

รายงานการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล

สังกัดกระทรวงสาธารณสุขเขตสุขภาพที่ ๕

โดย

จิตรรัตน์ ดำรงค์สอน

กลุ่มพัฒนาอนามัยสิ่งแวดล้อม

ศูนย์อนามัยที่ ๕ ราชบุรี กรมอนามัย

พ.ศ. ๒๕๖๓

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุขเขตสุขภาพที่ 5 สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความร่วมมือจากหลายฝ่าย ได้แก่ โรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุขเขตสุขภาพที่ 5 ที่ให้ข้อมูลและอำนวยความสะดวกตลอดการดำเนินการศึกษารั้งนี้ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดที่ประสานงานและให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์

ในท้ายที่สุด ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กลุ่มพัฒนานามัยสิ่งแวดล้อม ศูนย์อนามัยที่ 5 ราชบุรี ที่สนับสนุนให้ความช่วยเหลือในทุกๆด้าน จนการศึกษารั้งนี้สำเร็จลงด้วยดี หวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลการศึกษารั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่จะนำผลจากการวิจัยไปใช้ในการวางแผนส่งเสริมสนับสนุนการจัดการน้ำเสียในโรงพยาบาลให้สอดคล้องสถานการณ์ในปัจจุบัน อันจะนำไปสู่การจัดการที่เหมาะสมและสร้างความเชื่อมั่นให้ชุมชน

ผู้วิจัย

ตุลาคม 2563

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียในภาพรวมโรงพยาบาลในเขตสุขภาพที่ 5 จากความสามารถในการกำจัดสารอินทรีย์ ได้แก่ ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand ; BOD) และความสามารถในการลดค่าของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids ; SS) ทางห้องปฏิบัติการ ดำเนินการในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จำนวน 30 แห่ง เขตสุขภาพที่ 5 ซึ่งมีระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวตเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge ; AS) เก็บรวบรวมข้อมูลโดยแบบสอบถามและการตรวจวิเคราะห์น้ำเสียทางห้องปฏิบัติการ ระหว่างเดือน เมษายน ถึง กันยายน 2562 สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ สถิติพรรณนา การแจกแจงความถี่ ค่าเฉลี่ย และร้อยละ ผลการศึกษา พบว่า ส่วนใหญ่ระบบบำบัดน้ำเสียมีสภาพดีและใช้งานอยู่ปกติ มีผู้ดูแลระบบ 1 - 2 คน ส่งตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งทางห้องปฏิบัติการ 4 ครั้ง/ปี คุณภาพน้ำผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มีการกำจัดขยะในบ่อสูบทุกวัน มีการตรวจวัดค่าออกซิเจนในบ่อเติมอากาศ (ร้อยละ 66.67) ผู้ดูแลระบบมีการสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลขณะปฏิบัติงาน ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียในการลดค่า BOD ตั้งแต่ร้อยละ 78.18 ขึ้นไป โดยระบบบำบัดแบบกวนสมบูรณ์ (Completely Mixed Activated Sludge ; CMAS) มีประสิทธิภาพในการลดค่า BOD เฉลี่ยร้อยละ 92.42 ขณะที่ระบบบำบัดแบบซีเควนซ์แบตช์ (Sequencing Batch Reactor ; SBR) และแบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch ; OD) มีประสิทธิภาพในการลดค่า BOD ตั้งแต่ร้อยละ 91.35 และร้อยละ 78.18 ขึ้นไป ตามลำดับ และระบบบำบัดน้ำเสียสามารถบำบัดค่า SS ของน้ำเสียลดลง ตั้งแต่ร้อยละ 32.43 - 98.94 โดยระบบบำบัดแบบซีเควนซ์แบตช์ (Sequencing Batch Reactor ; SBR) แบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch ; OD) และแบบกวนสมบูรณ์ (Completely Mixed Activated Sludge ; CMAS) มีประสิทธิภาพในการลดค่า SS เฉลี่ยร้อยละ 81.11, 80.10 และ 72.25 ตามลำดับ และพบว่าน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล มีค่า BOD และ SS อยู่ภายในเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด ร้อยละ 88.89 ผลการศึกษาให้ข้อเสนอแนะได้ว่า ในภาพเขตหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรส่งเสริมสนับสนุนให้มีการพัฒนาศักยภาพของผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียอย่างต่อเนื่องเพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจในการควบคุม ดูแลระบบให้เป็นไปตามค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ส่วนโรงพยาบาลควรบริหารจัดการงานระบบบำบัดน้ำเสียอย่างเป็นระบบและมีการกำกับติดตามอย่างเคร่งครัด มีการวิเคราะห์เชื่อมโยงผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งประจำปีกับค่าพารามิเตอร์ประจำวัน เพื่อสามารถค้นพบสาเหตุแนวโน้มของปัญหาได้อย่างรวดเร็ว

คำสำคัญ : ประสิทธิภาพ ระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาล

Abstract

This study was a survey research. The objective is to study the efficiency of the overall wastewater treatment system of hospitals in the health region 5 from the ability to eliminate organic substances such as BOD and the ability to reduce suspended solids (SS) in the laboratory. Operated in 30 hospitals under the jurisdiction of the Ministry of Public Health in the 5th Health Region, which had an Activated Sludge Treatment System. Data were collected by questionnaires and wastewater analysis in the laboratory between April and September 2019. Descriptive statistics were frequency distribution, mean and percentage. The results showed that most wastewater systems were in good condition and in normal used. There were 1-2 wastewater treatment system administrators. Laboratory wastewater quality checks were sent 4 times/year. Water quality had passed the standard criteria. Get rid of garbage in the pump well every day. Dissolved oxygen values were monitored in the aeration tank (66.67%). Administrators wore personal protective equipment while working. The efficiency of the wastewater treatment system to reduce the BOD was from 78.18% upwards. The average BOD removal efficiency of Completely Mixed Activated Sludge (CMAS) were 92.42%. The BOD removal efficiency of Sequencing Batch Reactor (SBR) and Oxidation Ditch (OD) were from 91.35% and 78.18% upwards respectively. The wastewater treatment system was reduce the SS value of wastewater 32.43 - 98.94%. Sequencing Batch Reactor (SBR), Oxidation Ditch (OD) and Completely Mixed Activated Sludge (CMAS) were effective in reducing the average SS by 81.11, 80.10 and 72.25 respectively. And found that the treated wastewater in the hospital wastewater treatment system had the BOD and SS values within the legal threshold of 88.89%. The results of the study suggest that at the regional level, relevant departments should promote and support the continuous development of wastewater treatment system administrators potential in order to have knowledge and understanding of system administration to meet the set standards. As for the hospital, the wastewater treatment system should be managed systematically and strictly monitored including analysis of links between annual wastewater quality inspections and daily parameters to quickly find the cause and trend of the problem.

Keywords : Efficiency, Wastewater treatment system, Hospital

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.4 นิยามศัพท์	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
2 เอกสารและงานวิชาการ/วิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ความหมายและแหล่งกำเนิดน้ำเสียในโรงพยาบาล	5
2.2 ลักษณะสมบัติน้ำเสีย	6
2.3 กระบวนการบำบัดน้ำเสีย	7
2.4 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเตดสลัดจ์ (Activated Sludge ; AS) ที่ใช้ในโรงพยาบาลและฟาร์มเตอรที่ตองตรวจวิเคราะห์	10
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	26
3 วิธีดำเนินการวิจัย	29
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	29
3.2 ระเบียบวิธีวิจัย	29
3.2.1 ประเภทของการวิจัย	29
3.2.2 ประชากรที่จะศึกษา	29
3.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	29
3.2.4 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ	30
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลและวิธีทางสถิติที่ใช้	30
3.4 จริยธรรมในการวิจัย	30

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4 ผลการศึกษา	31
4.1 ข้อมูลทั่วไปของระบบบำบัดน้ำเสีย	31
4.2 ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย	34
5 สรุปผลการศึกษา อภิปราย และข้อเสนอแนะ	40
5.1 สรุปผลการศึกษา	40
5.2 อภิปรายผล	41
5.3 ข้อเสนอแนะในการนำผลงานไปใช้ประโยชน์	44
5.4 ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป	45
บรรณานุกรม	46
ภาคผนวก	
ก ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด	48
ข ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย	55
ค แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลของระบบบำบัดน้ำเสีย	56
ง รายนามผู้เชี่ยวชาญด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมในการตรวจสอบเครื่องมือ	57
จ ประมวลภาพการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย	58
ฉ ใบรับรองจริยธรรมการวิจัยเกี่ยวกับมนุษย์	59

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	รูปแบบของระบบแอกทิเวเต้ดสลัดจ์ที่ควบคุมตามค่า F/M
2	เกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต้ดสลัดจ์ในแต่ละรูปแบบ

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพประกอบที่	
1 ระบบเอกทิวเต็ดสลัดจ์แบบกวนสมบูรณ์	13
2 ระบบเอกทิวเต็ดสลัดจ์แบบปรับเสถียรสัมผัส	14
3 ระบบบำบัดแบบซีคอนชิงเบตซ์	15

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทรัพยากรน้ำเป็นสิ่งสำคัญและสิ่งจำเป็นสำหรับสิ่งมีชีวิตรวมถึงมนุษย์ มนุษย์ใช้น้ำในการทำกิจกรรมต่างๆ ได้แก่ ใช้ในกระบวนการผลิตด้านอุตสาหกรรม การเกษตรและประมง ใช้ประโยชน์ในด้านการคมนาคม ใช้ในการอุปโภคและบริโภค จากกิจกรรมเหล่านี้ หากไม่มีการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติจะทำให้เกิดปัญหาทางด้านมลพิษทางน้ำ น้ำเน่าเสีย ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำหรือบริเวณใกล้เคียง ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน การปนเปื้อนของสารพิษ การลดลงของปริมาณออกซิเจนในน้ำ ทัศนียภาพของแหล่งน้ำธรรมชาติเสื่อมโทรม ซึ่งปัจจุบันมีการพัฒนาด้านเศรษฐกิจ ความเจริญและการส่งเสริมการท่องเที่ยวของประเทศ เป็นผลให้มีการขยายตัวของชุมชนและกิจกรรมการผลิตและบริการเพื่อตอบสนองความต้องการของชุมชนมากขึ้นอย่างกว้างขวาง ปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ส่งเสริมการพัฒนาดังกล่าว คือ น้ำ และเมื่อมีการใช้น้ำ ผลที่ตามมาคือ การเกิดน้ำเสียในพื้นที่ต่างๆ โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีการพัฒนา การบำบัดน้ำเสียจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องควรให้ความร่วมมือ (กรมควบคุมมลพิษ, 2559ก)

โรงพยาบาลเป็นสถานที่ให้บริการรักษาพยาบาลผู้ป่วยด้วยโรคติดต่อและไม่ติดต่อ กิจกรรมที่ให้บริการก่อให้เกิดของเสีย เช่น มูลฝอยทั่วไป มูลฝอยติดเชื้อ มูลฝอยอันตราย และน้ำเสีย ซึ่งต้องได้รับการจัดการถูกต้องและเหมาะสม เพื่อให้มั่นใจได้ว่าของเสียจากโรงพยาบาลไม่ได้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ สำหรับน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมการให้บริการของโรงพยาบาลจัดเป็นน้ำเสียชุมชนประเภทหนึ่งเกิดจากการอุปโภคบริโภคของเจ้าหน้าที่และประชาชนที่มาใช้บริการและกิจกรรมทางการแพทย์ต่างๆ ทำให้น้ำเสียมีมลสาร สิ่งเจือปนต่างๆมากมายรวมถึงเชื้อโรค หากน้ำเสียเหล่านี้ไม่มีการควบคุม ดูแล และบำบัดที่ถูกต้องอย่างเหมาะสมก่อนระบายสู่ท่อระบายน้ำหรือแหล่งน้ำสาธารณะ ย่อมจะส่งผลให้เกิดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมต่างๆ เช่น ปนเปื้อนในแหล่งน้ำธรรมชาติ ทำให้น้ำเน่าเสีย และเป็นแหล่งแพร่กระจายของเชื้อโรคต่างๆ ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนที่อาศัยแหล่งน้ำนั้นในการอุปโภคและบริโภค ปัญหาและสภาพที่อาจก่อให้เกิดปัญหาในปัจจุบัน ได้แก่ ระบบบำบัดน้ำเสียถูกติดตั้งและใช้งานมาเป็นระยะเวลานาน และโรงพยาบาลเกือบทุกแห่งมีปัญหาหลักในการจัดการน้ำเสีย คือ ปริมาณน้ำเสียมากเกินไป ขาดผู้ชำนาญในการดูแลบำรุงรักษา ซึ่งหากการควบคุมดูแลระบบบำบัดไม่ดีจะทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดต่ำ คุณภาพน้ำทิ้งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เกิดความเสี่ยงต่อผู้ให้บริการ ผู้รับบริการ ชุมชน และสิ่งแวดล้อม

จากข้อมูลของกลุ่มพัฒนาอนามัยสิ่งแวดล้อม ศูนย์อนามัยที่ 5 ราชบุรี ปี 2562 ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข ในเขตสุขภาพที่ 5 จำนวน 68 แห่ง เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเตดสลัดจ์ (Activated Sludge ; AS) ร้อยละ 92.65 ซึ่งส่วนใหญ่ร้อยละ 95.31 ก่อสร้างและใช้งานมานานกว่า 20 ปี ประกอบกับโรงพยาบาลมีการขยายและปรับปรุงการให้บริการเพื่อรองรับชุมชนและประชากรที่เพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณน้ำเสียจากการรักษาผู้ป่วยเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย ดังนั้น เพื่อให้การจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาลเป็นไปอย่างได้ผล จึงเห็นความสำคัญที่จะดำเนินการศึกษาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลที่มีอยู่ เพื่อให้ทราบสถานการณ์และเป็นข้อมูลในระดับเขตในการวางแผนส่งเสริมและสนับสนุนโรงพยาบาลให้สามารถจัดการน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งก่อนระบายสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก

ดังนั้นผู้ทำการวิจัยจึงสนใจที่จะทำการศึกษาดัง “ประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุขเขตสุขภาพที่ 5” โดยตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียจากความสามารถในการกำจัดสารอินทรีย์ ได้แก่ ค่าบีโอดี (BOD) และความสามารถในการลดค่าของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) เนื่องจากของเสียทั้งหมดในระบบบำบัดน้ำเสียจะแปรผันตรงกับค่า BOD และค่า SS หมายความว่า ถ้าในระบบบำบัดน้ำเสียมีปริมาณของเสียหรือมีสารอินทรีย์เจือปนมากก็จะส่งผลให้ค่า BOD หรือปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์สารที่มีอยู่ในน้ำ และค่า SS สูงตามไปด้วย ดังนั้น จึงใช้ค่า BOD และ SS ในการวัดประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย ผู้ทำการวิจัยหวังว่าผลของการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานระดับเขตที่จะนำผลจากการวิจัยไปใช้ในการวางแผนส่งเสริมสนับสนุนการจัดการน้ำเสียในโรงพยาบาลให้สอดคล้องสถานการณ์ในปัจจุบัน

1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา

เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียในภาพรวมโรงพยาบาลในเขตสุขภาพที่ 5

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ น้ำเสียที่เกิดจากโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข เขตสุขภาพที่ 5 จำนวน 68 แห่ง

กลุ่มตัวอย่าง คือ น้ำเสียที่เกิดจากโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข เขตสุขภาพที่ 5 ที่มีระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเตดสลัดจ์ จำนวน 30 แห่ง

1.3.2 วิธีการเก็บตัวอย่างและวิธีตรวจทางห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่างน้ำเสียที่ใช้ในการวิจัยเป็นน้ำเสียจากของโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข เขตสุขภาพที่ 5 จำนวน 30 แห่ง ซึ่งมีระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเตดสลัดจ์ เก็บน้ำเสียก่อน

เข้าระบบบำบัดจากบ่อสูบลและเก็บน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว ด้วยวิธีเก็บตัวอย่างแบบจ้วง (Grap Sampling) เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียจากความสามารถในการกำจัดสารอินทรีย์ ได้แก่ ค่าบีโอดี (BOD) และความสามารถในการลดค่าของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) โดยนำส่งตรวจวิเคราะห์และทดสอบทางห้องปฏิบัติการ ด้วยวิธี Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA, AWWA, WEF, 23rd Edition, 2017.

1.3.3 ระยะเวลาในการวิจัย

เดือน เมษายน ถึง กันยายน 2562

1.4 นิยามศัพท์

1.4.1 ประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสีย หมายถึง ความสามารถของระบบบำบัดน้ำเสียที่จะลดค่าความสกปรก (ซึ่งใช้ค่า BOD และ SS เป็นตัวบ่งชี้)

1.4.2 น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่ใช้ในกิจกรรมต่างๆของโรงพยาบาล ปล่อยทิ้งลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย

1.4.3 ค่า BOD (Biochemical Oxygen Demand) หมายถึง ค่าที่บอกถึงปริมาณความสกปรกของน้ำเสีย โดยคิดเปรียบเทียบในรูปของปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในระหว่างการย่อยสลายสารประกอบคาร์บอนอินทรีย์ที่ 20 °C เป็นเวลา 5 วัน

1.4.4 ค่าของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids ; SS) หมายถึง ปริมาณของแข็งแขวนลอยที่กรองได้ด้วยกระดาษกรองใยแก้ว (Whatman GF/C) แล้วอบให้แห้งในน้ำเสียหรือน้ำทิ้ง

1.4.5 ประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียในการลดค่า BOD

$$= \frac{(\text{BOD ก่อนบำบัด} - \text{BOD หลังบำบัด}) \times 100}{\text{BOD ก่อนบำบัด}}$$

1.4.6 ประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียในการลดค่า SS

$$= \frac{(\text{SS ก่อนบำบัด} - \text{SS หลังบำบัด}) \times 100}{\text{SS ก่อนบำบัด}}$$

1.4.7 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเตดสลัดจ์ หมายถึง วิธีบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการทางชีววิทยา โดยใช้แบคทีเรียพวกที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Bacteria) เป็นตัวหลักในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ในการวิจัยครั้งนี้ศึกษาระบบแอกทิเวเตดสลัดจ์ใน 3 รูปแบบ คือ

1.4.7.1 ระบบแอกทิเวเตดสลัดจ์แบบกวนสมบูรณ์ (Completely Mixed Activated Sludge, CMAS) ลักษณะสำคัญ คือ ต้องมีถังเติมอากาศที่สามารถกวนให้น้ำและสลัดจ์ที่อยู่ข้างผสมเป็นเนื้อเดียวกันตลอดทั่วทั้งถัง ระบบนี้สามารถรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

(Shock Load) ได้ดี เนื่องจากน้ำเสียกระจายไปทั่วถึงและสภาพแวดล้อมต่างๆ ในถังเติมอากาศก็มีค่าสม่ำเสมอทำให้จุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่มีอยู่ลักษณะเดียวกันตลอดทั้งถัง

1.4.7.2 ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch, OD) ลักษณะสำคัญ คือ รูปแบบของถังเติมอากาศจะมีลักษณะเป็นวงรีหรือวงกลม ทำให้น้ำไหลวนเวียนตามแนวยาว (Plug Flow) ของถังเติมอากาศและรูปแบบการกวนที่ใช้เครื่องกลเติมอากาศตีน้ำในแนวนอน รูปแบบของถังเติมอากาศลักษณะนี้จะทำให้เกิดสภาวะที่เรียกว่าแอน็อกซิกซึ่งเป็นสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนละลายในน้ำ ทำให้ไนเตรทไนโตรเจน (NO_3) ถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซไนโตรเจน (N_2) โดยแบคทีเรียจำพวกไนตริฟายอิงแบคทีเรียทำให้ระบบสามารถบำบัดไนโตรเจนได้

1.4.7.3 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบปฏิกรณ์ซีควเอนซ์แบตช์ (Sequencing Batch Reactor, SBR) ลักษณะสำคัญ คือ เป็นระบบแอคติเวเตดสลัดจ์ประเภทเติมเข้า-ถ่ายออก มีขั้นตอนในการบำบัดน้ำเสียแตกต่างจากระบบตะกอนเร่งแบบอื่นๆ คือ การเติมอากาศและการตกตะกอนจะดำเนินการเป็นไปตามลำดับภายในถังปฏิกรณ์เดียวกัน โดยการเดินระบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบปฏิกรณ์ซีควเอนซ์แบตช์ 1 รอบการทำงาน (Cycle) จะมี 5 ช่วงตามลำดับ คือ ช่วงเติมน้ำเสีย ช่วงทำปฏิกรณ์ ช่วงตกตะกอน ช่วงระบายน้ำทิ้งและช่วงพักระบบ

1.4.8 การเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วง (Grap Sampling) เป็นการเก็บตัวอย่างครั้งเดียวที่จุดเดียวในเวลาใดเวลาหนึ่งแล้วนำมาวิเคราะห์ ซึ่งจะเป็นผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ณ จุดนั้น และเวลานั้น

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้แนวทางการดำเนินงานการพัฒนาบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุขเขตสุขภาพที่ 5 สามารถนำไปเป็นข้อมูลสำหรับหน่วยงานระดับเขตในการวางแผนส่งเสริมสนับสนุนการจัดการน้ำเสียในโรงพยาบาลให้สอดคล้องกับสถานการณ์ในปัจจุบัน อันจะนำไปสู่การจัดการที่เหมาะสมและสร้างความมั่นใจให้กับชุมชน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิชาการ/วิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษารั้วนี้ เป็นการศึกษาระสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข เขตสุขภาพที่ 5 โดยผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 2.1 ความหมายและแหล่งกำเนิดน้ำเสียในโรงพยาบาล
- 2.2 ลักษณะสมบัติน้ำเสีย
- 2.3 กระบวนการบำบัดน้ำเสีย
- 2.4 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเตดสลัดจ์ (Activated Sludge ; AS) ที่ใช้ในโรงพยาบาล และพารามิเตอร์ที่ต้องตรวจวิเคราะห์
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายและแหล่งกำเนิดน้ำเสียในโรงพยาบาล

2.1.1. ความหมายของน้ำเสีย

น้ำเสีย (wastewater) หมายถึง น้ำที่มีสิ่งเจือปนต่างๆมากมาย จนกระทั่งกลายเป็นลักษณะกลิ่น สี รส น่ารังเกียจของคนทั่วไป ไม่เหมาะสมสำหรับใช้ประโยชน์อีกต่อไป ถ้าปล่อยลงสู่ลำนน้ำธรรมชาติ จะทำให้คุณภาพน้ำของธรรมชาติเสื่อมโทรมได้

น้ำเสียชุมชน (Domestic Wastewater) หมายถึง น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมประจำวันและกิจกรรมที่เป็นอาชีพของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชน ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบอาหารและชำระล้างสิ่งสกปรกทั้งหลายภายในครัวเรือนและอาคารประเภทต่างๆ รวมถึงโรงพยาบาล (กรมควบคุมมลพิษ, 2560)

2.1.2 แหล่งกำเนิดน้ำเสียในโรงพยาบาล

กิจกรรมที่เกิดจากการให้บริการรักษาผู้ป่วยต่างๆ ภายในโรงพยาบาลก่อให้เกิดน้ำเสีย ดังนี้

- 1) สถานที่ตรวจผู้ป่วยนอก มีผู้ป่วยและญาติมาใช้ห้องน้ำ
- 2) สถานที่ตรวจผู้ป่วยใน มีผู้ป่วยมารับการรักษาตัวในโรงพยาบาล รวมทั้งญาติมาเฝ้า ลักษณะน้ำเสียจะแตกต่างกันตามสภาพการบริการ อาจมีการปนเปื้อนเลือด น้ำล้างต่างๆ หรือน้ำยาฆ่าเชื้อโรคในการทำมาสะอาดแผล
- 3) โรงซักผ้า ได้แก่ เสื้อผ้าผู้ป่วย หมอน เตียง ผ้าห่ม น้ำเสียอาจปนเปื้อนเชื้อโรค น้ำยาซักผ้าและน้ำร้อน
- 4) โรงครัวและห้องอาหาร น้ำเสียมีเศษอาหารและไขมันปนเปื้อนมาก
- 5) ห้องผ่าตัด ห้องคลอดและห้องเก็บศพ น้ำเสียมีการปนเปื้อนของเลือด น้ำยาฆ่าเชื้อโรค

6) ห้องปฏิบัติการ ลักษณะน้ำเสียประกอบด้วยเชื้อโรคที่ตรวจวิเคราะห์ อาหารเลี้ยงเชื้อ และสารเคมีฆ่าเชื้อโรค

7) ห้องยา น้ำเสียเกิดจากการปรุงยา

8) อาคารบ้านพักภายในโรงพยาบาล น้ำเสียมีลักษณะเหมือนกับน้ำเสียชุมชนทั่วไป เช่น การชักล้าง น้ำโสโครกจากชักโครก เป็นต้น

9) อาคารสถานที่ทำการต่างๆ เช่น ตึกอำนวยการ ห้องน้ำมีน้ำเสียจากอ่างล้างมือและน้ำโสโครกจากชักโครก

