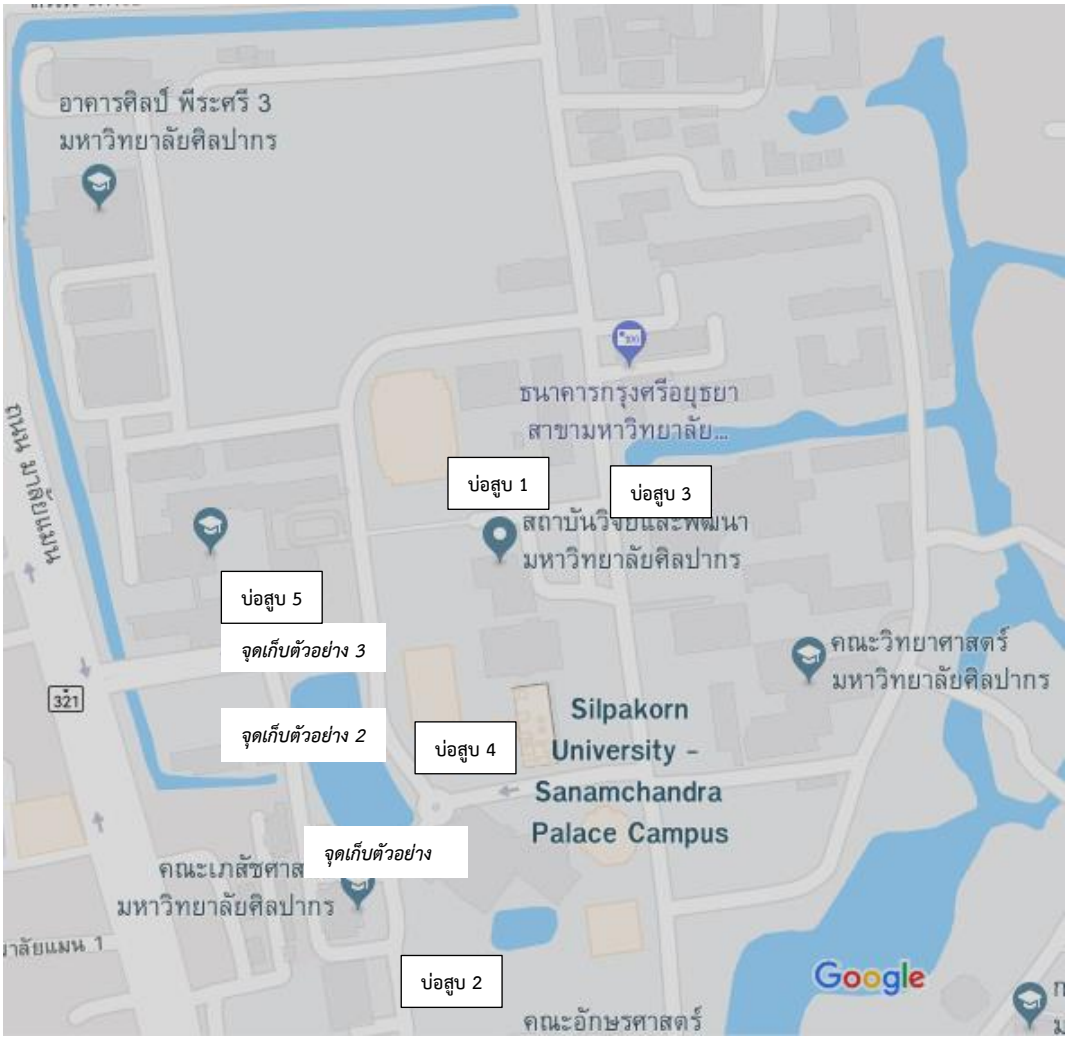
รูปที่ 2 แสดงอัตราการไหลของน้ำเสียที่ไหลลงบ่อสูบทั้ง 5 บ่อใน 2 ฤดู บ่อสูบที่มีอัตราการไหลของน้ำเสียสูงได้แก่ บ่อสูบโรงอาหารเพชรรัตน์ และบ่อสูบบริเวณคณะเภสัชศาสตร์ ซึ่งเป็นบ่อสูบที่รับน้ำจากโรงอาหารเช่นเดียวกัน อัตราการไหลรวมของน้ำเสียที่ลงสู่ระบบบำบัดแบบศูนย์กลางเท่ากับ 600.58 – 2,152 ลบ.ม./วัน

ท่อระบายน้ำเสียของมหาวิทยาลัยเป็นแบบท่อแยกซึ่งน้ำฝนจะไม่ไหลลงมารวมในท่อระบายน้ำเสีย แต่เมื่อเปรียบเทียบอัตราการไหลของ 2 ฤดูก็ยังพบว่าในฤดูฝนมีอัตราการไหลของน้ำเสียมากกว่าในฤดูแล้ง เนื่องจากในฤดูฝนเป็นช่วงภาคการศึกษาต้นซึ่งอยู่ระหว่างเดือน สิงหาคม – ธันวาคม 2559 ซึ่งมีกิจกรรมต่างๆ เกิดขึ้นมากมาย เช่น กิจกรรมรับน้องใหม่ การประชุมเชียร์ กิจกรรมเปิดโลกชมรม สัปดาห์วิทยาศาสตร์ และการแข่งขันกีฬาต่างๆ เป็นต้น ส่งผลให้เกิดน้ำเสียมากกว่าช่วงฤดูแล้งซึ่งเป็นช่วงภาคการศึกษาปลายซึ่งอยู่ระหว่างเดือนมกราคม – พฤษภาคม 2560 ซึ่งมีกิจกรรมต่าง ๆ น้อย

รูปที่ 3 แสดงภาระบีโอดีที่ลงสู่บ่อสูบทั้ง 5 บ่อใน 2 ฤดูกาล บ่อสูบที่มีภาระบีโอดีสูงสุด ได้แก่ บ่อสูบโรงอาหารเพชรรัตน์ ภาระบรรทุกบีโอดีในฤดูฝนสูงกว่าในฤดูแล้ง ภาระบีโอดีรวมที่ลงสู่ระบบบำบัดแบบศูนย์กลางเท่ากับ 162.69 – 306.76 กก.-บีโอดี/วัน

จากการศึกษาของมัลลิกาและคณะ (2537) พบว่าในปี พ.ศ. 2537 มีอัตราการไหลของน้ำเสียและภาระบรรทุกบีโอดี เท่ากับ 707 ลบ.ม./วัน และ 79.90 กก./บีโอดี-วัน ตามลำดับ และในปี พ.ศ. 2559 – 2560 มีอัตราการไหลและภาระบรรทุกบีโอดีเท่ากับ 600.58 - 2,152.50 ลบ.ม./วัน และ 162.69 - 306.76 กก./บีโอดี-วัน ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าในปี พ.ศ. 2537 ถึง 3 และ 2 เท่าตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากในปี พ.ศ. 2537 มีบ่อสูบเพียง 2 บ่อรับน้ำเสียจากคณะวิทยาศาสตร์ หอพักเพชรรัตน์ โรงอาหารสระแก้ว เท่านั้น แต่ในปี พ.ศ.

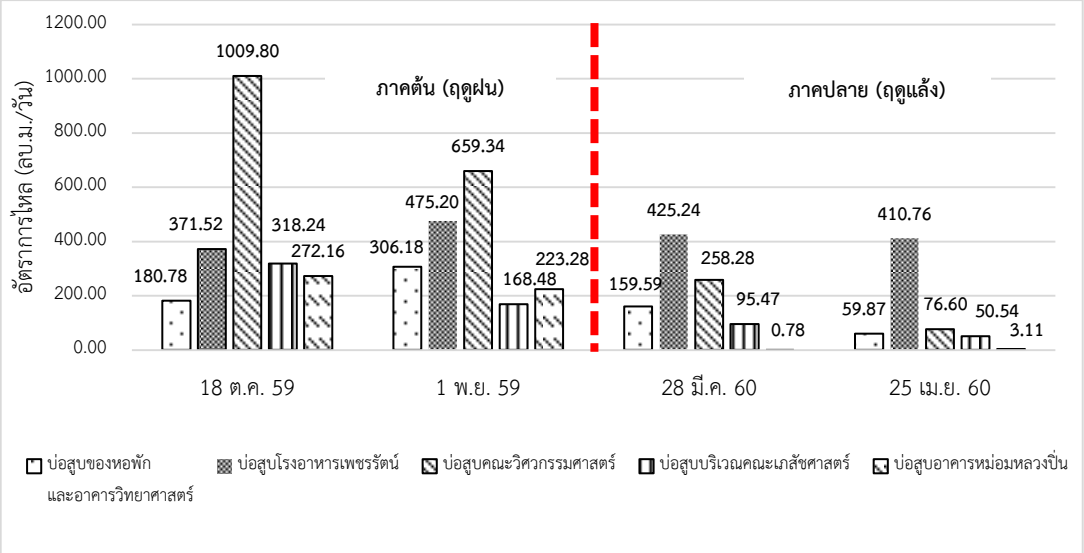
2559 – 2560 มีการรวบรวมน้ำเสียลงบ่อสูบจำนวน 7 บ่อ (แต่ชำรุดอยู่ 2 บ่อ) จากกลุ่มอาคารต่างๆ เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง



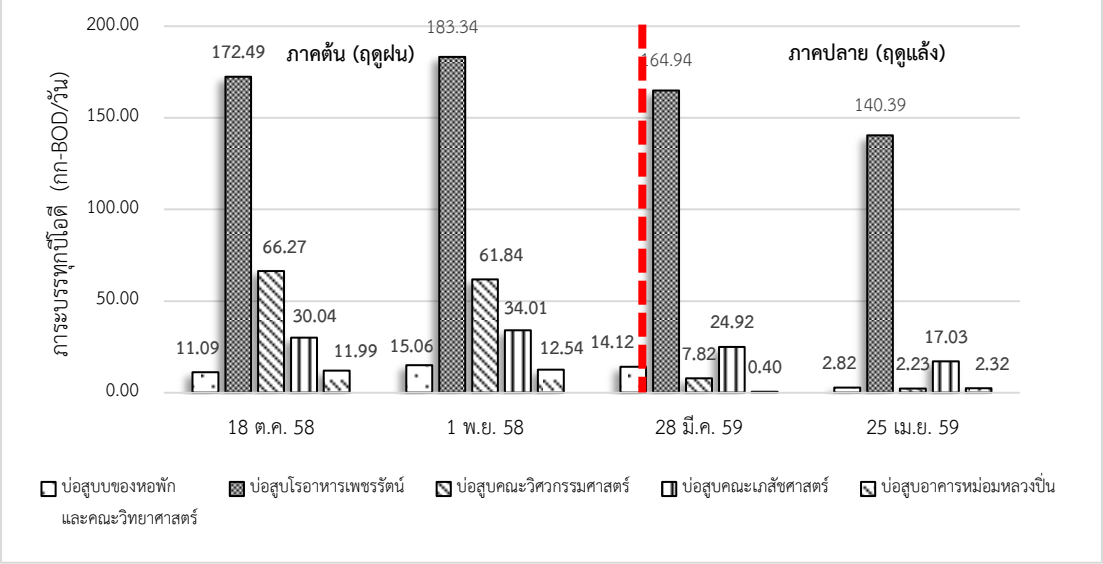
รูปที่ 1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากบ่อสูบและระบบบำบัดน้ำเสีย

หมายเหตุ บ่อสูบ 1 : บ่อสูบโรงอาหารเพชรรัตน์
บ่อสูบ 2 : บ่อสูบคณะเภสัชศาสตร์
บ่อสูบ 3 : บ่อสูบหอพักและคณะวิทยาศาสตร์
บ่อสูบ 4 : บ่อสูบอาคารหม่อมหลวงปิ่น
บ่อสูบ 5 : บ่อสูบคณะเภสัชศาสตร์

Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakorn University
Volume 5 Number 1 January – February 2018 ISSN 2408 - 1248



รูปที่ 2 อัตราการไหลเฉลี่ยของน้ำเสียที่ลงบ่อสูบต่าง ๆ



รูปที่ 3 ภาระบรรทุกบีโอดีเฉลี่ยของน้ำเสียที่ไหลลงสู่บ่อสูบต่าง ๆ

3.3 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง

3.3.1 สภาพปัจจุบันของระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง

จากการสำรวจสภาพแวดล้อมโดยรอบบ่อบำบัดน้ำเสียเมื่อวันที่ 25 เมษายน 2560 พบว่าบ่อบำบัดที่ 1 มีต้นไม้จำนวนมากอยู่บริเวณรอบบ่อ และมีบางส่วนที่ยื่นลงไปปกคลุมน้ำในบ่อบำบัดและพบว่ามีแหนเจริญขึ้นปกคลุมผิวน้ำทั่วทั้งบ่อ ต้นไม้และพืชน้ำเหล่านี้จะไปบดบังแสงแดดที่ส่องลงมายังบ่อส่งผลให้สาหร่ายสังเคราะห์แสงได้น้อยลง ส่วนบ่อบำบัดที่ 2 มีต้นไม้เจริญอยู่บริเวณรอบบ่อแต่ไม่มีส่วนที่ยื่นลงไปปกคลุมน้ำในบ่อบำบัด บริเวณที่เชื่อมต่อระหว่างบ่อบำบัดทั้ง 2 บ่อ ซึ่งเชื่อมด้วยท่อพีวีซีเกิดการชำรุด บริเวณท่อน้ำล้นที่ออกจากบ่อบำบัดที่ 2 ยังพบเศษขยะ เช่น ขวดแก้วและกระป๋องเครื่องดื่มทิ้งอยู่ ดังรูปที่ 4