สรุปได้ว่าน้ำเสียจากโรงพยาบาลมีความสกปรกสูงกว่าน้ำเสียจากบ้านเรือน โดยมีทั้งน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมการดำรงชีวิต และน้ำเสียจากผู้ป่วยที่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ทำให้เกิดการเน่าเหม็นและเชื้อโรคต่างๆ ดังนั้นน้ำเสียที่เกิดจากทุกกิจกรรมภายในโรงพยาบาล จะต้องได้รับการบำบัด และผ่านการฆ่าเชื้อโรคก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม เพื่อไม่ให้ก่อให้เกิดปัญหาแก่แหล่งรองรับน้ำ ทำให้เกิดการเน่าเหม็นหรืออันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำซึ่งเป็นห่วงโซ่อาหารของคนและสัตว์ (กรมควบคุมมลพิษ, 2559ข)

2.2 ลักษณะสมบัติน้ำเสีย

ปริมาณน้ำเสียจากโรงพยาบาลอยู่ในช่วง 800 ลิตรต่อเตียงผู้ป่วย น้ำเสียจากโรงพยาบาลมีลักษณะคล้ายกับน้ำเสียจากบ้านเรือน มีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์และอาจมีสารอันตราย ได้แก่ จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ยาที่มีองค์ประกอบที่เป็นอันตราย สารเคมีฆ่าเชื้อโรค และสารกัมมันตรังสี ซึ่งเกิดจากกิจกรรมการให้บริการรักษาผู้ป่วย องค์ประกอบต่างๆของน้ำเสีย มีดังนี้

2.2.1 สารอินทรีย์ในน้ำเสียมีทั้งสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ย่อยสลายง่าย ได้แก่ สารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ใช้เป็นอาหาร เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน เป็นต้น และ สารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ย่อยสลายยาก ได้แก่ สารอินทรีย์ในกลุ่มที่จุลินทรีย์ทั่วไปนำไปใช้เป็นอาหารได้ยาก เช่น สีย้อมชนิดต่างๆ สีของกากน้ำตาล สีของน้ำกากส่า ซึ่งจุลินทรีย์ทั่วไปย่อยสลายได้ยากมากจะต้องหาจุลินทรีย์เฉพาะมาย่อยสลายสารเหล่านี้

2.2.2 สารอนินทรีย์ในน้ำเสีย ได้แก่ แร่ธาตุต่างๆที่อาจไม่ทำให้เกิดน้ำเน่าเหม็น แต่อาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ได้แก่ คลอไรด์ ซัลเฟต เป็นต้น

2.2.3 โลหะหนักและสารพิษ อาจอยู่ในรูปของสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ และสามารถสะสมอยู่ในห่วงโซ่อาหารของสัตว์หรือพืชได้ และเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เช่นปรอท โครเมียม ทองแดง และสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดศัตรูพืชที่ปนมากับน้ำทิ้งจากการเกษตร สำหรับในเขตชุมชนอาจมีสารมลพิษนี้มาจากอุตสาหกรรมในครัวเรือนบางประเภท เช่น อู่ซ่อมรถ ร้านชุบโลหะ และน้ำเสียจากโรงพยาบาล

2.2.4 น้ำมันและเศษวัตถุลอยน้ำต่างๆเป็นอุปสรรคต่อการสังเคราะห์แสง และกีดขวางการกระจายของออกซิเจนจากอากาศลงสู่ น้ำ นอกจากนั้น ยังทำให้เกิดไม่นาดูอีกด้วย โดยทั่วไปน้ำมันและไขมันมักจะแยกตัวออกจากน้ำเสียและลอยอยู่ที่ผิวน้ำ แต่ในบางสภาวะน้ำมันและไขมันอาจจะแขวนลอยอยู่ในน้ำเสียก็ได้ โดยมีผลมาจากความร้อนหรือสารลดแรงตึงผิวที่ปนเปื้อนในน้ำเสียนั้น

2.2.5 ของแข็ง เมื่อจมตัวสู่ก้นลำนํ้าจะเกิดสภาพไร้ออกซิเจนที่ท้องนํ้าทำให้นํ้าตื้นเขิน มีความขุ่นสูง มีผลกระทบต่อ การดำรงชีพของสัตว์นํ้า

2.2.6 สารก่อให้เกิดฟอง สารซักฟอก ผงซักฟอก สบู่ ฟองจะกีดกันการกระจายของออกซิเจนในอากาศสู่นํ้า และเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในนํ้า

2.2.7 จุลินทรีย์ ปกติในนํ้าเสียจะมีจุลินทรีย์อยู่โดยธรรมชาติ อาจเป็นได้ทั้งจุลินทรีย์ก่อโรคและจุลินทรีย์ไม่ก่อโรค โดยจุลินทรีย์ดังกล่าวนี้อาจจำแนกได้เป็นกลุ่มๆ เช่น แบคทีเรีย รา ยีสต์ ไวรัส สาหร่าย โปรโตซัว เป็นต้น นํ้าเสียที่มักพบจุลินทรีย์เป็นจำนวนมาก ได้แก่ นํ้าเสียชุมชน นํ้าเสียจากโรงพยาบาล นํ้าเสียจากโรงแรมและภัตตาคาร เนื่องจากนํ้าเสียดังกล่าวเป็นนํ้าเสียที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งอาจมีการปนเปื้อนจุลินทรีย์ต่างๆมากมาย

2.2.8 ธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส เมื่อมีปริมาณสูงจะทำให้เกิดการเจริญเติบโต และเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วของสาหร่าย (Algae Bloom) ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่จะทำให้ระดับออกซิเจนในนํ้าลดต่ำลงในช่วงกลางคืน และทำให้เกิดวัชพืชนํ้า ซึ่งเป็นปัญหาแก่การระบายนํ้าและการสัญจรทางนํ้า

2.2.9 กลิ่น เกิดจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์แบบไร้ออกซิเจน หรือกลิ่นอื่นๆจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานทำปลาป่น โรงฆ่าสัตว์ เป็นต้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2560)

2.3 กระบวนการบำบัดนํ้าเสีย

กระบวนการบำบัดนํ้าเสียสามารถแบ่งเป็นขั้นตอน ได้ดังนี้

2.3.1 การบำบัดขั้นเตรียมการและขั้นต้น (Primary Treatment)

ส่วนใหญ่เป็นการบำบัดเพื่อแยกทราย กรวดและของแข็งหรือเศษวัตถุที่ไม่ละลายนํ้าออกจากนํ้าเสีย เป็นการลดปริมาณของแข็งและน้ำมันหรือไขมันที่ปะปนอยู่ในนํ้าเสีย การบำบัดนํ้าเสียขั้นนี้สามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยได้ร้อยละ 50-70 และกำจัดสารอินทรีย์ซึ่งวัดในรูปของบีโอดีได้ ร้อยละ 25-40 ประกอบด้วยการกำจัดด้วยตะแกรงหยาบ (Screening) เป็นการกำจัดเศษวัตถุ ของแข็งขนาดใหญ่โดยใช้ตะแกรง โดยทั่วไปตะแกรงที่ใช้มี 2 ประเภท คือ ตะแกรงหยาบและตะแกรงละเอียด การใช้ตะแกรงชนิดใดขึ้นกับขนาดวัตถุที่ต้องการกรองออกจากรนํ้าเสีย แต่ต้องพิจารณาการทำความสะอาดตะแกรงบ่อยครั้ง หากมีการอุดตันของตะแกรงเนื่องจากเลือกตะแกรงที่มีร่องละเอียดเกินไป โดยต้องคำนึงถึงวัสดุที่ใช้ทำตะแกรง ถ้านํ้าเสียมีความเป็นกรด-ด่างค่อนข้างสูง ควรเลือกใช้วัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อน เช่น โลหะสแตนเลส เป็นต้น

บ่อตกกรวดทราย (Grit Chamber) เป็นการกำจัดกรวดทรายโดยการแยกให้ตกตะกอนในรางตกกรวดทราย ในระบบบำบัดนํ้าเสียบางแห่งอาจเพิ่มการหมุนเวียนของนํ้าเสียในบ่อนี้เพื่อให้เศษวัสดุที่เป็นของแข็งตกตะกอนแยกจากเศษวัสดุที่มีขนาดเล็กกว่า

ถังตกตะกอนเบื้องต้น (Primary Sedimentation tank) คือถังตกตะกอนที่ทำหน้าที่แยกตะกอนต่างๆออกจากรนํ้าเสียก่อนที่จะไหลไปลงถังบำบัดนํ้าเสียด้วยวิธีชีววิทยา กระบวนการนี้จะเป็น

การเพิ่มเวลาให้เศษวัสดุขนาดเล็กตกตะกอนลงกันบ่อมากขึ้น แต่มีข้อเสีย คือ ต้องใช้พื้นที่เพิ่มมากขึ้น สำหรับก่อสร้างบ่อตกตะกอนเบื้องต้น

บ่อดักไขมันและน้ำมัน (Oil and Grease Removal) น้ำมันและไขมันจะพบมากในน้ำ ทั้งจากบ้านเรือน ร้านอาหาร สถานีจำหน่ายน้ำมันและโรงงานอุตสาหกรรมประเภทที่มีไขมัน การกำจัด น้ำมันและไขมันมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี เช่น การเติมคลอรีนร่วมกับการเป่าอากาศ การทำให้ลอย (Flotation) แล้วเก็บกวาดออกจากผิวน้ำ การเพิ่มอุณหภูมิเพื่อช่วยลดค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันหรือไขมันทำให้ลอยขึ้นมาได้มาก เป็นต้น ขั้นตอนนี้จะช่วยลดปริมาณความสกปรกที่เกิดจากน้ำมันและไขมันลงได้มาก ทั้งยังช่วยเพิ่มการละลายของออกซิเจนลงในน้ำเสียในขั้นตอนการเติมอากาศซึ่งเป็นขั้นตอนต่อไปด้วย

2.3.2 การบำบัดขั้นที่สอง (Secondary Treatment)

เป็นการบำบัดน้ำเสียโดยการกำจัดสารอินทรีย์และสารแขวนลอยออกจากน้ำเสียโดยกระบวนการทางชีวภาพและ/หรือกระบวนการทางเคมี ซึ่งการบำบัดน้ำเสียในขั้นนี้เป็นกระบวนการทางชีวภาพ สามารถกำจัดสารแขวนลอยและสารอินทรีย์ซึ่งวัดในรูปของบีโอดีลงได้ประมาณ ร้อยละ 75 - 95 ขึ้นอยู่กับระบบที่ใช้ หากเป็นระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนขนาดใหญ่ นิยมใช้ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้กระบวนการทางชีวภาพที่ใช้จุลินทรีย์แบบใช้ออกซิเจนในการบำบัด เนื่องจากใช้เวลาและค่าใช้จ่ายบำบัดน้อยกว่ากระบวนการบำบัดโดยใช้สารเคมี น้ำทิ้งที่บำบัดแล้วมีความสกปรกน้อยและประสิทธิภาพการบำบัดสูงกว่าระบบที่ไม่ใช้ออกซิเจน แต่มีข้อเสีย คือ มีค่าใช้จ่ายในการเติมออกซิเจนลงในน้ำเสีย และเกิดตะกอนจุลินทรีย์มากในระบบบำบัดที่ต้องเพิ่มขั้นตอนการกำจัด อย่างไรก็ตามในบางชนิดของระบบบำบัดแบบใช้จุลินทรีย์ประเภทใช้ออกซิเจน เช่น ระบบบ่อผิวน้ำ (Stabilization Pond หรือ SP) ซึ่งใช้พื้นที่ก่อสร้างมาก บ่อจะปล่อยให้ ออกซิเจนในอากาศละลายในน้ำเสียได้โดยธรรมชาติจึงไม่จำเป็นต้องติดตั้งเครื่องจักรกลในการเติมอากาศให้แก่ น้ำเสีย แต่สำหรับการบำบัดน้ำเสียที่ใช้กับบ้านเรือนที่อยู่อาศัยเฉพาะแต่ละหลังนิยมใช้กระบวนการบำบัดโดยใช้จุลินทรีย์ทั้งแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Microorganism) และแบบกึ่งใช้ออกซิเจน (Facultative Microorganism) ซึ่งมีอยู่ในน้ำเสียอยู่แล้ว ดังนั้น ระบบบำบัดน้ำเสียของบ้านเรือนทั่วไปจึงมีค่าใช้จ่ายไม่สูงมากนัก

2.3.3 การบำบัดขั้นที่สาม (Tertiary Treatment)

เป็นการบำบัดเพื่อนำสารเคมี สาหร่าย ไข่พยาธิ ตัวอ่อนสัตว์พาหะนำโรคออกจากน้ำเสีย ก่อนระบายสู่สิ่งแวดล้อม การบำบัดขั้นที่ 3 มีหลายกระบวนการให้เลือกซึ่งขึ้นอยู่กับต้องการกำจัดสิ่งสกปรกชนิดใดออกจากน้ำก่อนระบายทิ้ง ซึ่งกระบวนการที่นิยมใช้เหล่านี้ เช่น การฆ่าเชื้อโรค (Disinfection) ด้วยการเติมคลอรีนหรือใช้แสงอัลตราไวโอเล็ต หรือ การใช้โอโซนเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ไข่พยาธิ ตัวอ่อนของสัตว์พาหะ และการใช้สารเคมีตกตะกอนเพื่อกำจัดฟอสฟอรัสที่จะทำให้เกิดยูโทรฟิเคชัน หรือ ภาวะสาหร่ายบานสะสมพองในแหล่งน้ำ เป็นต้น

2.3.4 การบำบัดขั้นสูง (Advance Treatment)

ระบบบำบัดน้ำเสียส่วนใหญ่ยังไม่พบกระบวนการบำบัดนี้ เนื่องจากการบำบัดขั้นสูงเป็นกระบวนการกำจัดสารอาหารที่ยังคงเหลือค้างอยู่ในน้ำทิ้ง เช่น ไนโตรเจน ไนไตรท์ ฟอสเฟต ซี สารแขวนลอย

ที่ตกตะกอนยากและอื่นๆ นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันการเติบโตผิดปกติของสาหร่ายที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดน้ำเน่า แก๊ซปัญหาความน่ารังเกียจของแหล่งน้ำอันเนื่องจากสีและแก๊ซปัญหาอื่นๆซึ่งยังไม่ได้ถูกกำจัดโดยกระบวนการบำบัดขั้นที่สอง ทั้งนี้ กระบวนการนี้จะใช้เมื่อต้องการน้ำทิ้งที่มีคุณภาพสูง โดยส่วนใหญ่จะใช้เมื่อต้องระบายน้ำทิ้งลงแหล่งน้ำที่มีความสำคัญหรือต้องการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ซ้ำอีก (reuse and reclamation) ในปัจจุบันขั้นตอนนี้ได้มีการพัฒนานำมาใช้อย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ขาดแคลนน้ำ ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ไม่เพียงเฉพาะใช้บำบัดน้ำเสียเท่านั้นแต่เป็นกระบวนการที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบเพื่อนำไปอุปโภคบริโภคก่อน แล้วจึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการน้ำเสียขั้นสูงในที่สุด กระบวนการที่นิยมใช้ในการบำบัดขั้นนี้ เช่น การกรองด้วยวิธีการต่างๆ (ระบบกรองย้อนกลับ หรือ reverse membrane osmosis การใช้เยื่อกรอง หรือ filtration) และการกรองสารละลายน้ำ (Demineralization) เป็นต้น โดยกระบวนการเหล่านี้จัดให้มีเพิ่มเติมเพื่อ

- การกำจัดสารประกอบพื้นฐานของฟอสฟอรัส เช่น ออโรฟอสเฟต ซึ่งมีทั้งแบบใช้กระบวนการทางเคมีและกระบวนการทางชีวภาพ
- การกำจัดสารพื้นฐานของไนโตรเจน เช่น ไนเตรท ไนไตรท์ ซึ่งมีทั้งแบบใช้กระบวนการทางเคมีและแบบใช้กระบวนการทางชีวภาพ โดยวิธีการทางชีวภาพมี 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการเปลี่ยนแอมโมเนียไนโตรเจนเป็นไนเตรทเกิดขึ้นในสภาวะแบบใช้ออกซิเจน หรือเรียกว่า "กระบวนการไนตริฟิเคชัน (Nitrification)" และขั้นตอนการเปลี่ยนไนเตรทให้เป็นก๊าซไนโตรเจนซึ่งเกิดขึ้นในสภาวะไร้ออกซิเจน หรือที่เรียกว่า "กระบวนการดีไนตริฟิเคชัน (Denitrification)"
- การกรอง (Filtration) เป็นการกำจัดสารที่ไม่ต้องการโดยวิธีการทางกายภาพ ได้แก่ สารแขวนลอยที่ตกตะกอนได้ยาก เป็นต้น
- การดูดติดผิว (Adsorption) เป็นการกำจัดสารอินทรีย์ที่มีในน้ำเสียโดยการดูดติดบนพื้นผิวของของแข็ง รวมถึงการกำจัดกลิ่นหรือก๊าซที่เกิดขึ้นด้วย
- การฆ่าเชื้อโรค น้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียต้องได้รับการบำบัดขั้นสุดท้ายโดยการฆ่าเชื้อโรคก่อนปล่อยทิ้งลงสู่แหล่งน้ำเพื่อฆ่าเชื้อโรคบางตัวที่เป็นสาเหตุให้เกิดโรคกับสิ่งมีชีวิตในน้ำและต่อคน โดยใช้สารเคมี เช่น ปูนคลอรีน ก๊าซโอโซน และสาร H_2O_2 เป็นต้น กระบวนการฆ่าเชื้อที่นิยมใช้คือ บ่อบ่มและถังสัมผัสคลอรีน

2.3.5 การบำบัดกากตะกอนหรือสลัดจ์ (Sludge Treatment)

ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้หลักการทางชีวภาพจะมีกากตะกอนจุลินทรีย์หรือสลัดจ์เป็นผลผลิตตามมด้วยเสมอ ซึ่งเป็นผลจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในการกินหรือย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย จึงจำเป็นต้องกำจัดสลัดจ์เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเน่าเหม็น การเพิ่มภาวะมลพิษและเป็นการทำลายเชื้อโรคด้วย นอกจากนี้การลดปริมาตรของสลัดจ์โดยการกำจัดน้ำออกจากสลัดจ์ ช่วยให้เกิดความสะดวกในการเก็บขนไปกำจัดทิ้งหรือนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ การกำจัดสลัดจ์ประกอบด้วยกระบวนการหลักๆ ดังนี้

การทำชั้น (Thickener) โดยใช้ถังทำชั้นซึ่งมีทั้งที่ใช้กลไกการตกตะกอน (Sedimentation) และใช้กลไกการลอยตัว (Flotation) ทำหน้าที่ในการลดปริมาตรสลัดจ์ก่อนส่งไปบำบัดโดยวิธีการอื่นต่อไป

การทำให้สลัดจ์คงตัวหรือการลดปริมาณเนื้อสลัดจ์ (Stabilization หรือ Digestion) โดยการย่อยสลัดจ์ด้วยกระบวนการใช้อากาศหรือใช้กระบวนการไร้อากาศเพื่อให้จุลินทรีย์ในสลัดจ์ย่อยสลายกันเองทำให้ปริมาณสลัดจ์คงตัวไม่เพิ่มปริมาณมากขึ้นและสามารถนำไปทิ้งได้โดยไม่เกิดการเน่าเหม็น

การปรับสภาพสลัดจ์ (Conditioning) ทำให้สลัดจ์มีความเหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป เช่น ทำปุ๋ย การใช้ปรับสภาพดินสำหรับใช้ทางการเกษตร เป็นต้น

การรีดน้ำ (Dewatering) เพื่อลดปริมาณสลัดจ์ที่จะนำไปทิ้งโดยการฝังกลบ การเผา หรือนำไปใช้ประโยชน์อื่น โดยสลัดจ์ที่ได้จากกระบวนการนี้จะมีลักษณะเป็นก้อน (Cake) คล้ายก้อนตะกอนดินทั่วไป ทำให้เกิดความสะดวกในการขนส่ง โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการรีดน้ำ ได้แก่ เครื่องกรองสุญญากาศ (Vacuum filter) เครื่องอัดกรอง (Filter press) หรือเครื่องกรองหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) และลานตากสลัดจ์ (Sludge drying bed)

2.3.6 การกำจัดตะกอน

สลัดจ์ที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียจะได้รับการบำบัดให้มีความคงตัว ไม่มีกลิ่นเหม็นและมีปริมาตรลดลงเพื่อความสะดวกในการขนส่ง ในขั้นต่อมาคือ การนำสลัดจ์เหล่านั้นไปกำจัดทิ้งโดยวิธีการที่เหมาะสม ดังนี้

การฝังกลบ (Landfill) เป็นการนำสลัดจ์มาฝังในที่ที่เตรียมไว้และกลบด้วยชั้นดินทับหน้าอีกชั้นหนึ่ง

การหมักทำปุ๋ย (Composting) เป็นการนำสลัดจ์มาหมักต่อเพื่อนำไปใช้เป็นปุ๋ย ซึ่งเป็นการนำสลัดจ์กลับมาใช้ประโยชน์ในการเป็นปุ๋ยสำหรับปลูกพืช เนื่องจากในสลัดจ์ประกอบด้วยธาตุอาหารที่จำเป็นในกา เจริญเติบโตของพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและแร่ธาตุต่างๆ

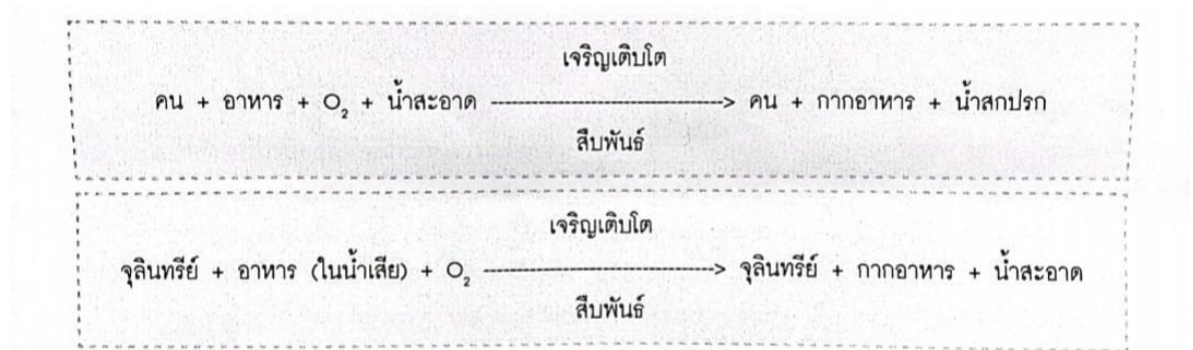
การเผา (Incineration) เป็นการนำสลัดจ์ที่จวนแห้ง (ความชื้นประมาณร้อยละ 40) มาเผาเพราะไม่สามารถนำไปใช้ทำปุ๋ยหรือฝังกลบได้ การเผาที่เหมาะสมจะใช้กับสลัดจ์ที่มาจากตะกอนจุลินทรีย์ของระบบบำบัดน้ำเสียจากสถานพยาบาลหรือโรงพยาบาลที่ต้องการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ยังคงเหลืออยู่ (กรมควบคุมมลพิษ, 2560)

2.4 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวตเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge ; AS) ที่ใช้ในโรงพยาบาล และพารามิเตอร์ที่ต้องตรวจวิเคราะห์

2.4.1 หลักการทำงานของระบบ AS

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge, As) เป็นการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพโดยใช้จุลินทรีย์แบบใช้อากาศในการย่อยสลายสิ่งเจือปนในน้ำเสีย สามารถลดค่าความสกปรกของน้ำเสียได้ ระบบ AS เป็นระบบที่นิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูง สามารถบำบัดได้ทั้งน้ำเสียชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม แต่การควบคุมระบบประเภทนี้จะมีความยุ่งยากซับซ้อนเนื่องจากจำเป็นจะต้องมีการกำหนดสภาวะแวดล้อม ลักษณะทางกายภาพต่างๆให้เหมาะสมแก่การทำงาน และการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุด ระบบ AS จำเป็นต้องมีออกซิเจนสำหรับให้จุลินทรีย์ (ส่วนใหญ่เป็นจุลินทรีย์) เพื่อใช้ในการย่อยอาหารซึ่งเป็นสารอินทรีย์

โดยเฉพาะสารคาร์บอนอินทรีย์ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ความสกปรกเหล่านี้จะถูกย่อยสลายเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เกิดเป็นเซลล์ใหม่ กระบวนการดังกล่าวจุลินทรีย์ต้องการออกซิเจนเช่นเดียวกับความต้องการออกซิเจนของมนุษย์ดังสมการแสดงการเจริญเติบโตของมนุษย์และจุลินทรีย์ ดังนี้



จะเห็นได้ว่าจุลินทรีย์ต้องการออกซิเจนเช่นเดียวกับมนุษย์ อาหารของคนเป็นของดี ส่วนอาหารของจุลินทรีย์เป็นของเสียในน้ำเสีย ผลที่เกิดขึ้น คือ จำนวนคนและจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น ส่วนอาหารหรือความสกปรกในน้ำเสียถูกใช้ไปจนเหลือกากอาหาร ซึ่งมีปริมาณน้อยมาก จากสมการข้างต้นสามารถทำให้ทราบว่า การกำจัดน้ำเสียด้วยวิธีการนี้ต้องอาศัยปัจจัย ได้แก่