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลางแต่เดิมก่อสร้างเป็นระบบบำบัดแบบบ่อผึ่ง ซึ่งอาศัยออกซิเจนจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายและการถ่ายเทออกซิเจนจากอากาศ แต่เนื่องจากการขยายตัวทางการศึกษาของมหาวิทยาลัยทำให้ทั้งจำนวนบุคลากรและนักศึกษาเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณน้ำเสียในปัจจุบันเพิ่มขึ้นจากในอดีตจึงต้องติดตั้งเครื่องเติมอากาศเพื่อช่วยเติมออกซิเจน อย่างไรก็ตามการติดตั้งและเปิดใช้งานเครื่องเติมอากาศนี้ยังไม่มีการวางแผนเกี่ยวกับขนาดและตำแหน่งการวางเครื่องเติมอากาศ รวมทั้งเครื่องเติมอากาศก็ไม่ได้เปิดใช้งานตลอดเวลา และไม่กำหนดเวลาเปิด-ปิดแน่นอน ทำให้บางขณะความเข้มข้นของออกซิเจนในน้ำต่ำมาก จุลินทรีย์ไม่สามารถย่อยสารอินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.3.2 ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์สมบัติของน้ำเข้าและออกจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง รวมทั้งประสิทธิภาพการบำบัดมลสารต่างๆ เมื่อนำสมบัติของน้ำออกจากระบบบำบัดไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานการควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน อาคารประเภท ก พบว่าค่าเจลดาห์ลไนโตรเจนต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ส่วนค่าบีโอดีและของแข็งแขวนลอยมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน เนื่องจากระบบบำบัดมีภาระบรรทุกบีโอต่อพื้นที่ผิวที่เข้าสู่ระบบเกินจากเกณฑ์การออกแบบของกรมโรงงานอุตสาหกรรม (2559) ส่งผลให้ระบบบำบัดไม่สามารถบำบัดบีโอดีได้ อีกทั้งภายในบ่อบำบัดยังมีพืชน้ำและตะกอนก้นบ่อมากทำซึ่งเป็นการเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์และของแข็งแขวนลอยในน้ำด้วย

ประสิทธิภาพรวมของระบบบำบัดสามารถแบ่งตามประสิทธิภาพในการบำบัดได้ 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 ประสิทธิภาพในการบำบัดสูง ได้แก่ แบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดและแบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์มมีประสิทธิภาพเฉลี่ยร้อยละ 82.05 และ 89.97 ตามลำดับ กลุ่มที่ 2 ประสิทธิภาพในการบำบัดปานกลาง ได้แก่ เจดาห์ลไนโตรเจน และฟอสฟอรัสทั้งหมดมีประสิทธิภาพเฉลี่ยร้อยละ 45.54 และ 5.03 ตามลำดับ กลุ่มที่ 3 ประสิทธิภาพในการบำบัดต่ำมากหรือไม่สามารถบำบัดได้เลย ได้แก่ บีโอดี และของแข็งแขวนลอย

จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าระบบบำบัดน้ำเสียรวม ในปี พ.ศ. 2559-2560 มีประสิทธิภาพในการบำบัดพารามิเตอร์ต่าง ๆ ลดลงจากปี พ.ศ.2537 อย่างมาก จากการศึกษาพบว่าในปี พ.ศ. 2559 – 2560 มีภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นจากในปี พ.ศ. 2537 ถึง 27 เท่า ส่งผลให้ระบบบำบัดมีประสิทธิภาพในการบำบัดที่ไม่เพียงพอต่อภาระบีโอดีที่เพิ่มขึ้นในปัจจุบัน

Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakorn University
Volume 5 Number 1 January – February 2018 ISSN 2408 - 1248

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบสมบัติของน้ำเข้าและออกจากระบบบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลางกับค่ามาตรฐาน และประสิทธิภาพการบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง

พารามิเตอร์	น้ำเข้า	น้ำออก	ค่ามาตรฐาน*	ประสิทธิภาพการบำบัด (ร้อยละ)	
				พ.ศ. 2559-2560	พ.ศ. 2537**
บีโอดี (มก./ล.)	26.2 - 117.6	40.5 - 89	ไม่เกิน 20	ไม่สามารถบำบัดได้	25.7
ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	1.5 - 28.33	3.9 - 53.67	ไม่เกิน 30	ไม่สามารถบำบัดได้	ไม่สามารถบำบัดได้
เจลดาห์ลไนโตรเจน (มก./ล.)	35.03 - 67.28	15.1 - 36.26	ไม่เกิน 35	46.86-48.53	95.31
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (มก./ล.)	0.27 - 1.99	0.16 - 1.36	-	5.03-36.17	25.69-69.24
แบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด (MPN/100 ml)	70,000 - 790,000	2,200 - 54,000	-	79.08-82.05	สูงกว่าร้อยละ 90
แบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์ม (MPN/100 ml)	21,000 - 790,000	680 - 2,600	-	83.22-89.70	สูงกว่าร้อยละ 90