- มีปริมาณจุลินทรีย์ให้เพียงพอ มิฉะนั้นก็อาจกำจัดความสกปรกได้หมด
- มีปริมาณออกซิเจนในน้ำ (DO) ที่เพียงพอ
- มีกระบวนการแยกจุลินทรีย์ออกจากน้ำหลังการบำบัด เพื่อทำการแยกความสกปรกกับน้ำที่ผ่านการบำบัดออกจากกัน

2.4.2 ส่วนประกอบของระบบ AS

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ AS ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญอย่างน้อย 4 ส่วน ได้แก่ ถังเติมอากาศ ถังตกตะกอนและระบบระบายตะกอนส่วนเกิน และหากพบว่าน้ำเสียนั้นมีตะกอนแขวนลอยสูงอาจมีความจำเป็นต้องมีถังตกตะกอนเพิ่มอีก 1 ใบ วางไว้หน้าถังเติมอากาศเพื่อกำจัดตะกอนลอยออกเสียก่อน ถังเติมอากาศมีหน้าที่เป็นทั้งเลี้ยงจุลินทรีย์ที่ใช้ O_2 ให้กินสารอินทรีย์ในน้ำเสียเป็นอาหาร อย่างไรก็ตามหลังการบำบัดจุลินทรีย์ที่มีในระบบถือเป็นสิ่งสกปรกจึงต้องมีการแยกจุลินทรีย์ออกจากน้ำก่อนโดยถังตกตะกอน เครื่องเติมอากาศสามารถใช้แบบแอโรเตอร์ (มีใบพัด) หรือแบบเป่าอากาศให้กับน้ำ เครื่องเติมอากาศเป็นอุปกรณ์สำคัญสำหรับเพิ่มออกซิเจนให้จุลินทรีย์ใช้ย่อยสลายความสกปรกในน้ำและทำให้จุลินทรีย์สามารถสัมผัสกับน้ำเสียได้อย่างทั่วถึง โดยปกติจุลินทรีย์ที่ทำงานได้ดีจะเป็นตะกอนแขวนลอยสีน้ำตาลและตกตะกอนได้ดีหากมีการหยุดเติมอากาศ มิฉะนั้นแล้วถังตกตะกอนจะไม่สามารถแยกจุลินทรีย์ออกจากน้ำเป็นเหตุให้การกำจัดน้ำเสียไม่ได้ผลเท่าที่ควร เมื่อแยกจุลินทรีย์ได้แล้วน้ำใสจะล้นออกทางขอบบนของถังตกตะกอน ส่วนตะกอนจุลินทรีย์จะจมลงสู่ก้นถังตกตะกอน ตะกอนเหล่านี้จะถูกส่งกลับไปให้กับถังเติมอากาศเพื่อเป็นการรักษาระดับความเข้มข้นของจุลินทรีย์ให้มีระดับเพียงพอ สำหรับการกำจัดน้ำเสียทั้งหมดนี้ เนื่องจากแบคทีเรียมีการเพิ่มจำนวนตลอดเวลาจึงต้องมีการระบายตะกอนจุลินทรีย์ส่วนเกินบ้างเพื่อมิ

ให้การสะสมของตะกอนมากเกินไปจนเป็นอุปสรรคต่อการใช้ถังตกตะกอนหรือเกิดปัญหาอื่นๆ ตะกอนจุลินทรีย์สามารถระบายทิ้งออกจากถังตกตะกอนหรือออกจากถังเติมอากาศก็ได้ตามความเหมาะสม

สรุปได้ว่าวัตถุประสงค์ของการบำบัดน้ำเงินแบบ AS เพื่อสามารถดลมลสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียให้มากที่สุดในระยะเวลานั้นโดยวิธีทางชีววิทยา โดยทั่วไปกรรมวิธีนี้จะมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงกว่าร้อยละ 90 และน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วสามารถทิ้งลงลำน้ำธรรมชาติได้โดยไม่ก่อผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม

2.4.3 ข้อควรรู้เกี่ยวกับระบบ AS

- ระยะเวลาที่อยู่ในถังเติมอากาศประมาณ 6 - 12 ชั่วโมง ในถังลึก 3 - 6 เมตร น้ำเสียจึงถูกปล่อยเข้าถังตกตะกอน

- ถังตกตะกอนทำหน้าที่แยกเชื้อจุลินทรีย์ออกจากน้ำเสีย ตะกอนจุลินทรีย์ (sludge) ส่วนหนึ่งจะถูกส่งไปยังถังเติมอากาศใหม่เพื่อเป็นเชื้อในการบำบัดต่อไป ส่วนตะกอนจุลินทรีย์ที่เหลือจะถูกส่งไปยังระบบกำจัดสลัดจ์

- การเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์มักจะรักษาที่ความเข้มข้น MLSS 1,500 - 3,000 มิลลิกรัม/ลิตร ในถังเติมอากาศ

- ค่าอัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ (F/M) ระหว่าง 0.25 - 0.5 กรัมบีโอดี/กรัมตะกอน-วัน

- ถังตกตะกอนควรเป็นแบบถังกลมพร้อมใบกวาด และมีระยะตกตะกอนนานประมาณ 6 ชั่วโมงหรือมากกว่า

- การตรวจสอบที่ควรกระทำที่สภาวะควบคุมต่างๆที่เหมาะสม เช่น ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) SRT และ F/M ระบบจึงจะทำงานได้ดีที่สุด

- การตรวจสอบถังเติมอากาศของระบบ AS ต้องวัดทั้งความสามารถในการกำจัดสารอินทรีย์และลักษณะการจมตัวของสลัดจ์ (จุลินทรีย์) ที่อยู่ในถังอากาศ โดยต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อลักษณะของสลัดจ์ เช่น การปรับระดับการเติมอากาศ อัตราการหมุนเวียนสลัดจ์ อัตราที่สลัดจ์ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดความเข้มข้นและลักษณะของสลัดจ์ โดยไม่มีผลต่อหน้าที่ในด้านการกำจัดสารอินทรีย์ของระบบเลย

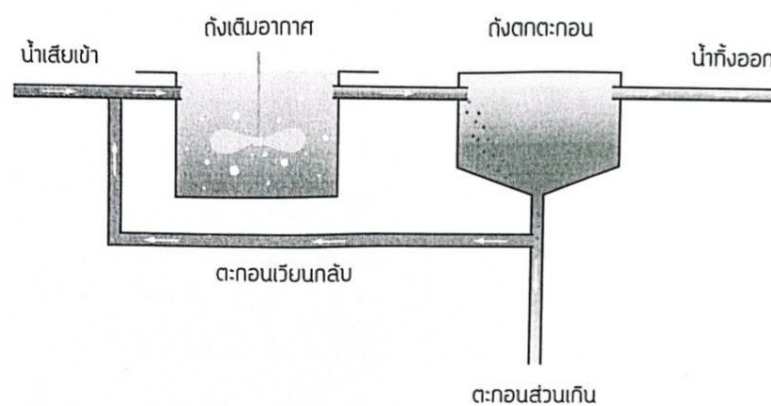
2.4.4 ประเภทของระบบ AS

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเตดสลัดจ์ (Activated sludge) แบ่งเป็น 4 ประเภท

- ระบบแอกทิเวเตดสลัดจ์แบบกวนสมบูรณ์ (Completely Mixed Activated sludge: CMAS)
- ระบบแอกทิเวเตดสลัดจ์แบบปรับเสถียรสัมผัส (Contact Stabilization Activated Sludge: CSAS)
- ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch : OD)
- ระบบบำบัดแบบซีควเอนซ์แบตช์ (Sequencing Batch Reactor ; SBR)

1) ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบกวนสมบูรณ์ (completely mixed Activated Sludge ; CMAS)

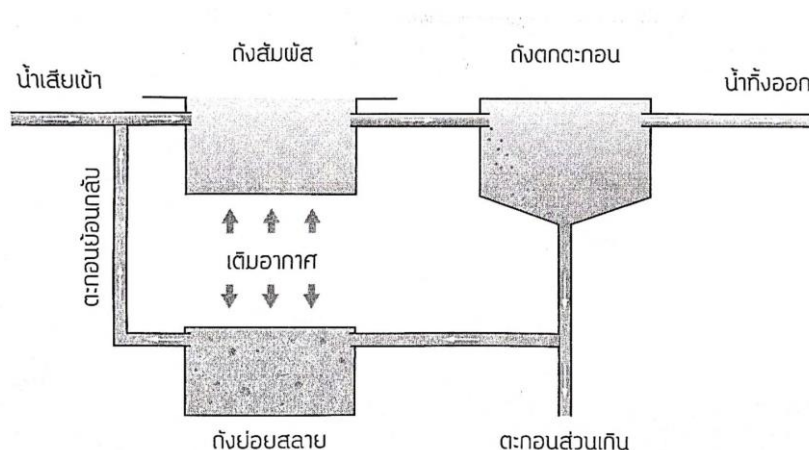
ลักษณะสำคัญของระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบนี้ คือ ในถังเติมอากาศต้องรักษาสภาพให้สามารถกวนให้น้ำและสลัดจ์ที่อยู่ในถังผสมเป็นเนื้อเดียวกันตลอดทั่วทั้งถังเติมอากาศ ระบบประเภทนี้มีข้อดีคือ สามารถรองรับน้ำเสียที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Shock Load) ได้ดี เนื่องจากน้ำเสียจะกระจายไปทั่วถึงและสภาพแวดล้อมต่างๆในถังเติมอากาศก็มีค่าสม่ำเสมอ ทำให้จุลินทรีย์ชนิดต่างๆที่มีอยู่มีลักษณะเดียวกันตลอดทั้งถัง (Uniform Population) แต่ไม่สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบถังเติมอากาศเป็นโซนหรือรูปแบบอื่นได้ เช่น ช่วงแอโนกซิก (Anoxic) เพื่อย่อยไนโตรเจนได้



ภาพประกอบที่ 1 ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบกวนสมบูรณ์

2) ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบปรับเสถียรสัมผัส (Contact Stabilization Activated Sludge ; CSAS)

เป็นระบบที่แบ่งถังเติมอากาศออกเป็น 2 ถัง ได้แก่ ถังสัมผัส (Contact Tank) และถังย่อยสลาย (Stabilization Tank) โดยตะกอนที่สูบมาจากถังตกตะกอนขึ้นสองจะถูกส่งมาเติมอากาศใหม่ในถังย่อยสลาย จากนั้นตะกอนจะถูกส่งมาสัมผัสกับน้ำเสียในถังสัมผัส (Contact Tank) เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ในถังสัมผัสความเข้มข้นของสลัดจ์จะลดลงตามปริมาณน้ำเสียที่ผสมเข้ามาใหม่ น้ำเสียที่ถูกบำบัดแล้วจะไหลไปยังถังตกตะกอนชั้นที่สองเพื่อแยกตะกอนกับส่วนน้ำใส โดยน้ำใสส่วนบนจะถูกระบายออกจากระบบและตะกอนที่ก้นถังส่วนหนึ่งจะถูกสูบกลับไปเข้าถังย่อยสลายและอีกส่วนหนึ่งจะนำไปทิ้ง ทำให้บ่อเติมอากาศมีขนาดเล็กกว่าบ่อเติมอากาศของระบบตะกอนเร่งทั่วไป



ภาพประกอบที่ 2 ระบบแอกทิเวเตดสลัดจ์แบบปรับเสถียรสัมผัส

3) ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch ; OD)

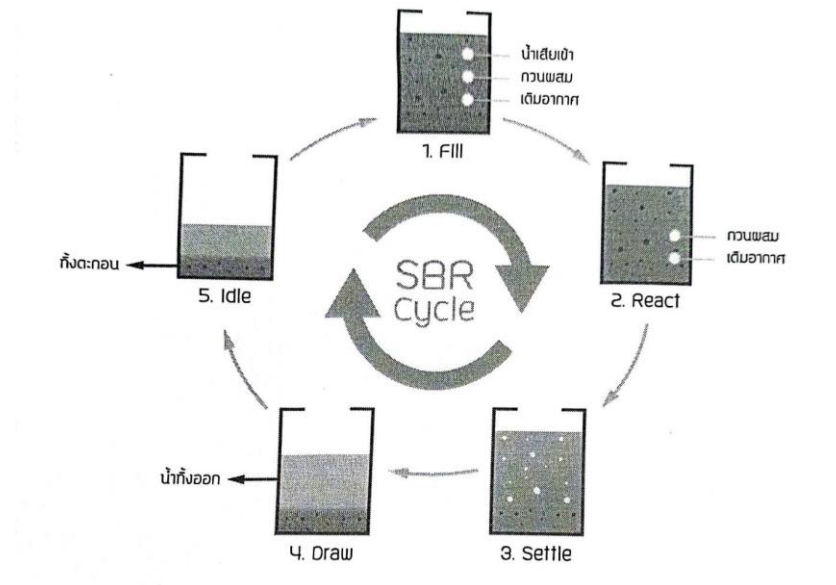
ระบบ OD มีลักษณะเด่น คือ ถังเติมอากาศจะมีลักษณะเป็นวงรีหรือวงกลม ทำให้น้ำไหลวนเวียนตามแนวยาว (Plug Flow) ของถังเติมอากาศ และรูปแบบการกวนที่ใช้เครื่องกลเติมอากาศตีน้ำในแนวนอน (Horizontal Surface Aerator) รูปแบบของถังเติมอากาศลักษณะนี้จะทำให้เกิดสภาวะแอน็อกซิก (Anoxic Zone) ซึ่งเป็นสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนละลายในน้ำ ทำให้ไนเตรทไนโตรเจน (NO_3) ถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซไนโตรเจน (N_2) โดยจุลินทรีย์จำพวกไนตริฟายอิงจุลินทรีย์ (Nitrosomonas Spp. และ Nitrobacter Spp.) ทำให้ระบบสามารถบำบัดไนโตรเจนได้

4) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบซีควเอนซ์แบตช์ (Sequencing Batch Reactor ; SBR)

ลักษณะสำคัญของระบบแอกทิเวเตดสลัดจ์แบบนี้ คือ เป็นระบบแอกทิเวเตดสลัดจ์ประเภทเติมเข้า - ถ่ายออก (Fill - and - Draw Activated Sludge) โดยมีขั้นตอนในการบำบัดน้ำเสียแตกต่างจากระบบ AS แบบอื่นๆ คือ การเติมอากาศ (Aeration) และการตกตะกอน (Sedimentation) จะดำเนินการเป็นไปตามลำดับภายในถังปฏิกรณ์เดียวกัน โดยการเติมระบบบำบัดน้ำเสียแบบซีควเอนซ์แบตช์ 1 รอบการทำงาน (Cycle) จะมี 5 ช่วงตามลำดับ ดังนี้

- ช่วงเติมน้ำเสีย (Fill) นำน้ำเสียเข้าระบบ
- ช่วงทำปฏิกิริยา (React) เป็นการลดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย (BOD)
- ช่วงตกตะกอน (Settle) ทำให้ตะกอนจุลินทรีย์ตกลงก้นถังปฏิกรณ์
- ช่วงระบายน้ำทิ้ง (Draw) ระบายน้ำที่ผ่านการบำบัด
- ช่วงพักระบบ (Idle) เพื่อซ่อมแซมหรือรอรับน้ำเสียใหม่

โดยการเดินระบบสามารถเปลี่ยนแปลงระยะเวลาในแต่ละช่วงได้ง่ายขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการบำบัด ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความยืดหยุ่นของระบบบำบัดน้ำเสียแบบซีควเอนซ์แบตช์



ภาพประกอบที่ 3 ระบบบำบัดแบบซีแควนซ์เบตซ์

ข้อดี - ข้อเสียของระบบ AS

ข้อดี :

- 1) ใช้พื้นที่ก่อสร้างน้อยเมื่อเทียบกับกระบวนการบำบัดทางชีววิทยาแบบอื่นๆ
- 2) มีประสิทธิภาพในการกำจัดสารมลพิษได้สูง เนื่องจากมีจุลินทรีย์หลายชนิดและจุลินทรีย์สามารถปรับสภาพให้เข้ากับลักษณะสมบัติของน้ำเสียต่างๆ ได้ดีและรวดเร็ว
- 3) สามารถรับการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารมลพิษต่างๆ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของน้ำเสียได้ดีพอสมควร
- 4) เป็นระบบซึ่งสามารถติดตามและควบคุมปริมาณของมวลจุลินทรีย์ได้ง่าย ทำให้มีความคล่องตัวในการควบคุมดูแลและปรับปรุงการดำเนินงานให้เข้ากับสภาวะที่เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลหรือการขยายงานในอนาคต
- 5) สามารถเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของถังเติมอากาศเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพของน้ำเสียหรือเพื่อการควบคุมการทำงานได้ง่ายและได้หลายรูปแบบ

ข้อเสีย :

- 1) เป็นระบบที่ใช้พลังงานมาก ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสูง
- 2) ต้องใช้ผู้ควบคุมระบบที่มีทักษะและได้รับการอบรมด้านการควบคุมการทำงานอย่างดี
- 3) มักจะเกิดปัญหาที่ต้องแก้ไข เช่น ปัญหาเรื่องการจมตัวไม่ดีของตะกอนจุลินทรีย์และปัญหาเรื่องฟอง เป็นต้น
- 4) มีสลัดจ์ส่วนเกิน (excess sludge) ที่ต้องทำการกำจัดต่อเป็นประจำอย่างต่อเนื่อง

2.4.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบ AS

ผู้ควบคุมการทำงานของระบบจะต้องทราบปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการทำงานของระบบเพื่อที่จะได้เตรียมการป้องกันและแก้ไขเหตุขัดข้องต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นและทำให้ระบบมีประสิทธิภาพลดลง

1) ความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย

เนื่องจากสารอินทรีย์ในน้ำเสียเป็นอาหารของจุลินทรีย์ในระบบ AS ดังนั้นหากความเข้มข้นสารอินทรีย์เปลี่ยนแปลงไปมากจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในระบบ AS โดยอาจจะทำให้มีอัตราส่วนของอาหารต่อจุลินทรีย์สูง (มีอาหารมาก) ทำให้จำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนมีลักษณะเติบโตกระจายอยู่ทั่วไป (Dispersed Growth) แทนที่จะรวมตัวเป็นกลุ่มก้อนที่ดี (Floc) เป็นผลให้ตกตะกอนได้ไม่ดี น้ำออกขุ่นและมีสารอินทรีย์หรือบีโอดีเหลืออยู่สูง หรืออาจเกิดขึ้นในทำนองตรงกันข้ามคือ มีอัตราส่วนของอาหารต่อจุลินทรีย์ต่ำ (มีอาหารน้อย) จนทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตลดน้อยลง ซึ่งถึงแม้จุลินทรีย์จะตกตะกอนได้เร็วแต่ก็ไม่สามารถจับตะกอนเล็กๆ ตกลงมาได้ ทำให้น้ำออกจากถังขุ่น

2) อาหารเสริม

จุลินทรีย์ต้องการอาหารเสริม (Nutrient) ซึ่งได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและเหล็ก นอกเหนือจากสารอินทรีย์ต่างๆ ซึ่งนำมาใช้เป็นพลังงาน ปกติแร่ธาตุเหล่านี้มีอยู่ครบครันในน้ำเสียชุมชน (Domestic Wastewater) แต่อาจจะมีไม่เพียงพอในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม การขาดอาหารเสริมที่สำคัญเหล่านี้จะทำให้จุลินทรีย์ที่สร้างฟล็อกเติบโตได้ไม่ดี จนทำให้จุลินทรีย์ที่เป็นเส้นใย (Filamentous) เจริญเติบโตได้มากกว่า ซึ่งจะทำให้ AS ตกตะกอนได้ยากและเกิดเป็นชั้นอัดขึ้นมาสูงในชั้นในถังตกตะกอน และอาจไหลล้นออกมากับน้ำทิ้งจนระบบไม่สามารถทำงานต่อไปได้อีก นอกจากนั้น การที่จุลินทรีย์หลายชนิดเจริญเติบโตได้ไม่ดีจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานต่างๆ ของระบบต่ำลงอีกด้วย

ปกติจะควบคุมให้บีโอดี 100 กิโลกรัม จะต้องมีไนโตรเจน 5 กิโลกรัม ฟอสฟอรัส 1 กิโลกรัม และเหล็ก 0.5 กิโลกรัม การเติมไนโตรเจนมักใส่ลงในรูปแอมโมเนียหรือยูเรีย สำหรับฟอสฟอรัสจะใส่ลงในรูปของกรดฟอสฟอริกและใส่เหล็กในรูปของเฟอร์ริกคลอไรด์ ในการเติมอาหารเสริมจะต้องสังเกตและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำออก ให้มีแร่ธาตุต่างๆเหลืออยู่เพียงเล็กน้อยเพราะการใส่ลงไประยะเกินไป นอกจากจะสิ้นเปลืองแล้ว ยังเป็นการสร้างมลพิษซึ่งทำลายสิ่งแวดล้อม

3) ออกซิเจนละลายน้ำ

ในถังเติมอากาศ จะต้องมีความออกซิเจนละลายน้ำระหว่าง 1 ถึง 2 มก./ล. ซึ่งปริมาณของอากาศหรือออกซิเจนที่ใช้เพื่อรักษาความเข้มข้นของออกซิเจนที่ละลายน้ำขึ้นอยู่กับการไหลของน้ำ หากอุณหภูมิสูงจุลินทรีย์สามารถทำงานได้มากก็ต้องการออกซิเจนมาก นอกจากนั้นที่อุณหภูมิสูงออกซิเจนจะมีค่าการละลายน้ำอิ่มตัว (Saturation Value) ต่ำจึงทำให้ต้องใช้ออกซิเจนมากเมื่ออุณหภูมิของน้ำในถังเติมอากาศสูง ในทำนองกลับกันอุณหภูมิน้ำต่ำก็ทำให้ความต้องการเติมอากาศน้อยกว่าที่อุณหภูมิสูงในการที่จะรักษาระดับความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำที่ค่าเท่ากัน

4) ระยะเวลาในการบำบัด

ระยะเวลาในการบำบัดน้ำเสียในถังเติมอากาศจะต้องมีมากพอที่จุลินทรีย์จะใช้ในการย่อยสลายมลสารต่างๆ หากมีระยะเวลาดำเนินไปสารที่ย่อยยากๆ จะถูกย่อยไม่ถึงขั้นสุดท้าย ทำให้มีค่าบีโอดีเหลืออยู่ในน้ำเสียมาก

5) ค่าพีเอช

พีเอช (pH) เป็นค่าแสดงความเป็นกรด - ด่าง ค่าพีเอชเท่ากับ 7 ถือว่าเป็นกลาง ถ้าน้อยกว่า 7 ถือว่าเป็นกรดและถ้ามากกว่า 7 ถือว่าเป็นด่าง แบคทีเรียเจริญเติบโตได้ดีที่ค่าพีเอช ระหว่าง 6.5 – 8.5 ถ้าพีเอชมีค่าต่ำกว่า 6.5 รา (fungi) จะเจริญเติบโตได้ดีกว่าแบคทีเรีย ทำให้ประสิทธิภาพต่ำลงและตกตะกอนไม่ดี ส่วนที่ค่าพีเอชสูงก็จะทำให้ฟอสฟอรัสแยกตัวออกจากน้ำ (Precipitation) และจุลินทรีย์ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทำให้ระบบทำงานได้ไม่ดีเช่นกัน แต่ถ้าพีเอชมีค่าต่ำมากหรือสูงมากจุลินทรีย์ก็จะตายหมดไม่สามารถดำรงชีวิตต่อไปได้

6) สารพิษที่มีผลต่อจุลินทรีย์

สารพิษแบ่งออกเป็นสองจำพวก คือ แบบพิษเฉียบพลัน (Acute Toxicity) ซึ่งจุลินทรีย์จะตายหมดภายในระยะเวลาไม่กี่ชั่วโมง สารพิษจำพวกนี้ได้แก่ ไซยาไนด์ อาร์เซนิก และแบบพิษออกฤทธิ์ช้า (Chronic Toxicity) ซึ่งใช้เวลานานและค่อยๆ ตาย โดยจุลินทรีย์จะสะสมเอาไว้ในเซลล์และเกิดเป็นพิษจนตายในที่สุด สำหรับสารพิษออกฤทธิ์ช้า ได้แก่ ทองแดงและโลหะหนักต่างๆ นอกจากนั้นอาจเกิดจากสารอินทรีย์ก็ได้ เช่น แอมโมเนียซึ่งมีความเข้มข้นสูงเกิน 500 มก./ล. เป็นต้น

7) อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในกระบวนการ AS โดยทั่วไปการเพิ่มอุณหภูมิทุก 10 องศาเซลเซียส จะมีผลทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอีกเท่าตัวจนถึงอุณหภูมิประมาณ 37 องศาเซลเซียส จากนั้นอุณหภูมิจะร้อนเกินไปจนจุลินทรีย์เจริญเติบโตน้อยลงอย่างรวดเร็ว การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมียังมีผลต่อการทำงานในถังตกตะกอนชั้นที่สอง โดยพบว่าหากอุณหภูมิต่ำตกตะกอนจะตกได้ดีกว่าอุณหภูมิสูง