ที่มา : * ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน อาคารประเภท ก ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2553)

** มัลลิกา และ คณะ (2537)

บ่อบำบัดที่ 1 บ่อบำบัดที่ 2

จุดเชื่อมต่อระหว่าง 2 บ่อ

บ่อน้ำล้นรับน้ำจากบ่อบำบัดที่ 2 ก่อนปล่อยออกสู่คลองภายในมหาวิทยาลัย

รูปที่ 4 สภาพแวดล้อมโดยรอบบ่อบำบัดน้ำเสียถ่ายเมื่อวันที่ 25 เมษายน 2560

Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakorn University
Volume 5 Number 1 January – February 2018 ISSN 2408 - 1248

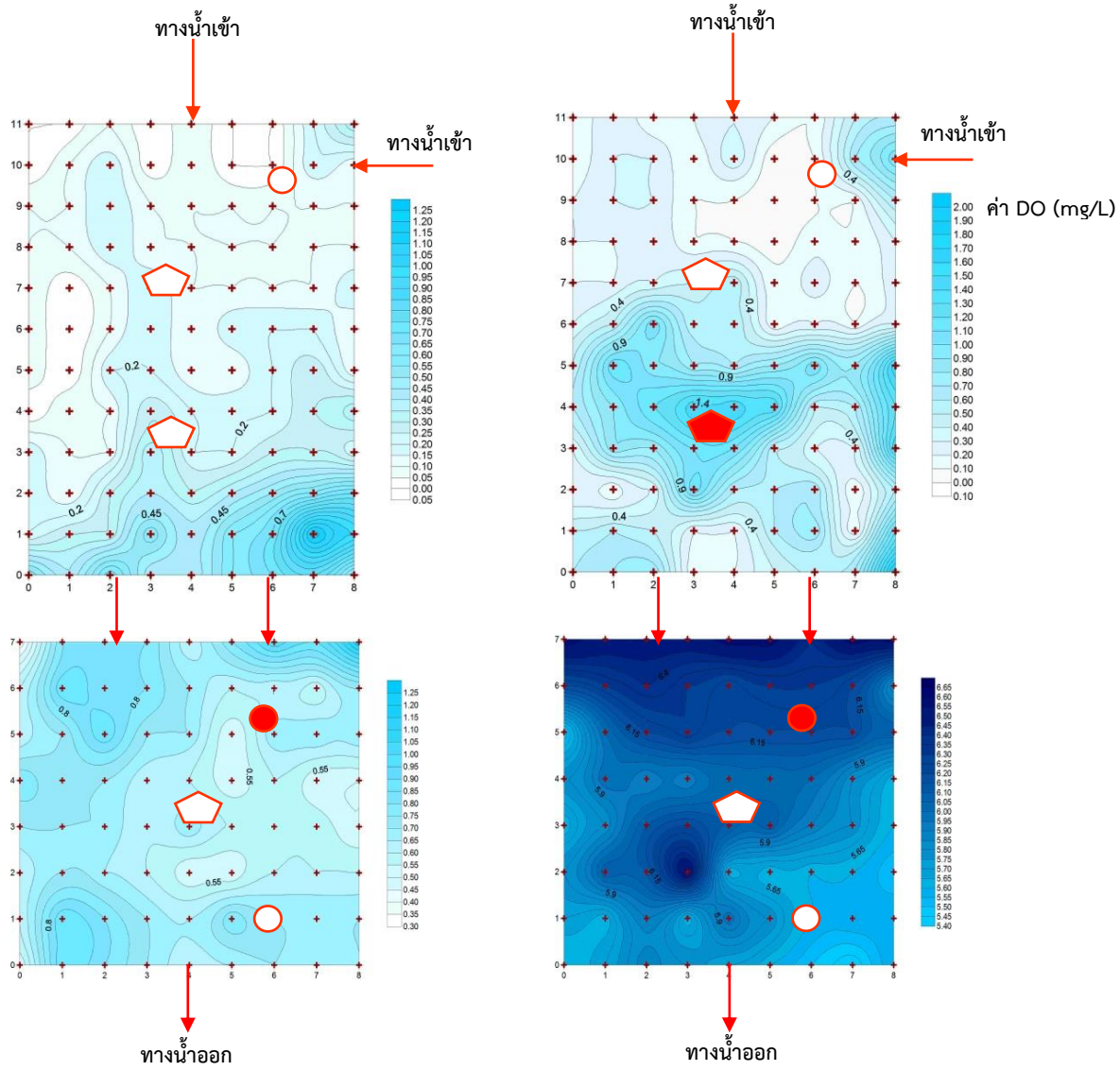
3.3.3 การกระจายของออกซิเจนละลายน้ำในระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง

การกระจายของออกซิเจนละลายน้ำในบ่อบำบัดแสดงดังรูปที่ 5 ซึ่งสรุปได้ดังนี้ ออกซิเจนละลายน้ำในบ่อที่ 1 ในช่วงเช้ามีปริมาณออกซิเจนละลายต่ำซึ่งเกิดขึ้นตามบริเวณมุมบ่อหรือบริเวณที่ห่างไกลจากเครื่องเติมอากาศ เนื่องจากมีแหนปกคลุมผิวน้ำหนาแน่นและบริเวณรอบบ่อมีต้นไม้ขึ้นอยู่จำนวนมาก และในช่วงบ่ายมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงกว่าช่วงเช้าซึ่งเกิดจากการสังเคราะห์แสงของแหนและสาหร่ายที่เจริญเติบโตอยู่ในบ่อบำบัด รวมทั้งมีการเปิดเครื่องเติมอากาศในบ่อที่ 1 ด้วย อย่างไรก็ตามการกระจายของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในบ่อไม่สม่ำเสมอทั่วทั้งบ่ออาจเป็นผลจากเครื่องเติมอากาศที่มีประสิทธิภาพในการกระจายออกซิเจนไม่เพียงพอ ส่วนในบ่อบำบัดที่ 2 มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่างกันมากในช่วงเช้าและบ่าย โดยในช่วงเช้าจะมีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำที่ต่ำกว่าช่วงช่วงบ่ายเนื่องจากในช่วงบ่ายมีการสังเคราะห์แสงของแหนและสาหร่าย

3.3.4 การเปรียบเทียบระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลางในปี พ.ศ. 2537 และ พ.ศ.2559-2560

จากตารางที่ 2 พบว่าภาระบรรทุกบีโอดีต่อพื้นที่ผิวของบ่อที่ 1 อยู่ในช่วง 279.73–334.83 ก./ตร.ม.-วัน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 300.48 ก./ตร.ม.-วัน ซึ่งเมื่อเทียบกับที่วิศวกรได้ออกแบบเมื่อเริ่มก่อสร้างบ่อบำบัดในปี พ.ศ. 2528 พบว่าภาระบรรทุกบีโอดีต่อพื้นที่ผิวมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่วิศวกรได้ออกแบบไว้ และเมื่อเปรียบเทียบกับกับเกณฑ์การออกแบบของบ่อผึ่ง และบ่อแฟคัลเททีฟซึ่งกำหนดโดยกรมโรงงานอุตสาหกรรม (2559) พบว่ามีค่าสูงเกินเกณฑ์ที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมได้กำหนดไว้ถึง 16 เท่า

ภาระบรรทุกบีโอดีต่อพื้นที่ผิวของบ่อที่ 2 อยู่ในช่วง 20.30 – 205.31 ก./ตร.ม.-วัน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 111.66 ก./ตร.ม.-วัน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การออกแบบที่กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2554) ได้ออกแบบไว้ พบว่าค่าภาระบรรทุกบีโอดีต่อพื้นที่ผิวเกินจากค่าที่เกณฑ์การออกแบบได้กำหนดไว้ถึง 20 เท่า ส่งผลให้บ่อบำบัดไม่สามารถคงสภาพความเป็นออกซิเจนไว้ได้เนื่องจากปริมาณออกซิเจนจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายไม่เพียงพอสำหรับการย่อยสลายอีกต่อไป หากต้องการคงสภาพการบำบัดแบบใช้อากาศ (Aerobic treatment) ต้องปรับปรุงระบบบำบัดให้เป็นบ่อเติมอากาศ (Aerated lagoon) และบ่อตกตะกอน (Sedimentation pond)



(ก) เวลา 06.00-09.00 น. (ข) เวลา 16.00-18.00 น.