2.4.6 วิธีควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอคติเวเตดสลัดจ์

การควบคุมการทำงานของระบบมีวัตถุประสงค์เพื่อให้การดำเนินการบำบัดน้ำเสียสามารถบำบัดได้อย่างต่อเนื่องและคุณภาพของน้ำที่ผ่านการบำบัดไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งตามกฎหมาย ระบบแอคติเวเตดสลัดจ์ มีการควบคุมได้ 2 แบบ คือ

1) การควบคุมอัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ (ค่า F/M)

จุลินทรีย์ที่มีสมรรถภาพในการทำงานจะต้องมีปริมาณอาหารที่พอเหมาะ ซึ่งควบคุมได้โดยการรักษาอัตราส่วนของน้ำหนักรบีโอดีที่ส่งเข้ามาบำบัดต่อน้ำหนักจุลินทรีย์ ซึ่งวัดในรูปของแข็งแขวนลอย (MLSS) ให้มีค่าตามที่ต้องการและเรียกค่าที่ใช้ควบคุมนี้ว่า อัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ (Food to Microorganism Ratio, F/M ratio) ในทางปฏิบัติการควบคุมปริมาณอาหารหรือบีโอดีในน้ำเสียที่เข้านั้น

จะควบคุมได้ยาก ดังนั้นการที่จะควบคุมค่า F/M ให้เหมาะสมจะอาศัยการเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักของ จุลินทรีย์ ซึ่งวัดในรูป MLSS ในการเพิ่มหรือลดการนำสลัดจ์ส่วนเกินไปทิ้ง

2) การควบคุมอายุสลัดจ์

อายุสลัดจ์หรือเวลากักพักของแข็ง (Sludge Retention Time, SRT) หมายถึง ระยะเวลาเฉลี่ยที่จุลินทรีย์หมุนเวียนอยู่ในระบบเป็นค่าที่สำคัญในการออกแบบและควบคุมการทำงานของ ระบบและมีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าอัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ การควบคุมค่าอายุสลัดจ์ให้มีค่าคงที่ จะทำให้อัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์มีค่าคงที่ตามไปด้วย ซึ่งค่าที่ควบคุมเหล่านี้จะเป็นตัวกำหนดคุณภาพ ของน้ำทิ้ง ในการควบคุมระบบจะต้องทดลองหาค่าอายุสลัดจ์ที่เหมาะสมโดยหาความสัมพันธ์ระหว่างค่า อายุสลัดจ์กับคุณภาพน้ำทิ้ง เช่น บีโอดีและของแข็งแขวนลอยแล้วเลือกค่าที่เหมาะสมที่สุด การควบคุม หรือเปลี่ยนแปลงค่าอายุสลัดจ์ ทำได้โดยการปรับอัตราการนำสลัดจ์ส่วนเกินไปทิ้ง หากนำไปทิ้งมากค่าอายุ สลัดจ์ก็จะลดลงและหากนำไปทิ้งน้อยค่าอายุสลัดจ์ก็จะเพิ่มขึ้น นอกจากนี้การลดอายุสลัดจ์จะทำให้มี น้ำหนักของจุลินทรีย์ที่ต้องนำไปทิ้งเพิ่มขึ้นเนื่องจากจุลินทรีย์มีอัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้น และถ้าเพิ่มอายุ สลัดจ์ก็จะทำให้เกิดผลตรงข้าม ในการปรับค่าอายุสลัดจ์ในแต่ละครั้งจะต้องใช้เวลาประมาณ 1 - 3 เท่า ของค่าอายุสลัดจ์เพื่อให้ระบบปรับตัวอยู่ในสภาวะคงที่ โดยผู้ควบคุมระบบจะต้องติดตามค่านวณค่าน้ำหนัก ของ MLSS และปริมาณจุลินทรีย์ที่ต้องนำไปทิ้งจนกว่าจะมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

รูปแบบของการควบคุมระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ดัง ตารางที่ 1 ได้แก่ อัตราการบำบัดสูง (High Rate) อัตราการบำบัดธรรมดา (Conventional Rate) อัตราการบำบัดต่ำ (Low rate หรือ Extended Aeration) ในทางปฏิบัติผู้ควบคุมต้องปรึกษาผู้ออกแบบ ว่าได้ออกแบบระบบไว้ในช่วงใด เพื่อที่จะควบคุมระบบให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ (กรมควบคุมมลพิษ, 2559ค)

ตารางที่ 1 รูปแบบของระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ที่ควบคุมตามค่า F/M

ประเภทการบำบัด	ลักษณะ	ค่า F/M (ต่อวัน)	อายุสลัดจ์ (วัน)
อัตราการบำบัดสูง	บำบัดได้เร็ว ตะกอนมาก	0.5 – 2.0	น้อยกว่า 3
อัตราการบำบัดธรรมดา	อัตราการบำบัดและมีตะกอนปานกลาง	0.2 – 0.5	5 – 15
อัตราการบำบัดต่ำ	ใช้ระยะเวลาบำบัดสูง ตะกอนน้อย	0.05 – 0.15	มากกว่า 20

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2559ค)

2.4.7 เกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ในแต่ละรูปแบบ

ตารางที่ 2 เกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ในแต่ละรูปแบบ

หน่วยบำบัด	เกณฑ์การออกแบบ	
	พารามิเตอร์	ค่าที่ใช้ออกแบบ
1. แบบกวนสมบูรณ์ (Completely Mix)	F/M Ratio	0.2-0.6 กก.บีโอดี/กก.MLSS-วัน
	อายุสลัดจ์ (Sludge Age)	5-15 วัน
	อัตราการอินทรีย์ (organic Loading)	0.8-1.9 กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน
	MLSS	2,500-4,000 มก./ล.
	เวลาเก็บกักน้ำ (HRT)	3-5 ชั่วโมง
	อัตราส่วนการสูบสลัดจ์กลับ	0.25-1
	ความต้องการออกซิเจน	0.8-1.1 กก.O ₂ /กก. BOD ที่ถูกกำจัด
	ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี	ร้อยละ 85-95
2. แบบปรับเสถียรสัมผัส (Contact Stabilization)	F/M Ratio	0.2-0.6 กก.บีโอดี/กก.MLSS-วัน
	อายุสลัดจ์ (Sludge Age)	5-15 วัน
	อัตราการอินทรีย์ (organic Loading)	0.9-1.2 กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน
	MLSS ในถังสัมผัส และ MLSS ในถังปรับเสถียร	1,000-3,000 มก./ล. และ 4,000-10,000 มก./ล.
	เวลาเก็บกักน้ำ (HRT) ในถังสัมผัส ในถังปรับเสถียร	0.5-1 ชั่วโมง และ 3-8 ชั่วโมง
	อัตราส่วนการสูบสลัดจ์กลับ	0.25-1.5
	ความต้องการออกซิเจนในถังสัมผัส ความต้องการออกซิเจนในถังปรับเสถียร	0.4-0.6 กก.O ₂ /กก. BOD ที่ถูกกำจัด 0.3-0.5 กก.O ₂ /กก. BOD ที่ถูกกำจัด
	ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี	ร้อยละ 80-90
3. แบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch)	F/M Ratio	0.05-0.3 กก.บีโอดี/กก.MLSS-วัน
	อายุสลัดจ์ (Sludge Age)	10-30 วัน
	อัตราการอินทรีย์ (organic Loading)	0.1-1.5 กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน
	MLSS	3,000-6,000 มก./ล.
	เวลาเก็บกักน้ำ (HRT)	8-36 ชั่วโมง
	อัตราส่วนการสูบสลัดจ์กลับ	0.75-1.5
	ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี	ร้อยละ 75-95
4. แบบปฏิกรณ์ซีควเอนซ์แบตช์ (Sequencing Batch Reactor)	F/M Ratio	0.05-0.3 กก.บีโอดี/กก.MLSS-วัน
	อายุสลัดจ์ (Sludge Age)	8-20 วัน
	อัตราการอินทรีย์ (organic Loading)	0.1-0.3 กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน
	MLSS	1,500-6,000 มก./ล.
	ความจุถังต่ออัตราไหลเข้าของน้ำเข้าระบบ	8-50 ชั่วโมง
	ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี	ร้อยละ 85-95

ที่มา : สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (2540)

2.4.8 พารามิเตอร์ที่ต้องตรวจวิเคราะห์

พารามิเตอร์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้งนี้เป็นไปตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ลงวันที่ 7 พฤศจิกายน 2548 ซึ่งกำหนดค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงพยาบาลของทางราชการที่มีเตียงสำหรับผู้ป่วยไว้ค้างคืนรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 30 เตียงขึ้นไป ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญมีดังต่อไปนี้

2.4.8.1 ค่าพีเอช (pH)

พีเอชหรือค่าความเป็นกรดต่างเป็นดัชนีคุณภาพน้ำทางเคมีที่สำคัญ ซึ่งมาตรฐานคุณภาพน้ำทุกประเภทได้กำหนดค่าพีเอชไว้ในมาตรฐาน วิธีการวัดพีเอชวัดโดยใช้เครื่องวัดพีเอช (pH meter) มีบทบาทสำคัญไม่มากนักต่อกระบวนการต่างๆ ทั้งทางด้านน้ำดีและน้ำเสีย ในทางปฏิบัติถือว่าพีเอชของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 0 - 14 น้ำที่เป็นกลางมีพีเอชเท่ากับ 7 น้ำที่เป็นกรดและด่างมีพีเอชน้อยกว่าหรือมากกว่า 7 ตามลำดับ น้ำธรรมชาติมักมีพีเอชอยู่ใกล้ 7 น้ำผิวดินมักมีพีเอชในช่วง 6.5 - 7.5 น้ำใต้ดินมีพีเอชเป็นกรด เช่น ต่ำกว่า 6 เป็นต้น เนื่องจากมีคาร์บอนไดออกไซด์ละลายน้ำในปริมาณสูง น้ำที่อยู่ในบ่อหรืออ่างเก็บน้ำอาจมีพีเอชสูงถึง 9 หรือจะมากกว่าได้ ถ้ามีสาหร่ายสีเขียวเจริญเติบโตอยู่และทำการสังเคราะห์แสงภายในแหล่งน้ำนั้น

ค่าความเป็นกรดต่างแสดงถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของน้ำโดยจุลินทรีย์ได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

- 1) สารประกอบสารอินทรีย์ไนโตรเจนถูกเปลี่ยนไปเป็น NH_4^+ พีเอชเพิ่มขึ้น
- 2) สารประกอบสาร NH_4^+ ถูกเปลี่ยนไปเป็น NO_3^- พีเอชลดลง
- 3) สารประกอบสารอินทรีย์ถูกเปลี่ยนเป็น CO_2 พีเอชลดลง
- 4) สารประกอบสารอินทรีย์ถูกหมักไปเป็นกรดอินทรีย์ พีเอชลดลง

2.4.8.2 ค่าบีโอดี (BOD)

บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand; BOD) บีโอดีเป็นค่าที่บอกถึงความสกปรกของน้ำในรูปของสารอินทรีย์ โดยวัดในรูปของความต้องการออกซิเจนของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในภาวะที่มีออกซิเจนอิสระ บีโอดีเป็นค่าที่ใช้บอกถึงความสกปรกของน้ำ ทั้งในน้ำเสียประเภทต่างๆ และน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ การหาค่าบีโอดีจะใช้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ซึ่งถือว่าเป็นอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกับอุณหภูมิในแหล่งน้ำธรรมชาติ ค่าบีโอดีที่ใช้หาค่าความต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์มีหลายค่าแต่ค่าที่ใช้เป็นมาตรฐานจะใช้ค่าบีโอดีที่ 5 วัน (5 - day BOD ; BOD_5) ค่าบีโอดีที่ 5 วัน นำมาใช้ประโยชน์ ดังนี้ นำมาใช้ในการคำนวณภาระสารอินทรีย์ (Organic Loading) สำหรับการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย กระบวนการทางชีวภาพ (Biological Treatment) เป็นค่าที่ใช้บอกถึงประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพเป็นประโยชน์ในการควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย และเป็นค่าที่ใช้ในการควบคุมการระบายน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ เพื่อควบคุมอัตราการรับภาระสารอินทรีย์ของแหล่งน้ำธรรมชาติให้มีออกซิเจนละลายน้ำเหลืออยู่ในระดับที่สิ่งมีชีวิตในน้ำสามารถอาศัยอยู่ได้ วิธีการตรวจวิเคราะห์บีโอดี ในการตรวจวิเคราะห์ค่าบีโอดีที่ 5 วัน (BOD_5) โดยวิธี Azide Modification of

Lodometric Method ซึ่งการหาค่า BOD_5 คือ การหาผลต่างของค่าออกซิเจนละลายน้ำในวันเริ่มต้น (DO_0) กับค่าออกซิเจนละลายน้ำของตัวอย่างเดียวกัน ภายหลังจากบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน (DO_5) ดังนั้น $BOD_5 = DO_0 - DO_5$

2.4.8.3 ไขมันและน้ำมัน (Fat oil and Grease, FOG)

น้ำมันและไขมันทางอินทรีย์เคมี หมายถึง สารประกอบเอสเทอร์ (Ester) ซึ่งเป็นสารอาหารหลักหมู่หนึ่งเท่านั้น ในทางวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมน้ำมันและไขมันมีความหมายมากกว่า เพราะหมายถึง สารประกอบอินทรีย์ต่างๆ สามารถสกัดได้ด้วยเฮกเซนหรือ CFC-113 หรือ ตัวทำละลายอื่นๆ โดยทั่วไปน้ำมันและไขมันอาจจำแนกได้ดังนี้

1) ไฮโดรคาร์บอนชนิดเบา (Light Hydrocarbon) น้ำมันในการอุตสาหกรรมปิโตรเลียมส่วนใหญ่เป็นไฮโดรคาร์บอน น้ำมันประเภทนี้ ได้แก่ น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดเบา เช่น น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าดและน้ำมันเครื่องบิน รวมทั้งตัวทำละลายที่ใช้ในกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม เช่น คลอโรฟอร์ม (Chloroform) เฮกเซน (Hexane) เป็นต้น ไฮโดรคาร์บอนชนิดเบาในน้ำเสียอาจทำให้การกำจัดไฮโดรคาร์บอนชนิดหนักทำได้ยากขึ้น

2) ไฮโดรคาร์บอนชนิดหนัก (Heavy Hydrocarbon) ประกอบด้วยน้ำมันดิบ น้ำมันดีเซล Slop Oil รวมทั้งน้ำมันแอสฟัลท์ที่ใช้ราดถนน น้ำมันหล่อลื่นและ Cutting Fluid แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

- น้ำมันอิสระ เช่น น้ำมันหล่อลื่นและไขมันหล่อลื่นชนิดต่างๆ
- น้ำมันที่กลายเป็นอิมัลชันได้ (Emulsifiable Oil) เช่น Cutting Oil

Rolling Oil รวมทั้งสบู่และไขมันต่างๆ

3) น้ำมันและไขมันจากพืชและสัตว์ น้ำมันและไขมันในน้ำเสียชนิดนี้มักได้จากระบวนการผลิตอาหารและวัสดุธรรมชาติ สารกลุ่มนี้ล้วนเป็นสารประกอบเอสเทอร์ (Ester) ต่างๆ ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างแอลกอฮอล์และกรดคาร์บอกซิลิก (Carboxylic Acid) ตัวอย่างของน้ำมันและไขมันในกลุ่มนี้ เช่น เนยแท้ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม ไขมันพืช ไขมันสัตว์ เป็นต้น

สถานะของน้ำมันและไขมันในน้ำเสียอาจลอยหรือจมน้ำก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นกับปัจจัยต่างๆ เช่น วิธีใช้ วิธีผลิตและอุณหภูมิของน้ำเสีย แม้จะมีในปริมาณเล็กน้อยน้ำมันและไขมันมักมีกลิ่นน่ารังเกียจและชอบจับตัวอยู่ตามผนังของถังหรือภาชนะต่างๆ น้ำมันที่รั่วในทะเลมีผลร้ายต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำและนกที่หากินอยู่ในทะเลเป็นอย่างมาก การเกาะจับของน้ำมันตามเหงือกของปลาและขนนกทำให้ปลาและนกตายเป็นจำนวนมาก น้ำมันและไขมันที่ตกตะกอนลงก้นบ่อหรือสระน้ำอาจจะไปยับยั้งการย่อยสลายตามปกติของจุลินทรีย์ก้นบ่อได้ น้ำมันและไขมันมักเป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ยากและเป็นปัจจัยที่รบกวนการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียทุกชนิด สารอินทรีย์เคมีที่เป็นพิษจำนวนมากที่ละลายในน้ำมันได้ดีกว่าน้ำ เนื่องจากมีการใช้น้ำมันและไขมันอย่างแพร่หลายในกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม จึงมักพบน้ำมันและไขมันในน้ำเสียต่างๆ สถานะของน้ำมันและไขมันในน้ำเสียสามารถแบ่งได้ดังนี้

- น้ำมันละลายน้ำ ได้แก่ ไฮโดรคาร์บอนมีคุณสมบัติระเหยง่าย เพราะมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ มีโพลาริตีสูงและโมเลกุลที่ไม่อึดตัวโดยเฉพาะไฮโดรคาร์บอนที่มีวงแหวนเบนซีนจะละลายน้ำได้ดี มักมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า แต่อาจรู้ได้ด้วยการดมหรือชิม น้ำมันละลายน้ำมักพบว่าเป็นพิษและเป็นสารก่อมะเร็ง

- น้ำมันลอยบนผิวน้ำ (เป็นฟิล์ม) น้ำมันหรือไฮโดรคาร์บอนส่วนใหญ่มักมีความหนาแน่นต่ำกว่าน้ำ จึงเป็นเรื่องปกติที่พบว่ามีน้ำมันลอยอยู่เหนือน้ำเป็นฝ้าหรือฟิล์มซึ่งขวางกั้นการถ่ายเทออกซิเจนหรือบังแสง น้ำมันเพียงปริมาณเล็กน้อยก็สามารถสร้างฟิล์มปิดพื้นที่ผิวน้ำได้มากมาย เนื่องจากฟิล์มเหล่านี้เป็นโมเลกุลเดี่ยวและมีความหนืดต่ำ

- น้ำมันในรูปอิมัลชัน เป็นน้ำมันในรูปอนุภาคขนาดเล็กคล้ายคอลลอยด์ ดังนั้นจึงมองเห็นเป็นความขุ่นของน้ำ น้ำมันละลายน้ำหรือลอยน้ำอาจเป็นอิมัลชันได้เมื่อถูกกระทำด้วยแรงภายนอก เช่น ถูกบดอัด (เกิดขึ้นเมื่อสูบน้ำด้วยเครื่องสูบลอย) เป็นต้น ขนาดของเม็ดน้ำมันมีตั้งแต่เล็กกว่า 20 ไมครอนจนถึงขนาดใหญ่กว่า 100 ไมครอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของไฮโดรคาร์บอน ไฮโดรคาร์บอนที่มีแรงดึงดูดต่ำจะมีขนาดเล็กและแรงดึงดูดสูงจะมีขนาดใหญ่ ในอุตสาหกรรมบางประเภทมีการใช้สารซักฟอกหรือ surfactant ในงานชำระล้างน้ำมันหรืองานอื่นๆ จะทำให้เม็ดน้ำมันที่เกิดขึ้นมีความคงตัวมาก แยกออกจากน้ำเสียได้ยาก เพราะสารซักฟอกทำให้เม็ดน้ำมันมีประจุเดียวกันและลดแรงดึงดูดของเม็ดน้ำมันทำให้ขนาดอนุภาคเล็กมาก

น้ำมันและไขมันเป็นดัชนีคุณภาพน้ำที่สำคัญที่กำหนดในมาตรฐานน้ำทิ้ง วิธีการตรวจวิเคราะห์น้ำมันและไขมัน วิเคราะห์ได้ 3 วิธี ดังนี้

1) Partition-Infrared Method วัดด้วยเครื่อง Infrared Spectrophotometer เหมาะสำหรับวิเคราะห์น้ำมันและไขมันชนิดที่ระเหยง่าย (Volatile Organic Hydrocarbon) โดยทำการสกัดตัวอย่างที่ผ่านขั้นตอนการเก็บที่ถูกรวบรวมด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ คือ Trichlorotrifluoroethane จากนั้นนำส่วนที่สกัดได้มาวัดค่าการดูดกลืนแสงโดยเทียบกับสารละลายน้ำมันอ้างอิง (Reference oil)

2) Partition-Gravimetric Method ใช้ตรวจวิเคราะห์น้ำมันและไขมันได้ทั้งชนิดที่ระเหยง่ายและระเหยยาก หลักการวิเคราะห์เช่นเดียวกับวิธีแรกแต่ใช้วิธีการชั่งน้ำหนักของน้ำมันและไขมันที่ผ่านการระเหยแห้งเอาตัวทำละลายออกแล้ว

3) Soxhlet Extraction Method ใช้สำหรับวิเคราะห์น้ำมันและไขมันในน้ำที่ระเหยยากและทนความร้อนสูง ตัวอย่างน้ำที่มีน้ำมันและไขมันปะปนอยู่จะถูกกรองบนกระดาษกรองและทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส

2.4.8.4 ค่าของแข็งทั้งหมด (TSS)

ปริมาณของแข็ง หมายถึง สารที่เหลืออยู่เป็นตะกอนภายหลังการระเหยน้ำออกจนหมดและอบแห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส ของแข็งในน้ำแบ่งตามลักษณะสมบัติของสารได้ ดังนี้ ของแข็งละลายน้ำ (Total Dissolved Solids ;TDS) สามารถลอดผ่านกระดาษกรองใยแก้วที่มีขนาดรูกรองประมาณ 1.2 ไมครอน ประกอบด้วยอนุภาคของคอลลอยด์ที่มีขนาดเล็กกว่ารูกระดาษกรองและโมเลกุลของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่ละลายน้ำ เช่น เกลืออนินทรีย์ และน้ำตาล ของแข็งไม่ละลายน้ำ (Undissolved Solids) คือ ส่วนของของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ แบ่งตามขนาดได้เป็นของแข็ง

แขวนลอย (Suspended Solids ; SS) ของแข็งที่มีขนาดเล็กสามารถแขวนลอยอยู่ในน้ำได้ สามารถแยกออกจากน้ำได้โดยการกรองด้วยกระดาษกรองใยแก้วที่มีขนาดรูกรองประมาณ 1.2 ไมครอน แล้วนำของแข็งดังกล่าวที่ติดค้างบนกระดาษกรองไปผ่านการระเหยน้ำออกจนหมดที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส ของแข็งตกตะกอน (Settleable Solids) ของแข็งที่มีขนาดใหญ่และมีความถ่วงจำเพาะสูงกว่าน้ำ จะตกตะกอนรวมกันที่ส่วนล่างเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก หาได้โดยนำน้ำตัวอย่างมาใส่ในภาชนะที่เรียกว่า Imhoff cone หรือกระบอกตวงขนาด 1 ลิตร ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง แล้วอ่าน ปริมาตรของตะกอนที่ตกลงมา มีหน่วยเป็น มล./ล.