รูปที่ 5 ค่าออกซิเจนละลายในน้ำบ่อที่ 1 และ 2 ของวันที่ 1 พฤศจิกายน 2559

หมายเหตุ : **สัญลักษณ์ในภาพที่ 6** หมายถึง

คือ เครื่องเติมอากาศแบบสามขา**ทำงาน**

คือ เครื่องเติมอากาศแบบทุ่นลอย**ทำงาน**

คือเครื่องเติมอากาศแบบสามขา**ไม่ทำงาน**

คือ เครื่องเติมอากาศแบบทุ่นลอย**ไม่ทำงาน**

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบสภาพปัจจุบันของระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลางกับเกณฑ์การออกแบบ

	บ่อที่ 1 (บ่อผึ่ง)		บ่อที่ 2 (บ่อบ่ม)	
	พ.ศ. 2559 - 2560	พ.ศ. 2537*	พ.ศ. 2559 - 2560	พ.ศ. 2537*
ภาระบรรทุกบีโอดี /พื้นที่ผิว (ก./ตร.ม.-วัน)	279.73 – 334.83	-	20.30 – 205.31	-
ภาระบรรทุกบีโอดี/พื้นที่ผิว (เฉลี่ย) (ก./ตร.ม.-วัน)	300.48	11.13	111.66	5.24
ความลึก (เมตร)	1.5	1.0	1.0	1.2
ระยะเวลากักพัก (วัน)	3.12	36.00	1.20	23.12
ค่าที่วิศวกรออกแบบไว้ในปี พ.ศ. 2528 ภาระบรรทุกบีโอดีต่อพื้นที่ผิว (ก./ตร.ม.-วัน)	6 - 15		-	
เกณฑ์การออกแบบของกรมโรงงานอุตสาหกรรม พ.ศ. 2559** ภาระบรรทุกบีโอดีต่อพื้นที่ผิว (ก./ตร.ม.-วัน)	บ่อผึ่ง 9.03 – 18.1		บ่อบ่ม < 1.70	
เวลากักพัก (วัน)	4 – 10		5 – 7	

หมายเหตุ : * มัลลิกาและคณะ (2537)
** กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2559)

4. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

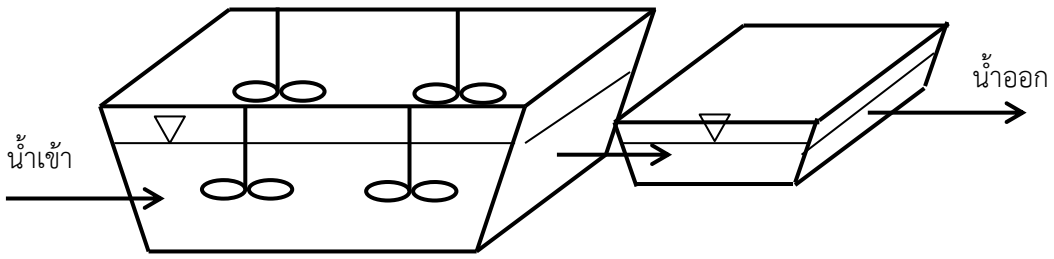
มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ ก่อให้เกิดน้ำเสีย 4 ประเภท ได้แก่ น้ำโสโครก น้ำทิ้งจากครัว น้ำทิ้งจากการซักล้าง รวมทั้งน้ำทิ้งจากห้องปฏิบัติการและจากการล้างสี อัตราการไหลและภาระบีโอดีของน้ำเสียลงสู่ระบบบำบัดแบบศูนย์กลางเฉลี่ย 1,406.17ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และ 243.39 กิโลกรัม-บีโอดี/วัน ตามลำดับ ระบบบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลางสามารถบำบัดได้เฉพาะแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดและแบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์ม ส่วนมลสารอื่นๆ ไม่สามารถบำบัดได้ ทั้งนี้เนื่องจากภาระบรรทุกบีโอดีต่อพื้นที่ผิวและระยะเวลากักพักไม่เป็นไปตามเกณฑ์การออกแบบที่กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2554) ได้กำหนดไว้ จึงทำให้ระบบบำบัดมีประสิทธิภาพการบำบัดต่ำ ข้อเสนอเพื่อการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง ดังนี้

1) หากต้องการคงสภาพการบำบัดแบบใช้อากาศ (Aerobic treatment) ต้องปรับปรุงบ่อที่ 1ให้เป็นบ่อเติมอากาศ (Aerated lagoon) โดยขุดบ่อให้ลึกและติดตั้งเครื่องเติมอากาศให้มีการกระจายของอากาศภายในบ่อบำบัดอย่างเหมาะสม นอกจากนั้นต้องปรับปรุงบ่อที่ 2 เป็นบ่อตกตะกอน (Sedimentation pond) เพื่อลดปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำออกด้วย เมื่อคำนวณขนาดของบ่อบำบัดทั้ง 2 ตามภาระบีโอดีปี พ.ศ. 559-2560 และโดยใช้เกณฑ์การออกแบบของกรมโรงงานอุตสาหกรรม พ.ศ. 2554 และ สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2540 ได้ขนาดบ่อดังรูปที่ 6