2.4.8.5 ค่าซัลไฟด์ (Sulfides)

ซัลเฟตพบอยู่ทั่วไปในน้ำธรรมชาติ น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมและน้ำทิ้งจากเหมืองแร่โลหะต่างๆ ผู้บริโภคที่ดื่มน้ำที่มีซัลเฟตปริมาณมากจะก่อให้เกิดการระคายท้องได้ ในทางอุตสาหกรรมซัลเฟตก็มีความสำคัญเนื่องจากเป็นตัวที่ทำให้เกิดตะกอนในหม้อน้ำ ก่อให้เกิดปัญหาเรื่องกลิ่นและการกัดกร่อนในท่อน้ำเสีย ปัญหาดังกล่าวเกิดจากปฏิกิริยารีดักชันของซัลเฟตเป็นซัลไฟด์ในภาวะที่ไม่ใช้ออกซิเจน

การเกิดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ไฮโดรเจนซัลไฟด์เป็นก๊าซที่พบทั่วไปในธรรมชาติ กลิ่นเหม็นเหมือนไข่เน่าเกิดจากการเน่าเปื่อยและย่อยสลายของสารอินทรีย์โดยเฉพาะอัลบูมิน (Albumin) หรือไข่ขาว ย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนโดยจุลินทรีย์กลุ่ม Anaerobic Bacteria) โดยใช้ซัลเฟตเป็นสารรับอิเล็กตรอนและเปลี่ยนเป็นซัลไฟด์ ปฏิกิริยาระหว่างซัลไฟด์กับน้ำทำให้เกิดไฮโดรเจนซัลไฟด์และมีกลิ่นเหม็นพบมากในบ่อกักน้ำเสียสัดส่วนของ H_2S , S^{2-} และ HS^- ในน้ำขึ้นอยู่กับพีเอชและปริมาณสารละลายในน้ำ

การเกิดไฮโดรเจนซัลไฟด์ในระบบบำบัดน้ำเสียไร้อากาศที่บำบัดน้ำเสียที่มีซัลเฟตสูง ก่อให้เกิดปัญหาหลายประการ เช่น กลิ่นเหม็น ปัญหาการสึกกร่อนของอุปกรณ์โลหะ เป็นพิษต่อแบคทีเรียผลิตมีเทน ก๊าซส่งผลกระทบต่อระบบเติมอากาศเพราะซัลไฟด์จะเป็นสารรีดิวซ์ที่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้ หากปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมจะทำให้เกิดฝนกรดได้

ไฮโดรเจนซัลไฟด์เป็นก๊าซพิษ ไม่มีสี ไม่ติดไฟ มีกลิ่นเหม็นแม้ที่มีความเข้มข้นต่ำ ซัลไฟด์ในน้ำและน้ำเสียจำแนกได้ 3 ประเภท คือ

1) ซัลไฟด์ทั้งหมด ได้แก่ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ละลาย (Dissolved H_2S) อีออน (S^{2-}) และอีออนไบซัลไฟด์ รวมทั้งสารประกอบโลหะซัลไฟด์ที่ปนอยู่กับตะกอนแขวนลอย ปริมาณซัลไฟด์ขึ้นอยู่กับพีเอชของน้ำ กล่าวคือ ที่พีเอช 11 และ 12 จะมีซัลไฟด์ละลายน้อยกว่า 0.05% และ 0.5% ตามลำดับ

2) ซัลไฟด์ละลายคือ อีออนซัลไฟด์ และอีออนไบซัลไฟด์ที่เหลืออยู่จากการกำจัดตะกอนแขวนลอยออกจากน้ำด้วยวิธีฟล็อกคูเลชันและตกตะกอน

3) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ได้แก่ สารประกอบซัลไฟด์ที่อยู่ในรูปก๊าซซึ่งไม่แตกตัวเป็นอีออน

วิธีการตรวจวิเคราะห์ซัลไฟด์ ใช้วิธีไอโอดิเมตริก (Iodometric Method) ภายใต้สภาวะที่เป็นกรดไอโอดีนจะออกซิไดซ์ซัลไฟด์ให้เป็นซัลเฟต แล้ววัดปริมาณไอโอดีนที่เหลือโดยการไตเตรตด้วยโซเดียมไธโอซัลเฟต

2.4.8.6 ไนโตรเจน (Nitrogen)

มักพบไนโตรเจนในรูปของก๊าซละลายและสารประกอบไนโตรเจนในน้ำ จำแนกได้เป็น 4 ชนิด คือ สารอินทรีย์ไนโตรเจน (Organic Nitrogen) แอมโมเนีย (Ammonia) ไนเตรท (Nitrate) และไนไตรท์ (Nitrite)

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ สารอินทรีย์ไนโตรเจน+แอมโมเนีย+ไนเตรท+ไนไตรท์
 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ สารอินทรีย์ไนโตรเจน+สารอนินทรีย์ไนโตรเจน

ผลรวมของสารอินทรีย์และแอมโมเนียไนโตรเจนเรียกว่า ทีเคเอ็นไนโตรเจน (Total Kjeldahl Nitrogen หรือ TKN)

TKN เท่ากับ สารอินทรีย์ไนโตรเจน+แอมโมเนียไนโตรเจน
 ดังนั้นปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ ทีเคเอ็นไนโตรเจน+ไนเตรท+ไนไตรท์

1) ก๊าซไนโตรเจนละลายน้ำ

ก๊าซไนโตรเจนเป็นก๊าซเฉื่อย พบได้มากที่สุดทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม ในอากาศมีไนโตรเจนมากถึง 78% (ในขณะที่มีออกซิเจนในอากาศ 21%) ก๊าซไนโตรเจนจึงสามารถละลายน้ำได้มากกว่าออกซิเจน แม้ว่าไนโตรเจนจะละลายน้ำได้ดีกว่าออกซิเจนจุลินทรีย์หรือสิ่งมีชีวิตเกือบทุกชนิดก็ไม่มีความสามารถใช้ประโยชน์จากก๊าซละลายน้ำตัวนี้ เพราะฉะนั้นบทบาทของไนโตรเจนละลายน้ำในกระบวนการบำบัดน้ำเสียจึงไม่มีเลย แต่ไนโตรเจนละลายอาจมีผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ เช่น ถ้าก๊าซไนโตรเจนละลายในน้ำเกินจุดอิ่มตัวอาจมีผลทำให้เกิดโรคฟองก๊าซในเลือดขึ้นกับปลาหรือสัตว์น้ำอื่นๆ และทำให้สัตว์ต่างๆ เสียชีวิตได้ (เช่นเดียวกับก๊าซออกซิเจน) เมื่อปลาอาศัยอยู่ในน้ำที่มีไนโตรเจนละลายน้ำสูงเกินจุดอิ่มตัวปกติ กระแสเลือดในตัวปลาจะดูดซับไนโตรเจนจากน้ำเพื่อให้เกิดสมดุลระหว่างไนโตรเจนในน้ำและไนโตรเจนในเลือดปลาจะมีไนโตรเจนละลายอยู่ในเลือดมากเกินระดับปกติ หากมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นมากจนมีผลทำให้ไนโตรเจนบางส่วนในเลือดกลายเป็นก๊าซ ฟองก๊าซจะอุดตันกับเลือดทำให้การหมุนเวียนของเลือดเกิดติดขัดปลาจะตายได้ กรณีข้างต้นนี้ อาจเกิดขึ้นกับปลาที่อาศัยอยู่บริเวณหน้าสันเขื่อนเก็บน้ำซึ่งเป็นบริเวณที่มีน้ำปั่นป่วนสูงมาก การถ่ายเทก๊าซต่างๆ จากอากาศให้กับน้ำจึงเกิดขึ้นได้ดี ความปั่นป่วนทำให้น้ำที่อยู่ลึกกว่าผิวน้ำมีไนโตรเจนละลายน้ำมากเกินจุดอิ่มตัว ปลาที่อาศัยบริเวณหลังเขื่อนจึงมีโอกาสเกิดโรคฟองก๊าซในเลือด หรืออาจเกิดขึ้นกับนักประดาน้ำที่ดำน้ำลึกและขึ้นสู่ผิวน้ำเร็วเกินไปจนทำให้ไนโตรเจนในเลือดกลายเป็นก๊าซอุดตันหลอดเลือดมีผลทำให้นักประดาน้ำต้องเสียชีวิต

2) สารอินทรีย์ไนโตรเจน

สารอินทรีย์ไนโตรเจน ได้แก่ ไนโตรเจนที่พบในสารอินทรีย์ต่างๆ เช่น ยูเรีย โปรตีน และกรดอะมิโน ถั่วเหลือง มูลสัตว์ เป็นต้น ในบรรดาสารไนโตรเจนทั้ง 4 ชนิด สารอินทรีย์ไนโตรเจนจัดเป็นชนิดที่เรียกว่า “ดิบ” (เป็นรูปรีดิวซ์มากที่สุด) ในทางตรงข้ามไนเตรทเป็นชนิดที่ “สุก”

เนื่องจากการวิเคราะห์หาสารอินทรีย์ไนโตรเจนใช้วิธีที่เรียกว่า Kjeldahl (เจลดาล์) ซึ่งเป็นวิธีย่อยสลายสารอินทรีย์ไนโตรเจนให้กลายเป็นแอมโมเนียและวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนได้จากแอมโมเนียที่เกิดขึ้น จึงเรียกผลรวมของสารอินทรีย์ไนโตรเจนและแอมโมเนียว่า Total Kjeldahl Nitrogen (TKN)

$$\text{TKN} = \text{สารอินทรีย์ไนโตรเจน} + \text{แอมโมเนียไนโตรเจน}$$

2.4.8.7 ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen ; DO)

ออกซิเจนละลายน้ำ หมายถึง ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำในรูปออกซิเจนอิสระ มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเป็นลักษณะสมบัติทางเคมีที่สำคัญของแหล่งน้ำธรรมชาติที่จะบอกให้ทราบว่าน้ำนั้นมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ และสามารถบอกถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในแหล่งน้ำว่ามีการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบใช้ออกซิเจนอิสระ (Aerobic Process) หรือไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ (Anaerobic process)

2.4.8.8 ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand ; COD)

ซีโอดีเป็นค่าที่บอกถึงความสกปรกของน้ำในรูปของสารอินทรีย์เช่นเดียวกับบีโอดี แต่ซีโอดีเป็นค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยการใช้สารเคมีที่มีคุณสมบัติเป็นสารออกซิไดซ์ (Oxidizing Agent) ในสภาพที่เป็นกรดในอุณหภูมิสูง โดยมีตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) คือ Silver Sulfate (Ag_2SO_4) ค่าซีโอดีใช้บอกถึงปริมาณสารอินทรีย์ของน้ำเสียจากชุมชนและน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ใช้ในการควบคุมดูแลการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากการวิเคราะห์ซีโอดีใช้เวลาน้อยกว่าบีโอดี ทำให้สามารถแก้ไขข้อบกพร่องของระบบบำบัดน้ำเสียได้ทันต่อเหตุการณ์ใช้ในการประเมินค่าบีโอดีอย่างคร่าวๆ เพื่อหาค่าบีโอดี และเมื่อเปรียบเทียบค่าซีโอดีกับบีโอดีสามารถบอกได้ว่าน้ำเสียนั้นมีสารพิษหรือสารอินทรีย์ที่ไม่สามารถย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ ความสัมพันธ์ของค่าซีโอดีกับบีโอดีโดยปกติค่าซีโอดีจะมีค่าสูงกว่าบีโอดี ค่าบีโอดี จะมีค่าประมาณ 30 - 50% ของค่าซีโอดีขึ้นอยู่กับชนิดของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย วิธีการตรวจวิเคราะห์ซีโอดีมี 2 ขั้นตอน คือขั้นตอนการรีฟลักซ์ (Reflux) เป็นขั้นตอนที่ใช้สารออกซิไดซ์ คือ โพแทสเซียมไดโครเมตย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาพที่เป็นกรดในอุณหภูมิสูง ขั้นตอนการไตเตรตเป็นการไตเตรตเพื่อหาปริมาณสารออกซิไดซ์ที่เหลือจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยใช้สารละลายไอโรออน (II) แอมโมเนียมซัลเฟต (Ferrous Ammonium Sulfate ; FAS) เป็นตัวไตเตรนต์และสารละลายเฟอโรอิน (Ferroin Indicator Solution) เป็นอินดิเคเตอร์

2.4.8.9 โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform and Fecal Coliform Bacteria)

เป็นกลุ่มแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในทางเดินอาหารของมนุษย์และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม น้ำทิ้งที่มีสิ่งขับถ่ายใหม่ๆ ปนเปื้อนจะมีแบคทีเรียกลุ่มนี้อยู่เสมอ เป็นสาเหตุของการโรคที่แพร่กระจายโดยน้ำดื่ม ได้แก่ ไข้รากสาด บิดและอหิวาตกโรค ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นโรคที่เกี่ยวกับระบบทางเดินอาหาร ชนิดของแบคทีเรียในกลุ่มนี้ที่พบง่ายได้แก่ *Escherichia coli*. หรือ *E. coli* ถูกเลือกให้เป็นตัวบ่งชี้ทางคุณภาพน้ำ แบ่งเป็น

2 กลุ่ม คือ โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด คือ โคลิฟอร์มทั้งหมดไม่ว่าจะขับถ่ายจากแหล่งใดและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เป็นกลุ่มที่มาจากลำไส้ของสัตว์เลือดอุ่น

คุณสมบัติทั่วไปของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

- 1) รูปร่างเป็นท่อนเล็กๆ (Rod shape) ไม่มีสปอร์ (Non spore forming)
- 2) เป็นพวกแกรมลบ (gram negative)
- 3) สามารถย่อยแลคโตสให้เกิดกรดที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 24-28

ชั่วโมง

- 4) สามารถเจริญเติบโตได้ทั้งในสภาวะที่มีและไม่มีอากาศ (Facultative)
- 5) สามารถทำให้เกิดก๊าซจากอาหารเหลวบรินเลียนกรีนแลคโตสไบล์บร็อท (Brilliant

Green Lactose Bile Broth, BGLB) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 24-28 ชั่วโมง

- 6) สามารถเจริญบนอาหารแอสอีเอ็มบี (Eosin Methylene Blue agar, EMB) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 24-28 ชั่วโมง

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พัชรินทร์ แพงสุพัฒน์ (2563) ได้ศึกษาถึงประเด็นในปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคตของการบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาล พบว่า เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่ถูกตรวจพบในน้ำทิ้งของโรงพยาบาลมากที่สุด คือ *Escherichia coli* (โรคอุจจาระร่วง) *Pseudomonas spp.* (โรคติดเชื้อแบคทีเรีย) และ *Klebsiella spp.* (โรคปอดอักเสบ) ในกรณีของยาปฏิชีวนะ ciprofloxacin sulfamethoxazole และ tetracycline เป็นยาปฏิชีวนะที่ถูกพบมากที่สุดในน้ำทิ้งของโรงพยาบาล ยาปฏิชีวนะเหล่านี้ก่อให้เกิดปัญหาต่อเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อระบบนิเวศและเหนี่ยวนำการเกิดยีนดื้อยาปฏิชีวนะในเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค ปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้นจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลที่ไม่สามารถฆ่าจุลินทรีย์ก่อโรคและยาปฏิชีวนะได้หมด ทำให้เกิดการปนเปื้อนดังกล่าวในน้ำทิ้งของโรงพยาบาล วิธีการแก้ไขปัญหา คือ การพัฒนาความสามารถของระบบบำบัดเสียโรงพยาบาลด้วยการใช้กระบวนการออกซิเดชันขั้นสูง เช่น กระบวนการโฟโตเพนตัน กระบวนการโอโซน และกระบวนการ UV/H₂O₂ ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคและกำจัดยาปฏิชีวนะอย่างมีประสิทธิภาพ

นรารัตน์พร นวลสุวรรณ, วีรวิญญ์ ศรีวิเศษ, ดุษฎี คงถาวร, และอนัส มามะ (2563) ได้ทำการศึกษาสถานะในการเดินระบบตะกอนเร่งร่วมกับฟองน้ำต่อการบำบัดน้ำชะขยะที่มีความเข้มข้นสูง พบว่าการใส่ฟองน้ำที่ปลายท่อน้ำออกเพื่อกักตะกอนสามารถลด SS (สารแขวนลอย) ที่ถังน้ำออกได้มากกว่า 95% เมื่อทดลองที่สภาวะต่างกันพบว่า เมื่อกักเก็บตะกอนระยะเวลานาน สามารถบำบัด BOD COD และ NH₃ ได้มากกว่า 51% 47% และ 47% ที่ HRT 10 วัน และเพิ่มขึ้นมากกว่า 3% ที่ HRT 15 วัน หากเพิ่มการเติมอากาศเป็นสองเท่าพบว่า สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดได้มากกว่า 6% และ 8% สำหรับ HRT 10 และ 15 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของ DO อยู่ในช่วง 4.8 - 5.5 mg/l และ MLSS อยู่ในช่วง 9,500 - 16,000 mg/l ซึ่งมีค่าเพิ่มตามอัตราการเติมอากาศและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป

ชุตินณทน์ โถวสกุล (2563) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนต่อความหลากหลายชนิดและปริมาณสัตว์หน้าดินบริเวณป่าชายเลนด้านหน้าโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมบ้านแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี พบว่า ค่าของแข็งแขวนลอยมีความสัมพันธ์ (correlation) กับสัตว์หน้าดินเท่ากับ -0.51^* เนื่องจากปริมาณของแข็งที่ลอยอยู่ในน้ำมีความสำคัญยิ่งในการควบคุมคุณภาพของแหล่งน้ำธรรมชาติ สารแขวนลอยนี้จะเข้าไปทำอันตรายต่อสัตว์หน้าดิน เมื่อมีค่าสูงขึ้นจะส่งผลต่อปริมาณและแพร่กระจายตัวของสัตว์หน้าดินลดลง ทำให้มีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกัน

พนัส อักษร (2562) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของค่าเกรเดียนต์ความเร็วและค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดจากส่วนบนของ SV_{30} ในถังเติมอากาศระบบบำบัดน้ำเสียจริงแบบแอกทิเวเตดสลัดจ์ ผลการวิจัยพบว่า ค่าเกรเดียนต์ความเร็ว (G, s^{-1}) ในถังเติมอากาศทั้ง CMAS และ SBR มีค่า อยู่ระหว่าง $64.2 s^{-1}$ ถึง $149.2 s^{-1}$ และค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (TSS, $mg-L^{-1}$) ของน้ำส่วนบนของ SV_{30} มีค่าอยู่ระหว่าง $1.00 mg-L^{-1}$ ถึง $11.67 mg-L^{-1}$ และมีค่าเฉลี่ย TSS ของระบบบำบัดน้ำเสียทุกแห่งอยู่ระหว่าง $3.78 mg-L^{-1}$ ถึง $10 mg-L^{-1}$ ซึ่งค่าเกรเดียนต์ความเร็วในถังเติมอากาศทั้ง CMAS และ SBR ของระบบบำบัดน้ำเสียที่สุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีความเหมาะสมต่อการทำงานของจุลชีพในระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเตดสลัดจ์

สกลินชารินทร์พธา สุทธิเมธิกุล (2560) ได้ศึกษาปัญหาของระบบแอกทิเวเตดสลัดจ์ในการบำบัดน้ำเสียจากระบบการผลิตยา พบว่า ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียสามารถลดปริมาณซีโอดีได้ถึงร้อยละ 83 แต่เนื่องจากค่าซีโอดีและบีโอดีในน้ำเข้ามีค่าเท่ากับ 1,593 และ 1,030 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าที่ใช้ในการออกแบบระบบบำบัด (ซีโอดี และ บีโอดี เท่ากับ 800 และ 255 มิลลิกรัมต่อลิตร) และปริมาณจุลชีพในระบบยังต่ำกว่าเกณฑ์การออกแบบ ทำให้ระบบไม่สามารถบำบัดน้ำเสียอย่างมีประสิทธิภาพ จึงเห็นควรที่จะทำการเพิ่มปริมาณจุลชีพในระบบและเพิ่มช่วงคาบการเติมอากาศในระบบจาก 2 ชั่วโมง เป็น 3 ชั่วโมง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย

เดชา ทวีชาติ (2560) ได้ศึกษาการบริหารจัดการระบบสาธารณสุขปึกของโรงพยาบาลตามมาตรฐานสากล พบว่า ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการบริหารจัดการระบบสาธารณสุขปึกของโรงพยาบาลตามมาตรฐานสากล ค่าระดับความเหมาะสมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.38 อยู่ในระดับเหมาะสมมาก ผลการประเมินความเหมาะสมของคู่มือการบริหารจัดการระบบสาธารณสุขปึกของโรงพยาบาลตามมาตรฐานสากล ระบบไฟฟ้าและสื่อสาร ระดับความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 อยู่ในระดับเหมาะสมมาก ระบบน้ำ ระดับความเหมาะสมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 อยู่ในระดับเหมาะสมมาก ระบบปรับอากาศ ระดับความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 อยู่ในระดับเหมาะสมมาก ระบบก๊าซทางการแพทย์ ระดับความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.34 อยู่ในระดับเหมาะสมมาก ระบบป้องกันและระงับอัคคีภัย ระดับความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.29 อยู่ในระดับเหมาะสมมาก

ธนัท เจริญสุข (2558) ได้ทำการศึกษาค่าความร้อนของแอกทิเวเต็ดสลัดจ์จากปฏิกรณ์แอร์บิก ลำดับเป็นกะที่ดำเนินการให้มีการเติมอากาศที่ต่างกัน คือ การให้อากาศมากเกินไปให้อากาศจำกัดและให้อากาศแบบสลับไม่ให้อากาศกับให้อากาศเกินไป พบว่า ประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ไม่แตกต่าง โดยมีประสิทธิภาพในการกำจัดมากกว่าร้อยละ 90 และการควบคุมโดยการไม่ระบายตะกอนออกมีประสิทธิภาพการกำจัด COD สูงกว่าการระบายตะกอนที่ SRT 10 วัน เพียงเล็กน้อย

ธีรทัต กงทอง (2558) ได้ศึกษาเรื่องวัสดุช่วยตกตะกอนเพื่อแก้ปัญหาเฉพาะหน้าสลัดจ์ไม่จมตัวในระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ พบว่าการเติมวัสดุช่วยตกตะกอนทั้ง 3 ชนิด คือ ทัลก์ ถ่านกัมมันต์ และยางบดละเอียด สามารถช่วยเพิ่มความเร็วเริ่มต้นของการตกตะกอนให้สูงขึ้น และทำให้ค่าดัชนีปริมาตรตะกอนลดลง โดยวัสดุช่วยตกตะกอนที่มีขนาดเล็กและปริมาณมากทำให้ความเร็วในการตกตะกอนเพิ่มสูงขึ้น โดยทัลก์ทำให้ค่าความเร็วเริ่มต้นของการตกตะกอนมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ ถ่านกัมมันต์ และยางบดละเอียด ตามลำดับ จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์พบว่า วัสดุช่วยตกตะกอนและจุลินทรีย์สามารถเข้ากันได้ดี วัสดุช่วยตกตะกอนกระจายตัวเข้าทุกพื้นที่ของตะกอนจุลินทรีย์ เกิดการอัดตัวกันแน่นและตกตะกอนดีขึ้น ช่วยแก้ปัญหาเฉพาะหน้าสลัดจ์ไม่จมตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข เขตสุขภาพที่ 5 จากความสามารถในการกำจัดสารอินทรีย์ ได้แก่ ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand ; BOD) และความสามารถในการลดค่าของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids ; SS) เหตุผลที่ใช้ค่า BOD และ SS ในการวัดประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากของเสียทั้งหมดในระบบบำบัดน้ำเสียจะแปรผันตรงกับค่า BOD และค่า SS ถ้าระบบบำบัดน้ำเสียมีประสิทธิภาพดีย่อมสามารถลดของเสียหรือสารอินทรีย์ที่เจือปนในน้ำได้มาก ยังผลให้ค่า BOD หรือปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์สารในน้ำ และค่า SS ลดลงมากด้วย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ โรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข เขตสุขภาพที่ 5 จำนวน 68 แห่ง

กลุ่มตัวอย่าง คือ โรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข เขตสุขภาพที่ 5 ที่มีระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์จำนวน 30 แห่ง

3.2 ระเบียบวิธีวิจัย

3.2.1 ประเภทของการวิจัย

การวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) เพื่อตรวจหาค่าบีโอดีและปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียเพื่อนำมาวิเคราะห์ประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียในภาพรวมโรงพยาบาลในเขตสุขภาพที่ 5

3.2.2 ประชากรที่จะศึกษา

การวิจัยครั้งนี้กลุ่มของประชากร คือ โรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข เขตสุขภาพที่ 5 จำนวน 68 แห่ง กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาครั้งนี้เลือกแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โรงพยาบาลที่มีระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ จำนวน 30 แห่ง ที่ยินยอมให้เก็บตัวอย่างน้ำเสียวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ โดยทางผู้วิจัยได้ทำหนังสือราชการไปถึงผู้อำนวยการโรงพยาบาลโดยตรง

3.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และ วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ

(1) แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปของระบบบำบัดน้ำเสีย

(2) ภาชนะเก็บตัวอย่างน้ำเสีย ไດแก แกลลอนพลาสติกชนิดโพลีเอธิลีน ขนาด 2 ลิตร

ถึงโฟมบรรจุน้ำแข็ง

2) วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

(1) ข้อมูลทั่วไปของระบบบำบัดน้ำเสียใช้แบบสอบถาม โดยทำการสัมภาษณ์ผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียหลัก 1 คน รวม 30 คน

(2) ศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล ประกอบด้วย การตรวจวัดค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand ; BOD) และค่าของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids ; SS) ของน้ำเสียก่อนและหลังการบำบัดทางห้องปฏิบัติการ ซึ่งจำนวนที่ออกแบบไว้คือ โรงพยาบาล 30 แห่ง แต่เนื่องจากมีโรงพยาบาล 3 แห่ง อยู่ในช่วง start up ระบบ จึงทำการศึกษาประสิทธิภาพระบบบำบัดของโรงพยาบาล เพียง 27 แห่ง โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียแบบจ้วง (Grap Sampling) 2 จุด คือ น้ำเสียก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย ณ บ่อสูบลี ที่ระดับกึ่งกลางความลึกของบ่อ และน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากระบบบำบัดแล้ว ณ จุดระบายน้ำออกของบ่อเติมคลอรีน แล้วนำส่งห้องปฏิบัติการโดยแช่ในน้ำแข็งทันที โดยส่งตรวจวิเคราะห์และทดสอบทางห้องปฏิบัติการที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ด้วยวิธี Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA, AWWA, WEF, 23rd Edition, 2017.