2) ควรมีการบำรุงและดูแลรักษาบ่อบำบัดอย่างสม่ำเสมอ โดยซ่อมแซมขอบบ่อบริเวณรอยต่อระหว่างบ่อที่ 1 และบ่อที่ 2 และซ่อมแซมท่อน้ำเข้าบ่อที่ 2 ซึ่งชำรุดอยู่เพื่อป้องกันการไหลลัดวงจรของน้ำเสีย

3) ควรตัดต้นไม้บริเวณด้านข้างบ่อ กำจัดแหนที่ปกคลุมผิวน้ำในบ่ออย่างหนาแน่นเป็นประจำเพื่อลดการบดบังแสงแดด

4) ควรมีการขุดลอกตะกอนภายในบ่อเป็นประจำสม่ำเสมอเพื่อลดค่าบีโอดีและของแข็งแขวนลอยภายในบ่อ อย่างไรก็ตามการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเป็นบ่อเติมอากาศและบ่อตกตะกอนเป็นการแก้ปัญหาระยะสั้นเท่านั้น เนื่องจากระบบนี้สามารถบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นในปัจจุบันคือปี พ.ศ. 2559-2560 เท่านั้น นอกจากนั้นจากการสำรวจพบว่าน้ำเสียจากบางอาคารไม่ได้ถูกรวบรวมลงสู่ระบบบำบัดแบบศูนย์กลางหากต้องการรวบรวมน้ำเสียทั้งหมดลงระบบบำบัดน้ำเสียหรือหากจำนวนบุคลากรและนักศึกษาเพิ่มขึ้นในอนาคตระบบที่คำนวณไว้ข้างต้นจะไม่เพียงพอที่จะบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นหากต้องการแก้ปัญหามลพิษทางน้ำในระยะยาวควรเปลี่ยนเป็นระบบบำบัดที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น ระบบเลี้ยงตะกอน (Activated sludge) เป็นต้น



บ่อเติมอากาศ ขนาด
44.0 ม. X 66.5 ม. X 4.2 ม.
ติดตั้งเครื่องเติมอากาศจำนวน 4 เครื่อง
สามารถเติมอากาศได้รวม 300 กก.ออกซิเจน / วัน

บ่อตกตะกอน ขนาด
44.0 ม. X 38.5 ม. X 1.7 ม.

รูปที่ 6 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลางที่เสนอแนะเพื่อแก้ปัญหาในระยะสั้น

5. กิติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนันสนุนจากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ในปีงบประมาณ 2560 คณะผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

APHA, AWWA and WEF. (2005). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21st Edition. APHA., Washington, D.C.

กรมควบคุมมลพิษ. (2553). **ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนลงวันที่ 7 เมษายน 2553 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่ 127 ตอนพิเศษ 69ง.** 2 มิถุนายน 2553.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2559). **ตำราระบบบำบัดมลพิษน้ำ.** พิมพ์ครั้งที่ 6 กรมโรงงานอุตสาหกรรม, กรุงเทพมหานคร.

ชนัญญู วงษ์สวรรค์, ศรสวรรค์ แจ้งจิตร, สุทธินีย์ ใจเรือง และสุนิสา ขุนวัด. (2556). **การศึกษาแนวทางการปรับสภาพน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของมหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ เพื่อนำกลับมาหมุนเวียนใช้ใหม่ในงานภูมิทัศน์ภายในมหาวิทยาลัย.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

มัลลิกา เอียงผาสุก, จารุวรรณ หวะสุวรรณ, ผ่องศรี เผ่าภูรีและนที ส่งบุญ. (2537). **การประเมินประสิทธิภาพและศักยภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. นครปฐม

ภาษาต่างประเทศ

Mahassen, M. E. D., Senousy, W. M. E., Aatty, A. M. A. and Kamel, M. (2008). **Performance Evaluation of a Waste Stabilization Pond in a Rural Area in Egypt.** American journal of environmental science, Vol. 4 : 316 – 325.

Nasr, F. A., El-Ashmawy, A., Eltaweel, G. and El-Shafai, S. A. (2008). **Waste Stabilization Ponds for Wastewater Treatment and Reuse in Egypt**. The first international conference on Hazardous waste Management, October 1-3, 2008. Chania, Greece.