3.2.4 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

หาความเที่ยงตรงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบสอบถาม โดยผ่านการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม จำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความตรงของเนื้อหา ความชัดเจนของคำถาม ความเหมาะสมของภาษาให้ตรงกับวัตถุประสงค์ในการศึกษา และนำมาแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะให้มีความสมบูรณ์

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลและวิธีทางสถิติที่ใช้

ข้อมูลการวิจัยเป็นข้อมูลเชิงปริมาณในการวิจัยเชิงสำรวจ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ค่าเฉลี่ย และร้อยละ

3.4 จริยธรรมในการวิจัย

ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยที่เกี่ยวกับมนุษย์ ศูนย์อนามัยที่ 5 กรมอนามัย เมื่อวันที่ 20 มีนาคม 2562 ตามเอกสารรับรองเลขที่ 1/2562

บทที่ 4

ผลการศึกษา

การศึกษาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุขเขตสุขภาพที่ 5 ดำเนินการในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จำนวน 30 แห่ง ในเขตสุขภาพที่ 5 ซึ่งมีระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ เก็บรวบรวมข้อมูลทั่วไปจากการสัมภาษณ์ผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียหลัก 1 คน โดยใช้แบบสอบถาม รวม 30 คน โดยศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย 27 แห่ง ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดจากบ่อสูบลและน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียจากความสามารถในการกำจัดสารอินทรีย์ได้แก่ ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand; BOD) และความสามารถในการลดค่าของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids ; SS) ทางห้องปฏิบัติการ

โดยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังต่อไปนี้

4.1 ข้อมูลทั่วไปของระบบบำบัดน้ำเสีย

4.2 ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย

4.1 ข้อมูลทั่วไปของระบบบำบัดน้ำเสีย

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนและร้อยละจำแนกตามข้อมูลทั่วไปของระบบบำบัดน้ำเสีย

ข้อมูลทั่วไปของระบบบำบัดน้ำเสีย	จำนวน (แห่ง)	ร้อยละ (N=30)
ชนิดระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ของโรงพยาบาล		
- แบบกวนสมบูรณ์ CMAS	5	16.67
- แบบคลองวนเวียน OD	10	33.33
- แบบซีเควนชิงแบตซ์ SBR	15	50.00
ขนาดความสามารถรับน้ำเสียของระบบ		
- น้อยกว่า 250 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน	16	53.33
- 250 – 500 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน	12	40.00
- มากกว่า 500 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน	2	6.67
ทราบขนาดความสามารถรับน้ำเสียของระบบจาก		
- จากรายงานรายละเอียดการออกแบบระบบฯ	26	86.67
- ประเมินด้วยตัวเอง	4	13.33

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนและร้อยละจำแนกตามข้อมูลทั่วไปของระบบบำบัดน้ำเสีย (ต่อ)

ข้อมูลทั่วไปของระบบบำบัดน้ำเสีย	จำนวน (แห่ง)	ร้อยละ (N=30)
ปริมาณน้ำเข้า		
- น้อยกว่า 250 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน	24	80.00
- 250 – 500 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน	3	10.00
- มากกว่า 500 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน	3	10.00
สภาพระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล		
- สภาพดี ยังใช้งานอยู่ปกติ	25	83.33
- ชำรุดแต่ยังพอใช้งานได้	3	10.00
- ชำรุดรอการซ่อมแซม	2	6.67
ผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย		
- 1 คน	14	46.67
- 2 คน	12	40.00
- มากกว่า 2 คน	4	13.33
การส่งตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง		
- 2 ครั้ง/ปี	5	16.67
- 3 ครั้ง/ปี	3	10.00
- 4 ครั้ง/ปี	21	70.00
- มากกว่า 4 ครั้ง/ปี	1	3.33
คุณภาพน้ำผ่านเกณฑ์มาตรฐาน	23	76.67
มีการกำจัดขยะในตระแกรงดักขยะในบ่อสูบล้างทุกวัน		
- ปฏิบัติประจำ	26	86.67
- ปฏิบัติบางครั้ง	2	6.67
- ไม่ปฏิบัติ	2	6.67
ตรวจวัดค่าตะกอน 30 นาที และวัดคลอรีนอิสระ ทุกวัน		
- ปฏิบัติประจำ	26	86.67
- ปฏิบัติบางครั้ง	2	6.67
- ไม่ปฏิบัติ	2	6.67

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนและร้อยละจำแนกตามข้อมูลทั่วไปของระบบบำบัดน้ำเสีย (ต่อ)

ข้อมูลทั่วไปของระบบบำบัดน้ำเสีย	จำนวน (แห่ง)	ร้อยละ (N=30)
ค่าออกซิเจน (DO) ในบ่อเติมอากาศ		
- ไม่มีการตรวจวัด	10	33.33
- 1 – 2 มิลลิกรัมต่อลิตร	12	40.00
- มากกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร	8	26.67
ความถี่ในการวัดค่าออกซิเจน (DO) ในบ่อเติมอากาศ		
- ไม่มีการตรวจวัด	10	33.33
- 1 - 2 ครั้ง / สัปดาห์	12	40.00
- 3 – 4 ครั้ง / สัปดาห์	1	3.33
- 5 - 6 ครั้ง / สัปดาห์	1	3.33
- ตรวจวัดทุกวัน	6	20.00
มีการปิดเครื่องเติมอากาศบางครั้งเพื่อประหยัดพลังงาน	10	33.33
เมื่อพบอุปกรณ์ชำรุดขัดข้องมีการแจ้งผู้บังคับบัญชาทราบทันที	30	100.00
มีการบันทึกความผิดปกติและวิธีแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบบำบัดน้ำเสียทุกครั้ง		
- ปฏิบัติประจำ	29	96.67
- ปฏิบัติบางครั้ง	1	3.33
ในการปฏิบัติงานทุกครั้งจะมีการป้องกันตนเองด้วยการสวมถุงมือยาง ผ้าปิดปากปิดจมูก สวมรองเท้ายางหุ้มส้น เป็นต้น		
- ปฏิบัติประจำ	29	96.67
- ปฏิบัติบางครั้ง	1	100.00
มีการทำความสะอาดบ่อเติมคลอรีนเป็นประจำ	28	93.33
มีการสังเกตลักษณะตะกอนจุลินทรีย์ในบ่อเติมอากาศและบ่อดักตะกอนทุกวันเพื่อตรวจสอบความผิดปกติ	30	100.00

จากตารางที่ 2 พบว่า ระบบบำบัดน้ำเสียแอกทิเวเตดสลัดจ์ที่ทำการศึกษามีขนาดใหญ่เป็นระบบบำบัดแบบซีควเอนซ์แบตช์ (Sequencing Batch Reactor ; SBR) ร้อยละ 50.00 รองลงมาคือระบบบำบัดแบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch ; OD) ร้อยละ 33.33 และระบบบำบัดแบบกวน

สมบูรณ์ (Completely Mixed Activated Sludge ; CMAS) ร้อยละ 16.67 ส่วนใหญ่สภาพระบบบำบัดน้ำเสียยังมีสภาพดี มีผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย 1 - 2 คน ส่วนใหญ่มีการส่งตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้งทางห้องปฏิบัติการ 4 ครั้ง/ปี และมีคุณภาพน้ำผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ในส่วนของการปฏิบัติงานพบว่า ส่วนใหญ่มีการกำจัดขยะในตระแกรงตกขยะในบ่อสูบล้างทุกวันเป็นประจำ มีการตรวจวัดค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ (Dissolved Oxygen; DO) ในบ่อเติมอากาศ ร้อยละ 66.67 โดยส่วนใหญ่มีค่า DO 1 – 2 มก./ล. ตรวจวัด 1 - 2 ครั้ง/สัปดาห์ ส่วนอีกร้อยละ 33.33 ไม่มีการตรวจวัดค่า DO มีการประหยัดพลังงานโดยการปิดเครื่องเติมอากาศบางครั้ง คิดเป็นร้อยละ 33.33 เมื่อพบว่ามีอุปกรณ์ชำรุดขัดข้องเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียจะแจ้งผู้บังคับบัญชาให้ทราบทันที และส่วนใหญ่เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียจะมีการบันทึกความผิดปกติและวิธีแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบบำบัดน้ำเสียทุกครั้ง ส่วนใหญ่ในการปฏิบัติงานทุกครั้งเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียจะมีการป้องกันตนเองด้วยการสวมถุงมือยาง ผ้าปิดปากปิดจมูกและสวมรองเท้ายางหุ้มส้นเป็นประจำ ทำความสะอาดบ่อเติมคลอรีนเป็นประจำ และทุกโรงพยาบาลมีการสังเกตลักษณะตะกอนจุลินทรีย์ในบ่อเติมอากาศและบ่อตกตะกอนทุกวันเพื่อตรวจสอบความผิดปกติ

4.2 ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย

ตารางที่ 3 แสดงค่า BOD ของน้ำเสียก่อนและหลังการบำบัดในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล

รพ.	ระบบ	ค่า BOD (mg/L)		ประสิทธิภาพ
		ก่อนบำบัด	หลังบำบัด	ร้อยละ
H1	OD	120	< 2.0	> 98.33
H2	SBR	128	< 2.0	> 98.44
H3	SBR	92	< 2.0	> 97.83
H4	SBR	105	7.4	92.95
H5	OD	198	3.6	98.18
H6	SBR	52	4.5	91.35
H7	OD	20	4.2	79.00
H8	SBR	72	< 2.0	> 97.22
H9	CMAS	34	2.3	93.24
H10	SBR	96	< 2.0	> 97.92
H11	OD	106	< 2.0	> 98.11
H12	OD	113	4.9	95.66
H13	SBR	40	2.5	93.75
H14	SBR	39	< 2.0	94.87
H15	CMAS	122	3.5	97.13

ตารางที่ 3 แสดงค่า BODของน้ำเสียก่อนและหลังการบำบัดในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล (ต่อ)

รพ.	ระบบ	ค่า BOD (mg/L)		ประสิทธิภาพ
		ก่อนบำบัด	หลังบำบัด	ร้อยละ
H16	OD	110	24	78.18
H17	CMAS	127	24	81.10
H18	OD	515	12	97.67
H19	OD	130	< 2.0	> 98.46
H20	SBR	102	2.4	97.65
H21	OD	57	2.5	95.61
H22	SBR	148	< 2.0	> 98.65
H23	CMAS	118	2.1	98.22
H24	SBR	110	7.5	93.18
H25	SBR	113	2.8	97.52
H26	SBR	116	4.6	96.03
H27	SBR	50	< 2.0	> 96.00

จากตารางที่ 3 ค่า BOD ของน้ำเสียก่อนการบำบัด มีค่าอยู่ระหว่าง 20–515 มก./ล. โดยโรงพยาบาล H7 มีค่า BOD ของน้ำเสียก่อนการบำบัดต่ำสุด คือ 20 มก./ล. และโรงพยาบาล H18 มีค่า BOD ของน้ำเสียก่อนการบำบัดสูงสุด คือ 515 มก./ล.

ค่า BOD ของน้ำเสียหลังการบำบัด มีค่าอยู่ระหว่าง น้อยกว่า 2 – 24 มก./ล. โดยโรงพยาบาล H1, H2, H3, H8, H10, H11, H14, H19, H22, H27 มีค่า BOD ของน้ำเสียหลังการบำบัดต่ำสุด คือ น้อยกว่า 2 มก./ล. และโรงพยาบาล H16 , H17 มีค่า BOD ของน้ำเสียหลังการบำบัดสูงสุด คือ 24 มก./ล.

ค่า BOD ของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดน้ำเสียในระบบบำบัดแบบซีคอนชิงแบตซ์ (SBR) มีค่าอยู่ระหว่างน้อยกว่า 2 – 7.5 มก./ล. ค่า BOD ของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดน้ำเสียในระบบบำบัดแบบกวนสมบูรณ์ (CMAS) มีค่าอยู่ระหว่าง 2.1 – 24 มก./ล. และค่า BOD ของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดน้ำเสียในระบบบำบัดแบบคลองวนเวียน (OD) มีค่าอยู่ระหว่างน้อยกว่า 2 – 24 มก./ล.

ประสิทธิภาพในการลดค่า BOD ของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลมีค่าตั้งแต่ ร้อยละ 78.18 ขึ้นไป โดยโรงพยาบาล H16 ซึ่งใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองวนเวียน (OD) มีประสิทธิภาพต่ำสุด ร้อยละ 78.18 และโรงพยาบาล H22 ซึ่งใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบซีคอนชิงแบตซ์ (SBR) มีประสิทธิภาพในการลดค่า BOD มากกว่าร้อยละ 98.65 ขึ้นไป

ตารางที่ 4 แสดงค่า SS ของน้ำเสียก่อนและหลังการบำบัดในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล

รพ.	ระบบ	ค่า SS (mg/L)		ประสิทธิภาพ
		ก่อนบำบัด	หลังบำบัด	ร้อยละ
H1	OD	212	7	96.70
H2	SBR	115	6	94.78
H3	SBR	86	4	95.35
H4	SBR	60	21	65.00
H5	OD	74	15	79.73
H6	SBR	27	5	81.48
H7	OD	33	8	75.76
H8	SBR	58	14	75.86
H9	CMAS	37	25	32.43
H10	SBR	88	3	96.59
H11	OD	54	13	75.93
H12	OD	64	14	78.13
H13	SBR	35	9	74.29
H14	SBR	26	16	38.46
H15	CMAS	108	12	88.89
H16	OD	106	64	39.62
H17	CMAS	102	5	95.10
H18	OD	100	2	98.00
H19	OD	50	6	88.00
H20	SBR	106	2	98.11
H21	OD	82	9	89.02
H22	SBR	54	3	94.44
H23	CMAS	62	17	72.58
H24	SBR	62	39	37.10

ตารางที่ 4 แสดงค่า SS ของน้ำเสียก่อนและหลังการบำบัดในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล(ต่อ)

รพ.	ระบบ	ค่า SS (mg/L)		ประสิทธิภาพ
		ก่อนบำบัด	หลังบำบัด	ร้อยละ
H25	SBR	90	5	94.44
H26	SBR	54	5	90.74
H27	SBR	94	1	98.94

จากตารางที่ 4 ค่า SS ของน้ำเสียก่อนการบำบัด มีค่าอยู่ระหว่าง 26–212 มก./ล. โดยโรงพยาบาล H14 มีค่า SS ของน้ำเสียก่อนการบำบัดต่ำสุด คือ 26 มก./ล. และโรงพยาบาล H1 มีค่า SS ของน้ำเสียก่อนการบำบัดสูงสุด คือ 212 มก./ล.

ค่า SS ของน้ำเสียหลังการบำบัด มีค่าอยู่ระหว่าง น้อยกว่า 1 – 64 มก./ล. โดยโรงพยาบาล H27 มีค่า SS ของน้ำเสียหลังการบำบัดต่ำสุด คือ 1 มก./ล. และโรงพยาบาล H16 มีค่า SS ของน้ำเสียหลังการบำบัดสูงสุด คือ 64 มก./ล.

ค่า SS ของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดน้ำเสียในระบบบำบัดแบบซีควนซ์แบตช์ (SBR) มีค่าอยู่ระหว่างน้อยกว่า 1 – 39 มก./ล. ค่า SS ของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดน้ำเสียในระบบบำบัดแบบกวนสมบูรณ์ (CMAS) มีค่าอยู่ระหว่าง 5 – 25 มก./ล. และค่า SS ของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดน้ำเสียในระบบบำบัดแบบคลองวนเวียน (OD) มีค่าอยู่ระหว่างน้อยกว่า 7 – 64 มก./ล.

ประสิทธิภาพในการลดค่า SS ของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลมีค่าตั้งแต่ ร้อยละ 32.43 - 98.94 โรงพยาบาล H9 ซึ่งใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบกวนสมบูรณ์ (CMAS) มีประสิทธิภาพต่ำสุด ร้อยละ 32.43 และโรงพยาบาล H27 ซึ่งใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบซีควนซ์แบตช์ (SBR) มีประสิทธิภาพสูงที่สุด คือ ร้อยละ 98.94

ตารางที่ 5 ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลในเขต 5 จำแนกตามระบบบำบัดน้ำเสีย

รพ.	ระบบ	ประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสีย (ร้อยละ)	
		BOD	SS
H2	SBR	> 98.44	94.78
H3		> 97.83	95.35
H4		92.95	65.00
H6		91.35	81.48
H8		> 97.22	75.86

ตารางที่ 5 ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลในเขต 5 จำแนกตามระบบบำบัดน้ำเสีย(ต่อ)

รพ.	ระบบ	ประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสีย (ร้อยละ)	
		BOD	SS
H10	SBR	> 97.92	96.59
H13		93.75	74.29
H14		94.87	38.46
H20		97.65	98.11
H22		> 98.65	94.44
H24		93.18	37.10
H25		97.52	94.44
H26		96.03	90.74
H27		> 96.00	98.94
เฉลี่ย			81.11
H1	OD	> 98.33	96.70
H5		98.18	79.73
H7		79.00	75.76
H11		> 98.11	75.93
H12		95.66	78.13
H16		78.18	39.62
H18		97.67	98.00
H19		> 98.46	88.00
H21		95.61	89.02
เฉลี่ย			80.10
H23	CMAS	98.22	72.58
H9		93.24	32.43
H15		97.13	88.89
H17		81.10	95.10
เฉลี่ย		92.42	72.25

จากตารางที่ 5 ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียจำแนกตามระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้พบว่า โรงพยาบาลที่ใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบซีแควนซ์แบดจ์ (SBR) จำนวน 14 แห่ง ได้แก่ โรงพยาบาล H2, H3, H4, H6, H8, H10, H13, H14, H20, H22, H24, H25, H26 และ H27 มีประสิทธิภาพในการลดค่า BOD ตั้งแต่ร้อยละ 91.35 ขึ้นไป และมีประสิทธิภาพในการลดค่า SS อยู่ระหว่างร้อยละ 37.10 – 98.94 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 81.11

โรงพยาบาลที่ใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองวนเวียน (OD) จำนวน 9 แห่ง ได้แก่ โรงพยาบาล H1, H5, H7, H11, H12, H16, H18, H19 และ H21 มีประสิทธิภาพในการลดค่า BOD ตั้งแต่ร้อยละ 78.18 ขึ้นไป และมีประสิทธิภาพในการลดค่า SS อยู่ระหว่างร้อยละ 39.62 – 98.00 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 80.10

โรงพยาบาลที่ใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบกวนสมบูรณ์ (CMAS) จำนวน 4 แห่ง ได้แก่ โรงพยาบาล H23, H9, H15 และ H17 มีประสิทธิภาพในการลดค่า BOD อยู่ระหว่างร้อยละ 81.10 - 98.22 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 92.42 และมีประสิทธิภาพในการลดค่า SS อยู่ระหว่างร้อยละ 32.43 – 95.10 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 72.25

จากการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารของโรงพยาบาลที่มีจำนวนเตียงมากกว่า 30 เตียงขึ้นไป ค่า BOD ที่ปล่อยออกจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจะต้องมีค่าไม่เกิน 20 มก./ล. และค่า SS จะต้องไม่เกิน 30 มก./ล. จากผลการศึกษา พบว่า น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลมีค่า BOD และ SS อยู่ภายในเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด ร้อยละ 88.89

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลที่ศึกษามีประสิทธิภาพในการลดค่า BOD ร้อยละ 78.18 ขึ้นไป และมีประสิทธิภาพในการลดค่า SS ร้อยละ 32.43 - 98.94 จุดที่ควรปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ระบบบำบัดน้ำเสียมีประสิทธิภาพดีขึ้น คือ การกำหนดผู้รับผิดชอบเฉพาะที่มีหน้าที่ควบคุมดูแลการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่ออกแบบไว้ ซึ่งต้องมีพร้อมทั้งความรู้ ความสามารถ และมีวินัยในการตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียเป็นประจำสม่ำเสมอ หมั่นสังเกตถึงความผิดปกติของระบบเพื่อเห็นแนวโน้มของปัญหาที่อาจเกิดขึ้นและแก้ไขได้ทันที่ รวมถึงการกำหนดมาตรการในการกำกับดูแลการปฏิบัติงานของผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อให้มีการตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานระบบบำบัดน้ำเสียรายวันเป็นประจำ รวมถึงมีการตรวจวัดค่า DO ซึ่งเป็นค่าพารามิเตอร์สำคัญที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบเป็นประจำ ซึ่งจากการศึกษา พบว่า ร้อยละ 33.33 ไม่มีการตรวจวัดค่าพารามิเตอร์นี้ ทำให้ไม่สามารถควบคุมค่าออกซิเจนละลายน้ำได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งบางแห่งยังมีปิดการทำงานของเครื่องเติมอากาศบางครั้งเพื่อประหยัดพลังงาน ทั้งที่ไม่ทราบค่า DO ว่าพอหรือไม่ ทำให้เสี่ยงต่อการที่จุลินทรีย์ตายเนื่องจากออกซิเจนไม่พอ หรือในกรณีที่มีการเติมออกซิเจนมากเกินไปโดยไม่มีการตรวจวัดค่า DO ทำให้เกิดการทำลายเม็ดตะกอน (Floc) ให้แตกออก ทำให้การตกตะกอนไม่ดี ส่งผลให้ค่า SS สูง และคุณภาพน้ำทิ้งไม่ผ่านมาตรฐาน ส่วนระบบบำบัดน้ำเสียที่ชำรุดก็ต้องการปรับปรุงซ่อมแซมให้มีสภาพใช้งานได้โดยเร็ว เพื่อการบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง “การศึกษาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข เขตสุขภาพที่ 5” เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียจากความสามารถในการกำจัดสารอินทรีย์ ได้แก่ ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand; BOD) และความสามารถในการลดค่าของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids ; SS) ทางห้องปฏิบัติการ ดำเนินการในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จำนวน 30 แห่ง ในเขตสุขภาพที่ 5 ซึ่งมีระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ เก็บรวบรวมข้อมูลทั่วไปจากการสัมภาษณ์ผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียหลัก 1 คน โดยใช้แบบสอบถาม รวม 30 คน ในการศึกษาครั้งนี้ข้อจำกัดคือ ข้อมูลที่สามารถนำมาทำการวิเคราะห์ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำได้มีจำนวน 27 โรงพยาบาล เนื่องจากโรงพยาบาลอีก 3 แห่งอยู่ในช่วง start up ระบบ ผู้ศึกษาจึงขอวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนของการวิเคราะห์ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำ จำนวนทั้งสิ้น 27 โรงพยาบาล ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดจากบ่อสูบล้างและน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive Sampling) ดำเนินการศึกษาตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง กันยายน 2562

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปของระบบบำบัดน้ำเสีย และ 2) เครื่องมือในการเก็บตัวอย่างน้ำเสียเพื่อวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ภาชนะเกลลอนพลาสติกชนิดโพลีเอธิลีน ขนาด 2 ลิตร และถังโพนบรจุน้ำแข็ง โดยส่งวิเคราะห์ที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ และค่าเฉลี่ย

5.1 สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษาสรุปเป็นประเด็นสำคัญ ได้ดังนี้

5.1.1 ข้อมูลทั่วไปของระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสียแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ที่ทำการศึกษามีส่วนใหญ่อยู่นในสภาพดี มีผู้ดูแลระบบ 1 - 2 คน ส่งตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้งทางห้องปฏิบัติการ 4 ครั้ง/ปี และคุณภาพน้ำส่วนใหญ่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน หลายแห่งไม่มีการตรวจวัดค่า DO และมีการปิดเครื่องเติมอากาศบางครั้งเพื่อประหยัดพลังงาน เมื่อมีปัญหาเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียจะแจ้งผู้บังคับบัญชาให้ทราบทันที และบันทึกความผิดปกติและวิธีแก้ไขปัญหา มีการสังเกตลักษณะตะกอนจุลินทรีย์ในบ่อเติมอากาศและบ่อตกตะกอนเพื่อตรวจสอบความผิดปกติและกำจัดขยะในตระแกรงดักขยะในบ่อสูบล้างทุกวัน ทำความสะอาดบ่อเติมคลอรีนและขณะปฏิบัติงานสวมชุดป้องกันอันตรายส่วนบุคคลเป็นประจำ

5.1.2 ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย

น้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ มีค่า BOD อยู่ระหว่าง 20-515 มก./ล. ค่า SS มีค่าอยู่ระหว่าง 26-212 มก./ล. มีประสิทธิภาพในการลดค่า BOD ตั้งแต่ร้อยละ 78.18 ขึ้นไป ระบบบำบัดน้ำเสียแบบกวนสมบูรณ์ (CMAS) มีประสิทธิภาพในการลดค่า BOD เฉลี่ยร้อยละ 92.42 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบซีแวนซ์แบบตซ์ (SBR) มีประสิทธิภาพในการลดค่า BOD ตั้งแต่ร้อยละ 91.35 ขึ้นไป และระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองวนเวียน (OD) มีประสิทธิภาพในการลดค่า BOD ตั้งแต่ร้อยละ 78.18 ขึ้นไป ตามลำดับ และพบว่ามีประสิทธิภาพในการลดค่า SS ตั้งแต่ ร้อยละ 32.43 - 98.94 ระบบบำบัดแบบซีแวนซ์แบบตซ์ (SBR) เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพในการลดค่า SS สูงที่สุด คือ เฉลี่ยร้อยละ 81.11 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองวนเวียน (OD) เฉลี่ยร้อยละ 80.10 และระบบบำบัดน้ำเสียแบบกวนสมบูรณ์ (CMAS) เฉลี่ย ร้อยละ 72.25 ตามลำดับ น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล มีค่า BOD และ SS อยู่ภายในเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด ร้อยละ 88.89

5.2 อภิปรายผล

5.2.1 การจัดการระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล

ผลการศึกษาข้อมูลทั่วไปของระบบบำบัดน้ำเสียแบบแยกทิวเด็คสลัดจ์ของโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จำนวน 30 แห่ง ในเขตสุขภาพที่ 5 พบว่า ส่วนใหญ่สภาพระบบบำบัดน้ำเสียยังมีสภาพดีและใช้งานอยู่ปกติ และมีผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย 1-2 คน ดำเนินการส่งตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งทางห้องปฏิบัติการ 4 ครั้ง/ปี เนื่องจากการจัดการน้ำเสียของสถานบริการสาธารณสุขถูกควบคุมโดยกฎกระทรวงกำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และแบบการเก็บสถิติและข้อมูล การจัดทำบันทึกรายละเอียด และรายงานสรุปผลการดำเนินงานของระบบบำบัดน้ำเสีย พ.ศ.2555 ให้ต้องรายงานสรุปผลการดำเนินงานของระบบบำบัดน้ำเสียแก่เจ้าพนักงานท้องถิ่นทุกเดือน และปัจจุบันนี้โรงพยาบาลมีการดำเนินการพัฒนาตามมาตรฐานโรงพยาบาลและบริการสุขภาพ (HA) หรือ Hospital Accreditation (HA) ซึ่งกำหนดการส่งตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งทางห้องปฏิบัติการ 4 ครั้ง/ปี ประกอบกับมีโครงการตัวชี้วัดสำคัญของกระทรวงสาธารณสุขที่การจัดการน้ำเสียเป็นองค์ประกอบหนึ่งของเกณฑ์ซึ่งต้องมีการบริหารจัดการให้น้ำที่ปล่อยได้รับการบำบัดถูกต้องตามหลักวิชาการและกฎหมาย ได้แก่ โครงการสถานบริการสาธารณสุขลดโลกร้อน GREEN & CLEAN Hospital ซึ่งมีการติดตามในการตรวจราชการทุกครั้ง ทำให้โรงพยาบาลมีการตื่นตัวและพัฒนาการบริหารจัดการระบบบำบัดน้ำเสียให้ผ่านเกณฑ์โดยปรับปรุงซ่อมแซมระบบบำบัดน้ำเสียจนใช้งานได้ และจัดหาบุคลากรดูแล รวมทั้งการส่งตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งทางห้องปฏิบัติการทุกไตรมาส แต่เนื่องจากการดูแลควบคุมระบบบำบัดต้องอาศัยบุคลากรที่มีความรู้ ทักษะ และมีความพร้อมในการดูแลตรวจสอบการทำงานของระบบทั้งหมดตั้งแต่ต้นทางจนถึงปลายทาง คือ น้ำเสียก่อนเข้าระบบ การรวบรวมน้ำเสีย ระบบบำบัด การเดินระบบ การเก็บตัวอย่างพารามิเตอร์ควบคุม รวมถึงการตรวจสอบค่าการออกแบบระบบบำบัดว่าสามารถรองรับน้ำเสียได้หรือไม่ ซึ่งจากการลงพื้นที่ศึกษาพบว่า ผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียยังดำเนินการไม่ครบถ้วน สอดคล้องกับ กรมควบคุมมลพิษ (2559ค) ที่พบว่าปัญหาระบบบำบัดน้ำเสียของสถานประกอบการอาคารประเภท ก และ ข ซึ่งรวมถึงโรงพยาบาลด้วย ส่วนใหญ่เกิดจากผู้ดูแลระบบขาดความรู้ในการเดินระบบ

ที่ถูกรื้อ ซึ่งส่งผลทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียทำงานได้ไม่ดีเท่าที่ควรจนถึงน้ำทิ้งไม่ผ่านมาตรฐาน สะท้อนจากการที่ระบบสภาพดีแต่มีคุณภาพน้ำผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ร้อยละ 76.67 นอกจากนี้ พบว่า ความพร้อมของชุดตรวจวิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมยังมีไม่ครบ โดยพบว่า ร้อยละ 33.33 ของโรงพยาบาลที่ศึกษาไม่มีชุดตรวจปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ จึงไม่ได้มีการตรวจวัดค่า DO (Dissolved Oxygen) จะใช้วิธีการสังเกตอย่างเดียว ซึ่งการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียจำเป็นต้องใช้ชุดตรวจวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ เพื่อเป็นตัวชี้วัดสภาพการทำงาน of ระบบว่ามีความเหมาะสมสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการจัดหาชุดตรวจวิเคราะห์พารามิเตอร์ดังกล่าว ไม่ว่าจะเป็นชุดตรวจพีเอช ชุดตรวจปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ชุดตรวจคลอรีนตกค้าง และกรวยอิมฮอฟฟ์ นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นแนวโน้มของปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากการเดินระบบ ทำให้สามารถหาทางป้องกันแก้ไขได้อย่างทัน่วงที ก่อนที่ระบบจะล้ม นอกจากนี้พบว่ามีโรงพยาบาลหลายแห่งมีการปิดเครื่องเติมอากาศบางครั้งเพื่อประหยัดพลังงาน ยังต้องมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีชุดตรวจปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ เพื่อตรวจสอบค่าออกซิเจนละลายในน้ำว่าอยู่ในระดับที่เหมาะสมกับการดำรงชีพของจุลินทรีย์หรือไม่ ซึ่งการเติมอากาศ (Aeration) เป็นหัวใจของการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้ออกซิเจนจากอากาศ มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ ให้จุลินทรีย์นำอากาศไปใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์และให้เกิดการกวนผสมของน้ำและจุลินทรีย์ให้ทั่วถึง จึงต้องมีการเติมอากาศให้มากกว่าหรือเท่ากับปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการเพื่อรักษาค่า DO ของน้ำให้เหมาะสมในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ หากเติมอากาศมากเกินไปนอกจากทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน อาจจะทำให้ลายเม็ดตะกอน (Floc) ให้แตกออก ทำให้การตกตะกอนไม่ดีและน้ำทิ้งมีของแข็งแขวนลอย (SS) สูงขึ้น ในทางปฏิบัติจึงควรมีการตรวจวัดค่า DO ภายในถังเติมอากาศทุกวัน โดย กรมควบคุมมลพิษ (2559) กล่าวว่าค่าที่เหมาะสมคือ 1 - 2 มก./ล. ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของจุลินทรีย์ หากปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำอาจทำให้จุลินทรีย์ตาย ส่งผลให้น้ำทิ้งไม่ผ่านมาตรฐาน

5.2.2 ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย

น้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ มีค่า BOD อยู่ระหว่าง 20 - 515 มก./ล. ค่า SS มีค่าอยู่ระหว่าง 26-212 มก./ล. เมื่อวิเคราะห์ถึงประสิทธิภาพการลดค่า BOD ของระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเตดสลัดจ์ของโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข ในเขตสุขภาพที่ 5 จำนวน 27 แห่ง พบว่า มีประสิทธิภาพในการลดค่า BOD ตั้งแต่ ร้อยละ 78.18 ขึ้นไป สอดคล้องกับการศึกษาของ มนตรี ดวงจันทร์ทอง (2562) ที่ศึกษาคุณภาพน้ำเสียของโรงพยาบาลอุดรธานี ที่ผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งหรือแบบแอกทิเวเตดสลัดจ์ พบว่า มีประสิทธิภาพในการลดค่า BOD ร้อยละ 97.31 เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเตดสลัดจ์เป็นระบบที่ต้องมีการเติมออกซิเจนลงไปในน้ำโดยใช้เครื่องเติมอากาศเพื่อให้เกิดกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ที่ใช้ ออกซิเจนในการดำรงชีวิต ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการย่อยสลายมากขึ้น ส่งผลให้สารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสียมีปริมาณลดลง เมื่อแยกแต่ละชนิดของระบบบำบัด พบว่า ระบบบำบัดน้ำเสียแบบกวนผสมบูรณ (CMAS) มีประสิทธิภาพในการลดค่า BOD เฉลี่ยร้อยละ 92.42 ขณะที่ระบบบำบัดน้ำเสียแบบซีแควนซ์

แบคทีเรีย (SBR) มีประสิทธิภาพในการลดค่า BOD ตั้งแต่ร้อยละ 91.35 ขึ้นไป และระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองวนเวียน (OD) มีประสิทธิภาพในการลดค่า BOD ตั้งแต่ร้อยละ 78.18 ขึ้นไป ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์การออกแบบของสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (2540) ที่ว่าประสิทธิภาพในการกำจัด BOD ของระบบบำบัดแบบกวนสมบูรณ์ (CMAS) และระบบบำบัดแบบซีควนซ์แบคทีเรีย (SBR) อยู่ที่ร้อยละ 85 – 95 ส่วนระบบบำบัดแบบคลองวนเวียน (OD) อยู่ที่ร้อยละ 75- 95

เมื่อวิเคราะห์ถึงประสิทธิภาพการลดค่า SS ของระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเตดสลัดจ์ของโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข ในเขตสุขภาพที่ 5 จำนวน 27 แห่ง พบว่า มีประสิทธิภาพในการลดค่า SS ตั้งแต่ ร้อยละ 32.43 - 98.94 ใกล้เคียงกับการศึกษาของ นายมนตรี ดวงจันทร์ทอง (2562) ที่ศึกษาคุณภาพน้ำเสียของโรงพยาบาลอุดรธานีที่ผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งหรือแบบแอกทิเวเตดสลัดจ์ พบว่า มีประสิทธิภาพในการลดค่า SS ร้อยละ 99.81 ของแ่งแขวนลอยในน้ำเสียเป็นได้ทั้งสารอินทรีย์และอนินทรีย์ ซึ่งมีผลทำให้ค่า BOD สูงด้วย ระบบบำบัดน้ำเสียแอกทิเวเตดสลัดจ์กำจัดสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิตย่อยสลายสารอินทรีย์โดยใช้ออกซิเจนจากการเติมอากาศในน้ำของเครื่องเติมอากาศ ส่งผลให้สารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสียมีปริมาณลดลง ค่า SS จึงลดลง ค่า SS เป็นค่าหนึ่งบ่งชี้ถึงความสกปรกในน้ำเสีย ตลอดจนบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพของขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียต่างๆ การหาค่า SS จึงมีความสำคัญเท่ากับค่า BOD ซึ่งของแ่งที่ไม่ละลายน้ำนี้อาจสร้างปัญหาการอุดตันเครื่องเติมอากาศได้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2558) เมื่อแยกแต่ละชนิดของระบบบำบัด พบว่า ระบบบำบัดแบบซีควนซ์แบคทีเรีย (SBR) เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพในการลดค่า SS สูงที่สุด คือ เฉลี่ยร้อยละ 81.11 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองวนเวียน (OD) เฉลี่ยร้อยละ 80.10 และระบบบำบัดน้ำเสียแบบกวนสมบูรณ์ (CMAS) เฉลี่ย ร้อยละ 72.25 ตามลำดับ ซึ่ง พงศธร ทวีธนวาณิชย์ และ ทองปักษ์ ดอนประจำ (2563) พบว่า กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางกายภาพโดยใช้ถังตกไขมันสามารถกำจัด SS และของแ่งจมตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากในถังตกไขมันมีตะกอนกรองเศษอาหารและเกิดการจมตัวของตะกอนบางส่วนที่ก้นถัง

และพบว่าน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล มีค่า BOD และ SS อยู่ภายในเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด ร้อยละ 88.89 ซึ่งจากการรวบรวมข้อมูลโดยกรมควบคุมมลพิษ (2559ข) พบว่า โรงพยาบาลบางแห่งมีค่าน้ำทิ้งเกินค่ามาตรฐานแหล่งกำเนิดมลพิษจากอาคารประเภท ก และ ข พารามิเตอร์ส่วนใหญ่ที่เกินค่ามาตรฐานคือ ค่าบีโอดี (BOD) รองลงมา คือ สารแขวนลอย (TSS) และทีเคเอ็น (TKN) การไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของน้ำทิ้งของระบบบำบัดแอกทิเวเตดสลัดจ์ หรือการที่ระบบบำบัดมีประสิทธิภาพต่ำ สาเหตุใหญ่เกิดจากการควบคุมดูแลระบบไม่เป็นไปตามค่ามาตรฐานที่ทางทฤษฎีกำหนด เนื่องจากการขาดบุคลากรที่มีความรู้ ความเข้าใจและความเคร่งครัดในการควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสียที่มีใช้ ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลพบว่า ผู้ดูแลระบบหลายแห่งยังขาดความรู้ความเข้าใจในการควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย และยังปฏิบัติหน้าที่ควบคุมดูแลระบบยังไม่ครบถ้วน ยังผลให้ระบบบำบัดน้ำเสียไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่ง กรมควบคุมมลพิษ (2559ค) พบว่า ปัญหาค่า BOD ไม่ผ่านมาตรฐานพบบ่อยที่สุดเนื่องจากเกิดได้จากหลายสาเหตุ แต่สาเหตุหลักเกิดจากการเดินระบบที่ไม่ถูกวิธีไม่ว่าจะเป็นปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ไม่เพียงพอ ปริมาณมวลตะกอนจุลินทรีย์น้อย หรือ

ปริมาณน้ำเสียเข้าสู่สูงกว่าความสามารถในการรองรับน้ำเสียของระบบ รวมถึงความไม่สมบูรณ์ของระบบบำบัด สำหรับปัญหาค่าของแข็งแขวนลอย (SS) ไม่ผ่านมาตรฐาน มักเกิดจากประสิทธิภาพในการตกตะกอนไม่ดี ค่า SS จะสัมพันธ์กับค่า BOD เนื่องจากของแข็งแขวนลอยในระบบบำบัดน้ำเสียเป็นมวลตะกอนจุลินทรีย์ ซึ่งหากปริมาณของแขวนลอยไม่ผ่านมาตรฐานมักส่งผลให้ค่า BOD ไม่ผ่านมาตรฐานด้วยสาเหตุอาจเนื่องมาจากระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียของถังตกตะกอนที่นานเกินไป จะทำให้เกิดการลอยตัวของตะกอนในถังตกตะกอนทำให้ระบบไม่สามารถกำจัดปริมาณตะกอนแขวนลอยให้อยู่ในเกณฑ์ได้ เกิดการสะสมของตะกอนในถังตกตะกอนจนชั้นตะกอนสูงขึ้นล้นออกไปกับน้ำทิ้ง นอกจากนี้หากมีการเติมอากาศมากเกินไป อาจจะทำให้ลายเม็ดตะกอน (Floc) ให้แตกออก ทำให้การตกตะกอนไม่ดีและน้ำทิ้งมีของแข็งแขวนลอย (SS) สูงขึ้นได้ รวมถึงการชำรุดของวัสดุอุปกรณ์เครื่องจักรกล แนวทางหนึ่ง ที่ควรนำมาพิจารณาคือ การลดความสกปรกของน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสียไม่ว่าจะเป็นการติดตั้งตะแกรงดักขยะที่ท่อระบายน้ำ การติดตั้งถังดักไขมัน รวมถึงการใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ามาช่วยหรือปรับปรุงระบบบำบัดให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นเพื่อคุณภาพน้ำทิ้งที่ดีขึ้น ดังเช่น กมลลา กมลลาสิงห์ (2558) ได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานแปรรูปส้มสำหรับแปรรูปด้วยระบบเลี้ยงตะกอนชนิดที่มีตัวกลางยึดเกาะและไม่มีตัวกลางยึดเกาะสำหรับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูง พบว่า ระบบเลี้ยงตะกอนแบบมีตัวกลางมีประสิทธิภาพในการบำบัด COD และ BOD สูงกว่าระบบเลี้ยงตะกอนแบบไม่มีตัวกลางที่ F/M ratio เท่ากัน

การศึกษานี้ดำเนินการในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข เขตสุขภาพที่ 5 ซึ่งครอบคลุมทุกจังหวัด ทำให้เห็นภาพรวมของเขตสุขภาพที่ 5 อย่างไรก็ดีตามควมมีการศึกษาในพื้นที่เขตอื่นๆ ซึ่งอาจมีบริบทที่แตกต่างกัน และเนื่องจากการเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ใช้ในการศึกษาเป็นการเก็บแบบจ้วง (Grap Sampling) เพียงครั้งเดียวยังไม่ครอบคลุมทุกฤดูกาลหรือทุกช่วงเวลา ดังนั้นควมมีการศึกษาที่มีการเก็บตัวอย่างน้ำเสียให้ครอบคลุมทุกฤดูกาลและทุกช่วงเวลาของวัน อาจทำให้เห็นปัจจัยที่มีผลได้ และในการศึกษานี้สำหรับโรงพยาบาลที่ผลน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียมีค่า BOD และ SS ไม่ผ่านมาตรฐาน ไม่ได้ทำการศึกษาเฉพาะเจาะลึกในรายละเอียดของสาเหตุการไม่ผ่านมาตรฐาน เป็นเพียงผลที่ได้จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งทางห้องปฏิบัติการ

5.3 ข้อเสนอแนะในการนำผลงานไปใช้ประโยชน์

ผลการศึกษาทำให้ทราบสถานการณ์และได้ข้อมูลสำหรับโรงพยาบาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงานการพัฒนาการบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล ทั้งนี้ได้มีการนำเสนอผลการศึกษาในการประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่อง ทิศทางและแนวทางการดำเนินงานอนามัยสิ่งแวดล้อม ปี 2563 จัดโดยศูนย์อนามัยที่ 5 ราชนครินทร์ ที่ประชุมประกอบด้วย หัวหน้าและเจ้าหน้าที่กลุ่มงานอนามัยสิ่งแวดล้อมและอาชีวอนามัย สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดในเขตสุขภาพที่ 5 เพื่อรับทราบผลการศึกษาและประสานโรงพยาบาลในเขตรับผิดชอบเพื่อแจ้งผลและกำกับติดตามเป็นพี่เลี้ยงในการปรับปรุงแก้ไขเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป โดยมีข้อเสนอแนะดังนี้

5.3.1 จากผลการศึกษาที่พบว่า ผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียปฏิบัติงานควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสียได้ไม่ครบถ้วนตามเกณฑ์ที่ออกแบบไว้ ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะว่าโรงพยาบาลควรมีมาตรการในการกำกับดูแลการปฏิบัติงานของผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย รวมทั้งการจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติในการดำเนินงานและมีการกำกับติดตามการทำงานอย่างเคร่งครัด ไม่ว่าจะเป็นการตรวจเช็คค่าพารามิเตอร์ประจำวันหรือการตรวจสอบความผิดปกติต่างๆ เพื่อให้มั่นใจได้ว่าระบบบำบัดน้ำเสียได้รับการดูแลและควบคุมให้อยู่ในสถานะที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสีย

5.3.2 จากผลการศึกษาที่พบว่า โรงพยาบาลบางแห่งไม่มีการตรวจวัดค่า DO และไม่มีชุดอุปกรณ์ในการตรวจวัด ซึ่งค่า DO เป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญในการควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะให้โรงพยาบาลจัดหาชุดอุปกรณ์ตรวจวัด DO เพื่อตรวจวัดค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำเพื่อควบคุมให้ค่าออกซิเจนเพียงพอสำหรับจุลินทรีย์ในระบบบำบัด สำหรับโรงพยาบาลบางแห่งที่พบว่ามี การชำรุดของอุปกรณ์เครื่องจักรกลของระบบบำบัดน้ำเสียควรดำเนินการแก้ไขปรับปรุงโดยเร็วเพื่อให้ระบบบำบัดน้ำเสียสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างสมบูรณ์

5.3.3 จากการศึกษาที่พบว่า การควบคุมดูแลระบบบำบัดยังไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดหรือมีการเดินระบบที่ไม่ถูกวิธี ซึ่งสาเหตุหนึ่งมาจากบุคลากรขาดความรู้ความเข้าใจ ขาดประสบการณ์ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะว่า หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในระดับเขตหรือจังหวัดควรมีการวางแผนพัฒนาศักยภาพของผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง เพื่อให้ผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียได้มีการพัฒนาศักยภาพและฟื้นฟูทักษะความรู้ รวมถึงการบริหารจัดการระบบบำบัดน้ำเสียที่ดี

5.3.4 จากการศึกษาที่พบว่า โรงพยาบาลบางแห่งมีผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำทิ้งไม่ผ่านมาตรฐาน ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะว่า โรงพยาบาลควรวิเคราะห์ข้อมูลผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งทางห้องปฏิบัติการซึ่งมีการส่งตรวจตามแผนประจำปีของโรงพยาบาลอยู่แล้ว โดยวิเคราะห์เชื่อมโยงกับผลการเช็คค่าพารามิเตอร์ประจำวันหรือผลการสังเกตระบบ เพื่อสามารถเห็นแนวโน้มหรือสาเหตุของปัญหาได้อย่างรวดเร็วและสามารถแก้ปัญหาได้ทันการณ์ ก่อนที่จะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสีย

5.4 ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

5.4.1 ควรมีการศึกษาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุขในพื้นที่เขตอื่นๆ ซึ่งอาจมีบริบทที่แตกต่างออกไป

5.4.2 ควรมีการศึกษาโดยการเก็บตัวอย่างน้ำเสียครอบคลุมทุกฤดูกาลและทุกช่วงเวลาของวัน

5.4.3 ควรทำการศึกษาวิจัยเจาะลึกในส่วน of โรงพยาบาลที่น้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียที่มีค่า BOD และ SS ไม่ผ่านมาตรฐาน เพื่อหาสาเหตุและวิธีปรับปรุงแก้ไขที่เหมาะสมตรงจุด โดยมีการควบคุมตรวจสอบและประเมินผลอย่างต่อเนื่อง

บรรณานุกรม

- กมลลา กมลาลิงห์. (2558). การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานแป้งมันสำปะหลังแปรรูปด้วยระบบเลี้ยงตะกอนชนิดที่มีตัวกลางยึดเกาะและไม่มีตัวกลางยึดเกาะสำหรับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูง. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรมควบคุมมลพิษ. (2558). คู่มือความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นและการตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสียด้วยตนเอง. กรุงเทพฯ: กรม.
- กรมควบคุมมลพิษ. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ. ส่วนน้ำเสียชุมชน. (2559ก). คู่มือการจัดการน้ำเสียชุมชนภาคประชาชน. กรุงเทพฯ: กรม.
- กรมควบคุมมลพิษ. ฝ่ายคุณภาพสิ่งแวดล้อมและห้องปฏิบัติการ. (2559ข). คู่มือการจัดการน้ำเสียจากอาคารประเภทโรงพยาบาล. กรุงเทพฯ: กรม.
- กรมควบคุมมลพิษ. ฝ่ายคุณภาพสิ่งแวดล้อมและห้องปฏิบัติการ. (2559ค). คู่มือความรู้เกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบ AS สำหรับอาคาร. กรุงเทพฯ: กรม.
- กรมควบคุมมลพิษ. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ. (2560). คู่มือบำบัดน้ำเสียชุมชน. กรุงเทพฯ: กรม.
- ชุตินันท์ โถสกุล. (2563). การศึกษาอิทธิพลของน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนต่อความหลากหลายชนิดและปริมาณของสัตว์หน้าดินบริเวณป่าชายเลนด้านหน้าโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมบ้านแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เดชา ทวีชาติ. (2560). ศึกษาการบริหารจัดการระบบสาธารณสุขโรคของโรงพยาบาลตามมาตรฐานสากล. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.
- ธนัท เจริญสุข. (2558). ค่าความร้อนของแอกทิวเต็ดสลัดจ์จากปฏิกรณ์แอโรบิกลำดับเป็นกะที่ดำเนินการให้มีการเติมอากาศที่ต่างกัน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.
- ธีรทัต กงทอง. (2558). วัสดุช่วยตกตะกอนเพื่อแก้ปัญหาเฉพาะหน้าสลัดจ์ไม่จมตัวในระบบแอกทิวเต็ดสลัดจ์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- นรารัตน์พร นวลสุวรรณ, วีรวิชัย ศรีวิเศษ, ดุษฎี คงถาวร, และอนัส มามะ. (2563). สภาวะในการเดินระบบตะกอนเร่งร่วมกับฟองน้ำต่อการบำบัดน้ำชะขยะที่มีความเข้มข้นสูง. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม*, 16(2), 45-54.
- พนัส อักษร. (2562). การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าเกรเดียนต์ความเร็วและค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดจากส่วนบนของ SV_{30} ในถังเติมอากาศของระบบบำบัดน้ำเสียจริงแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- พงศธร ทวีธนาภิรักษ์, และทองปัทม์ ดอนประจำ. (2563). ปริมาณ ลักษณะและแนวทางในการจัดการน้ำเสียของโรงอาหารกลาง มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ. *วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีควบคุมอัตโนมัติ*, 6(1), 10-20.
- พัชรินทร์ แพงสุพัฒน์. (2563). ประเด็นในปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคตของการบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาล. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.
- มนตรี ดวงจันทร์ทอง. (2562). การศึกษาคุณภาพน้ำเสียของโรงพยาบาลอุดรธานีที่ผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งหรือแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์. ค้นจาก https://r8way.moph.go.th/r8wayadmin/page/uploads_file/20200921064020.pdf
- สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. (2540). *ค่ากำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย*. กรุงเทพฯ: สมาคม.
- สกธินชารินทร์พธา สุทธิเมธิกุล. (2560). ศึกษาปัญหาของระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ในการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

ภาคผนวก ก

ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด

ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง

จากอาคารบางประเภทและบางขนาด

โดยที่ได้มีการปฏิรูประบบราชการโดยให้มีการจัดตั้งกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมขึ้นมา และให้โอนภารกิจของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕ ไปเป็นของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ประกอบกับเป็นการสมควรให้คณะกรรมการควบคุมมลพิษเป็นผู้พิจารณาเห็นชอบกับวิธีการตรวจหาค่ามาตรฐานการระบายน้ำทิ้ง นอกเหนือจากวิธีการที่กำหนดไว้แทนกรมควบคุมมลพิษ จึงสมควรแก้ไขปรับปรุงประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕๕ แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕ แก้ไขโดยมาตรา ๑๑๔ แห่งพระราชกฤษฎีกาแก้ไขบทบัญญัติให้สอดคล้องกับการโอนอำนาจหน้าที่ของส่วนราชการ ให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติปรับปรุงกระทรวง ทบวง กรม พ.ศ. ๒๕๔๕ พ.ศ. ๒๕๔๕ อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๕ ประกอบกับมาตรา ๓๕ มาตรา ๔๘ มาตรา ๕๐ และมาตรา ๕๑ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้ โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมมลพิษ และโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ จึงออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ลงวันที่ ๑๐ มกราคม พ.ศ. ๒๕๓๗

ข้อ ๒ ในประกาศนี้

“อาคาร” หมายความว่า อาคารที่ก่อสร้างขึ้น ไม่ว่าจะมิลักษณะเป็นอาคารหลังเดียว หรือเป็นกลุ่มของอาคารซึ่งตั้งอยู่ภายในพื้นที่ซึ่งเป็นบริเวณเดียวกัน และไม่ว่าจะมีท่อระบายน้ำท่อเดียว หรือมีหลายท่อที่เชื่อมติดต่อกันระหว่างอาคารหรือไม่ก็ตาม ซึ่งได้แก่

(๑) อาคารชุด ตามกฎหมายว่าด้วยอาคารชุด

(๒) โรงแรม ตามกฎหมายว่าด้วยโรงแรม

- (๓) หอพัก ตามกฎหมายว่าด้วยหอพัก
- (๔) สถานบริการประเภทสถานอาบน้ำ นวดหรืออบตัว ซึ่งมีผู้ให้บริการแก่ลูกค้า ตามกฎหมายว่าด้วยสถานบริการ
- (๕) โรงพยาบาลของทางราชการหรือสถานพยาบาล ตามกฎหมายว่าด้วยสถานพยาบาล
- (๖) อาคารโรงเรียนเอกชน ตามกฎหมายว่าด้วยโรงเรียนเอกชน โรงเรียนของทางราชการ อาคารสถาบันอุดมศึกษาของเอกชน ตามกฎหมายว่าด้วยสถาบันอุดมศึกษาของเอกชนและสถาบันอุดมศึกษาของทางราชการ
- (๗) อาคารที่ทำการของทางราชการ รัฐวิสาหกิจ หรือองค์การระหว่างประเทศและของเอกชน
- (๘) อาคารของศูนย์การค้าหรือห้างสรรพสินค้า
- (๙) ตลาด ตามกฎหมายว่าด้วยการสาธารณสุข แต่ไม่รวมถึง ท่าเทียบเรือประมง สะพานปลา หรือกิจการแพปลา
- (๑๐) กัฏดาการหรือร้านอาหาร
- “น้ำทิ้ง” หมายความว่า น้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียแล้วจนเป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งตามที่กำหนดไว้ในประกาศนี้
- ข้อ ๓ ให้แบ่งประเภทของอาคารตามข้อ ๒ ออกเป็น ๕ ประเภท คือ
- (๑) อาคารประเภท ก.
- (๒) อาคารประเภท ข.
- (๓) อาคารประเภท ค.
- (๔) อาคารประเภท ง.
- (๕) อาคารประเภท จ.
- ข้อ ๔ อาคารประเภท ก. หมายความว่า ถึง อาคารดังต่อไปนี้
- (๑) อาคารชุดที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นที่อยู่อาศัยรวมกันทุกชั้นของอาคาร หรือกลุ่มของอาคาร ตั้งแต่ ๕๐๐ ห้องนอนขึ้นไป
- (๒) โรงแรมที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นห้องพักรวมกันทุกชั้นของอาคาร หรือกลุ่มของอาคาร ตั้งแต่ ๒๐๐ ห้องขึ้นไป
- (๓) โรงพยาบาลของทางราชการ รัฐวิสาหกิจหรือสถานพยาบาล ตามกฎหมายว่าด้วยสถานพยาบาล ที่มีเตียงสำหรับผู้ป่วยไว้ค้างคืนรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ ๓๐ เตียงขึ้นไป

(๔) อาคารโรงเรียนเอกชน โรงเรียนของทางราชการ สถาบันอุดมศึกษาของเอกชน หรือสถาบันอุดมศึกษาของทางราชการที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ ๒๕,๐๐๐ ตารางเมตรขึ้นไป

(๕) อาคารที่ทำการของทางราชการ รัฐวิสาหกิจ องค์การระหว่างประเทศ หรือของเอกชนที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ ๕๕,๐๐๐ ตารางเมตรขึ้นไป

(๖) อาคารของศูนย์การค้าหรือห้างสรรพสินค้าที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ ๒๕,๐๐๐ ตารางเมตรขึ้นไป

(๗) ตลาดที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ ๒,๕๐๐ ตารางเมตรขึ้นไป

(๘) กภัตตาคารหรือร้านอาหารที่มีพื้นที่ให้บริการรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ ๒,๕๐๐ ตารางเมตรขึ้นไป

ข้อ ๕ อาคารประเภท ข. หมายความว่า อาคารดังต่อไปนี้

(๑) อาคารชุดที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นที่อยู่อาศัยรวมกันทุกชั้นของอาคาร หรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ ๑๐๐ ห้องนอน แต่ไม่ถึง ๕๐๐ ห้องนอน

(๒) โรงแรมที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นห้องพักรวมกันทุกชั้นของอาคาร หรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ ๖๐ ห้อง แต่ไม่ถึง ๒๐๐ ห้อง

(๓) หอพักที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นที่อยู่อาศัยรวมกันทุกชั้นของอาคาร หรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ ๒๕๐ ห้องขึ้นไป

(๔) สถานบริการที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคาร หรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ ๕,๐๐๐ ตารางเมตรขึ้นไป

(๕) โรงพยาบาลของทางราชการ รัฐวิสาหกิจ หรือสถานพยาบาล ตามกฎหมายว่าด้วยสถานพยาบาลที่มีเตียงสำหรับผู้ป่วยไว้ค้างคืนรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ ๑๐ เตียง แต่ไม่ถึง ๓๐ เตียง

(๖) อาคารโรงเรียนเอกชน โรงเรียนของทางราชการ สถาบันอุดมศึกษาของเอกชน หรือสถาบันอุดมศึกษาของทางราชการที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ ๕,๐๐๐ ตารางเมตร แต่ไม่ถึง ๒๕,๐๐๐ ตารางเมตร

(๓) อาคารที่ทำการของทางราชการ รัฐวิสาหกิจ องค์การระหว่างประเทศ หรือของเอกชน ที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ ๑๐,๐๐๐ ตารางเมตร แต่ไม่ถึง ๕๕,๐๐๐ ตารางเมตร

(๔) อาคารของศูนย์การค้าหรือห้างสรรพสินค้าที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ ๕,๐๐๐ ตารางเมตร แต่ไม่ถึง ๒๕,๐๐๐ ตารางเมตร

(๕) ตลาดที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ ๑,๕๐๐ ตารางเมตร แต่ไม่ถึง ๒,๕๐๐ ตารางเมตร

(๑๐) กิตติาคารหรือร้านอาหารที่มีพื้นที่ให้บริการรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคาร ตั้งแต่ ๕๐๐ ตารางเมตร แต่ไม่ถึง ๒,๕๐๐ ตารางเมตร

ข้อ ๖ อาคารประเภท ก. หมายความว่า อาคารดังต่อไปนี้

(๑) อาคารชุดที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นที่อยู่อาศัยรวมกันทุกชั้นของอาคาร หรือกลุ่มของอาคาร ไม่ถึง ๑๐๐ ห้องนอน

(๒) โรงแรมที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นที่อยู่พักรวมกันทุกชั้นของอาคาร หรือกลุ่มของอาคาร ไม่ถึง ๖๐ ห้อง

(๓) หอพักที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นที่อยู่อาศัยรวมกันทุกชั้นของอาคาร หรือกลุ่มของอาคาร ตั้งแต่ ๕๐ ห้อง แต่ไม่ถึง ๒๕๐ ห้อง

(๔) สถานบริการที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคาร หรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ ๑,๐๐๐ ตารางเมตร แต่ไม่ถึง ๕,๐๐๐ ตารางเมตร

(๕) อาคารที่ทำการของทางราชการ รัฐวิสาหกิจ องค์การระหว่างประเทศ หรือของเอกชน ที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ ๕,๐๐๐ ตารางเมตร แต่ไม่ถึง ๑๐,๐๐๐ ตารางเมตร

(๖) ตลาดที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ ๑,๐๐๐ ตารางเมตร แต่ไม่ถึง ๑,๕๐๐ ตารางเมตร

(๗) กิตติาคารหรือร้านอาหารที่มีพื้นที่ให้บริการรวมกันทุกชั้นของอาคาร หรือกลุ่มของอาคาร ตั้งแต่ ๒๕๐ ตารางเมตร แต่ไม่ถึง ๕๐๐ ตารางเมตร

ข้อ ๗ อาคารประเภท ง. หมายความว่า อาคารดังต่อไปนี้

(๑) หอพักที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นที่อยู่อาศัยรวมกันทุกชั้นของอาคาร หรือกลุ่มของอาคาร ตั้งแต่ ๑๐ ห้อง แต่ไม่ถึง ๕๐ ห้อง

(๒) ตลาดที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคาร หรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ ๕๐๐ ตารางเมตร แต่ไม่ถึง ๑,๐๐๐ ตารางเมตร

(๓) กัฏาคารหรือร้านอาหารที่มีพื้นที่ให้บริการรวมกันทุกชั้นของอาคาร หรือกลุ่มของอาคาร ตั้งแต่ ๑๐๐ ตารางเมตร แต่ไม่ถึง ๒๕๐ ตารางเมตร

ข้อ ๘ อาคารประเภท จ. หมายความว่า กัฏาคารหรือร้านอาหารที่มีพื้นที่ให้บริการรวมกันทุกชั้นไม่ถึง ๑๐๐ ตารางเมตร

ข้อ ๙ มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคาร ประเภท ก. ต้องมีค่าดังต่อไปนี้

(๑) ความเป็นกรดและด่าง (PH) ต้องมีค่าระหว่าง ๕-๙

(๒) บีโอดี (BOD) ต้องมีค่าไม่เกิน ๒๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๓) สารแขวนลอย (Suspended Solids) ต้องมีค่าไม่เกิน ๓๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๔) ซัลไฟด์ (Sulfide) ต้องมีค่าไม่เกิน ๑.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๕) สารที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Dissolved Solids) ต้องมีค่าเพิ่มขึ้นจากปริมาณสารละลายในน้ำใช้ตามปกติไม่เกิน ๕๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๖) ตะกอนหนัก (Settleable Solids) ต้องมีค่าไม่เกิน ๐.๕ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๗) น้ำมันและไขมัน (Fat Oil and Grease) ต้องมีค่าไม่เกิน ๒๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๘) ทีเคเอ็น (TKN) ต้องมีค่าไม่เกิน ๓๕ มิลลิกรัมต่อลิตร

ข้อ ๑๐ มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคาร ประเภท ข. ต้องเป็นไปตามข้อ ๙ เว้นแต่

(๑) บีโอดี ต้องมีค่าไม่เกิน ๓๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๒) สารแขวนลอย ต้องมีค่าไม่เกิน ๔๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

ข้อ ๑๑ มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคาร ประเภท ค. ต้องเป็นไปตามข้อ ๙ เว้นแต่

(๑) บีโอดี ต้องมีค่าไม่เกิน ๔๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๒) สารแขวนลอย ต้องมีค่าไม่เกิน ๕๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๓) ซัลไฟด์ ต้องมีค่าไม่เกิน ๓.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๔) ค่าทีเคเอ็น ต้องมีค่าไม่เกิน ๔๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

ข้อ ๑๒ มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคาร ประเภท ง. ต้องเป็นไปตามข้อ ๘
เว้นแต่

(๑) บีโอดี ต้องมีค่าไม่เกิน ๕๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๒) สารแขวนลอย ต้องมีค่าไม่เกิน ๕๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๓) ซัลไฟด์ ต้องมีค่าไม่เกิน ๔.๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๔) ค่าทีเคเอ็น ต้องมีค่าไม่เกิน ๔๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

ข้อ ๑๓ มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคาร ประเภท จ. ต้องมีค่าดังต่อไปนี้

(๑) ความเป็นกรดและด่างต้องมีค่าระหว่าง ๕-๙

(๒) บีโอดี ต้องมีค่าไม่เกิน ๒๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๓) สารแขวนลอย ต้องมีค่าไม่เกิน ๖๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๔) น้ำมันและไขมัน ต้องมีค่าไม่เกิน ๑๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

ข้อ ๑๔ การตรวจสอบมาตรฐานการระบายน้ำทิ้งจากอาคาร ให้ใช้วิธีการดังต่อไปนี้

(๑) การตรวจสอบค่าความเป็นกรดและด่างให้กระทำโดยใช้เครื่องวัดความเป็นกรดและด่าง
ของน้ำ (PH Meter)

(๒) การตรวจสอบค่าบีโอดีให้กระทำโดยใช้วิธีการอะไซด์โมดิฟิเคชัน (Azide Modification)
ที่อุณหภูมิ ๒๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๕ วัน ติดต่อกันหรือวิธีการอื่นที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษ
ให้ความเห็นชอบ

(๓) การตรวจสอบค่าสารแขวนลอยให้กระทำโดยใช้วิธีการกรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว
(Glass Fibre Filter Disc)

(๔) การตรวจสอบค่าซัลไฟด์ให้กระทำโดยใช้วิธีการไตเตรท (Titrate)

(๕) การตรวจสอบค่าสารที่ละลายได้ทั้งหมดให้กระทำโดยใช้วิธีการระเหยแห้งระหว่างอุณหภูมิ
๑๐๓ องศาเซลเซียส ถึงอุณหภูมิ ๑๐๕ องศาเซลเซียส ในเวลา ๑ ชั่วโมง

(๖) การตรวจสอบค่าตะกอนหนักให้กระทำโดยใช้วิธีการกรวยอิมฮอฟฟ์ (Imhoff cone)
ขนาดบรรจุ ๑,๐๐๐ ลูกบาศก์เซนติเมตร ในเวลา ๑ ชั่วโมง

(๓) การตรวจสอบค่าน้ำมันและไขมันให้กระทำโดยใช้วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย แล้วแยกหาน้ำหนักของน้ำมันและไขมัน

(๔) การตรวจสอบค่าที่เคเอ็นให้กระทำโดยใช้วิธีการเจลดาคัล (Kjeldahl)

ข้อ ๑๕ การคิดคำนวณพื้นที่ใช้สอย จำนวนอาคารและจำนวนห้องของอาคาร หรือกลุ่มของอาคาร ให้เป็นไปตามวิธีการที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษกำหนด โดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

ข้อ ๑๖ วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ ความถี่ และระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างน้ำ ให้เป็นไปตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษกำหนด โดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

ข้อ ๑๗ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๗ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๔๘

ยงยุทธ ดิยะไพรัช

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย

ตารางที่ 6 แสดงผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย

รพ.	วันที่เก็บตัวอย่าง	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด	ปสภ.ลด BOD	น้ำก่อนบำบัด	น้ำหลังบำบัด	ปสภ.ลด SS
		BOD (mg/L)	BOD (mg/L)	(ร้อยละ)	SS (mg/L)	SS (mg/L)	(ร้อยละ)
H1	22 ม.ค. 2562	120	< 2.0	> 98.33	212	7	96.70
H2	22 ม.ค. 2562	128	< 2.0	> 98.44	115	6	94.78
H3	22 ม.ค. 2562	92	< 2.0	> 97.83	86	4	95.35
H4	22 ม.ค. 2562	105	7.4	92.95	60	21	65.00
H5	22 ม.ค. 2562	198	3.6	98.18	74	15	79.73
H6	29 ม.ค. 2562	52	4.5	91.35	27	5	81.48
H7	29 ม.ค. 2562	20	4.2	79.00	33	8	75.76
H8	29 ม.ค. 2562	72	< 2.0	> 97.22	58	14	75.86
H9	30 ม.ค. 2562	34	2.3	93.24	37	25	32.43
H10	30 ม.ค. 2562	96	< 2.0	> 97.92	88	3	96.59
H11	6 ก.พ. 2562	106	< 2.0	> 98.11	54	13	75.93
H12	6 ก.พ. 2562	113	4.9	95.66	64	14	78.13
H13	6 ก.พ. 2562	40	2.5	93.75	35	9	74.29
H14	20 ก.พ. 2562	39	< 2.0	94.87	26	16	38.46
H15	20 ก.พ. 2562	122	3.5	97.13	108	12	88.89
H16	26 ก.พ. 2562	110	24	78.18	106	64	39.62
H17	26 ก.พ. 2562	127	24	81.10	102	5	95.10
H18	27 ก.พ. 2562	515	12	97.67	100	2	98.00
H19	27 ก.พ. 2562	130	< 2.0	> 98.46	50	6	88.00
H20	12 มี.ค. 2562	102	2.4	97.65	106	2	98.11
H21	12 มี.ค. 2562	57	2.5	95.61	82	9	89.02
H22	12 มี.ค. 2562	148	< 2.0	> 98.65	54	3	94.44
H23	13 มี.ค. 2562	118	2.1	98.22	62	17	72.58
H24	14 มี.ค. 2562	110	7.5	93.18	62	39	37.10
H25	14 มี.ค. 2562	113	2.8	97.52	90	5	94.44
H26	14 มี.ค. 2562	116	4.6	96.03	54	5	90.74
H27	19 มี.ค. 2562	50	< 2.0	> 96.00	94	1	98.94

ภาคผนวก ค

แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลของระบบบำบัดน้ำเสีย

แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลของระบบบำบัดน้ำเสีย

โรงพยาบาล จังหวัด ขนาด เตียง
 ผู้ตอบแบบสอบถาม ตำแหน่ง โทรศัพท์

1. ชนิดระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอททิเวเต็ดสลัดจ์ของโรงพยาบาล

☐ แบบกวนสมบูรณ์ CMAS

☐ แบบคลองวนเวียน OD

☐ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ SBR

☐ อื่นๆ ระบุ
2. ขนาดความสามารถรับน้ำเสียของระบบ ลบ.ม/วัน

☐ จากรายงานรายละเอียดการออกแบบระบบฯ

☐ ประเมินด้วยตัวเอง
3. ปริมาณน้ำเข้า.....ลบ.ม/วัน
4. สภาพระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล

☐ สภาพดี ยังใช้งานอยู่ปกติ

☐ ชำรุดแต่ยังพอใช้งานได้

☐ ชำรุดใช้งานไม่ได้แล้ว

☐ ชำรุดรอการซ่อมแซม

☐ อื่นๆ ระบุ.....
5. ผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย

☐ ไม่มีผู้ดูแลเฉพาะ

☐ มีผู้ดูแลระบบ จำนวน.....คน
6. การส่งตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง ความถี่ในการส่งตรวจ.....ครั้ง/ปี

☐ คุณภาพน้ำไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

☐ คุณภาพน้ำผ่านเกณฑ์มาตรฐาน
7. มีการกำจัดขยะในตระแกรงดักขยะในบ่อสูบลบทุกวัน

☐ ปฏิบัติประจำ

☐ ปฏิบัติบางครั้ง

☐ ไม่ปฏิบัติ
8. มีการตรวจวัดค่าตะกอน 30 นาที และวัดคลอรีนอิสระ ทุกวัน

☐ ปฏิบัติประจำ

☐ ปฏิบัติบางครั้ง

☐ ไม่ปฏิบัติ
9. มีการควบคุมปริมาณค่าออกซิเจน (DO) ในบ่อเติมอากาศ ไม่ต่ำกว่า มก./ลิตร ตรวจวัดทุก (กี่วัน).....วัน
10. มีการปิดเครื่องเติมอากาศบางครั้งเพื่อประหยัดพลังงาน

☐ ใช่

☐ ไม่ใช่
11. เมื่อพบว่ามิอุปกรณ์ชำรุดขัดข้องมีการแจ้งผู้บังคับบัญชาให้ทราบทันทีเพื่อแก้ไข

☐ ใช่

☐ ไม่ใช่
13. มีการบันทึกความผิดปกติและวิธีแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบบำบัดน้ำเสียทุกครั้ง

☐ ปฏิบัติประจำ

☐ ปฏิบัติบางครั้ง

☐ ไม่ปฏิบัติ
14. ในการปฏิบัติงานทุกครั้งจะมีการป้องกันตนเองด้วยการสวมถุงมือยาง ผ้าปิดปากปิดจมูก สวมรองเท้าบูทหุ้มส้น เป็นต้น

☐ ปฏิบัติประจำ

☐ ปฏิบัติบางครั้ง

☐ ไม่ปฏิบัติ
15. มีการทำความสะอาดบ่อเติมคลอรีนเป็นประจำ

☐ ใช่

☐ ไม่ใช่
16. มีการสังเกตลักษณะตะกอนจุลินทรีย์ในบ่อเติมอากาศและบ่อตกตะกอนทุกวันเพื่อตรวจสอบความผิดปกติ

☐ ใช่

☐ ไม่ใช่
17. ปัญหาในการดำเนินการ.....
18. ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ.....

ภาคผนวก ง

รายนามผู้เชี่ยวชาญด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมในการตรวจสอบเครื่องมือ

รายนามผู้เชี่ยวชาญด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมในการตรวจสอบเครื่องมือ

ผู้เชี่ยวชาญด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมในการตรวจสอบเครื่องมือ มีดังนี้

นายธนชีพ พีระธรรณิษฐ์	นักวิชาการสาธารณสุขเชี่ยวชาญ กลุ่มพัฒนานามัยสิ่งแวดล้อม ศูนย์อนามัยที่ 5 ราชบุรี
นางสาวอุบล จันทร์เพชร	นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการพิเศษ กลุ่มพัฒนานามัยสิ่งแวดล้อม ศูนย์อนามัยที่ 5 ราชบุรี
นางสาวมัตติกา ยงอยู่	นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ กลุ่มพัฒนานามัยสิ่งแวดล้อม ศูนย์อนามัยที่ 5 ราชบุรี

ภาคผนวก จ

ประมวลภาพการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย



ประมวลภาพการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย

ภาคผนวก จ

ใบรับรองจริยธรรมการวิจัยเกี่ยวกับมนุษย์



กรมอนามัย
ศูนย์อนามัยที่ ๕ อําเภอบุสี

ใบรับรองจริยธรรมการวิจัยเกี่ยวกับมนุษย์
ศูนย์อนามัยที่ 5 กรมอนามัย

เอกสารรับรองเลขที่ 1/2562

ชื่อโครงการวิจัย: การศึกษาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข
เขตสุขภาพที่ 5

STUDY OF EFFICIENCY OF WASTEWATER TREATMENT PLANTS:

HOSPITALS UNDER MINISTRY OF PUBLIC HEALTH IN HEALTH AREA 5

ผู้วิจัยหลัก : นางสาวธิดารัตน์ ดำรงค์สอน

สังกัด : กลุ่มพัฒนานามัยสิ่งแวดล้อม ศูนย์อนามัยที่ 5

เป็นการพิจารณาโครงการวิจัยแบบเร่งรัด

☒ ใช่

☐ ไม่ใช่

เป็นการพิจารณาโครงการวิจัยแบบปกติ

☐ ใช่

☐ ไม่ใช่

ผลการพิจารณาของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย ครั้งนี้

☒ รับรอง : วันที่พิจารณารับรอง 20 มีนาคม 2562

ลงนาม.....

ทันตแพทย์หญิง.วรวรรณ อัครกุล

ทันตแพทย์เชี่ยวชาญ

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยเกี่ยวกับมนุษย์

ศูนย์อนามัยที่ 5 กรมอนามัย

รับรองตั้งแต่วันที่ 20 มีนาคม 2562 ถึง 20 มีนาคม 2563