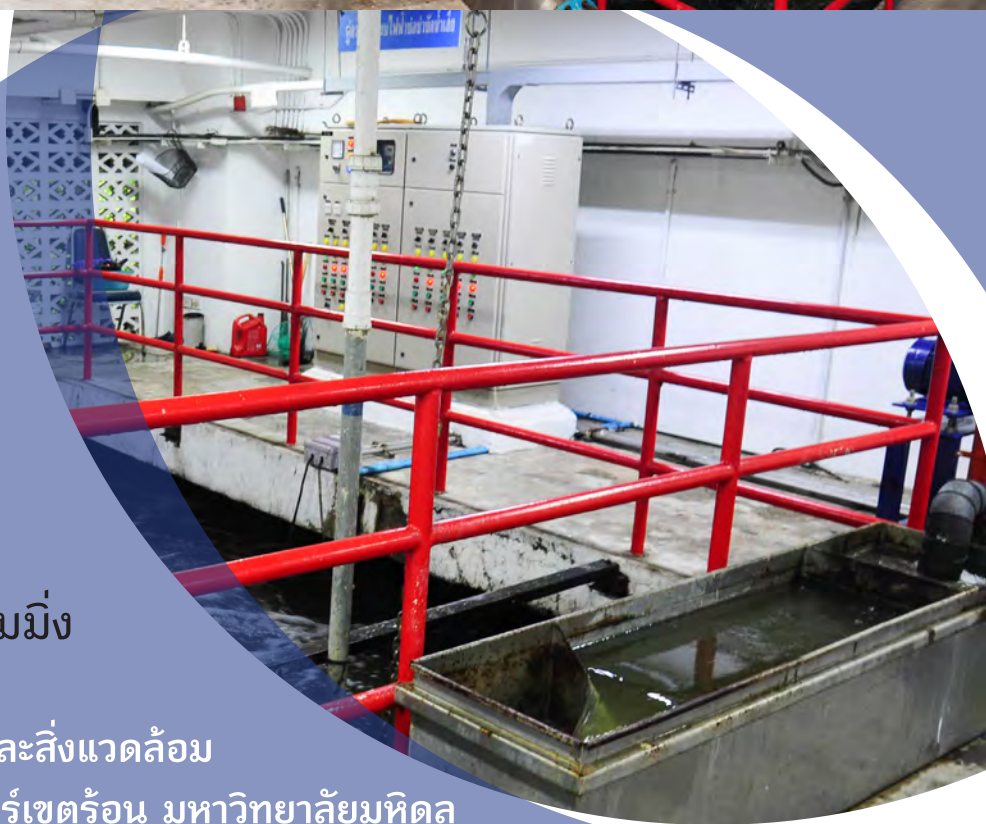
คู่มือการปฏิบัติงาน

ระบบบำบัดน้ำเสีย

คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล



จัดทำโดย

นายเสวก ชมมิ่ง

งานกายภาพและสิ่งแวดล้อม

คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล

กิตติกรรมประกาศ

คู่มือการปฏิบัติงานระบบบำบัดน้ำเสียฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก ศาสตราจารย์ ดร. รังสรรค์ ตั้งตรงจิตร จากภาควิชาโภชนศาสตร์เขตร้อนและวิทยาศาสตร์อาหาร คณะเวชศาสตร์เขตร้อน ที่กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษา ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. กมลเนตร โอฆานุรักษ์ ภาควิชาเวชศาสตร์สังคมและสิ่งแวดล้อม ที่ตรวจทานและแก้ไขเนื้อหาคู่มือนี้ให้มีความสมบูรณ์ครบถ้วน ขอบพระคุณ คุณโรมรัน ศรีสัมฤทธิ์ กรรมการผู้จัดการบริษัทวินาพิม เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด และคุณพิษณุ โพธิ์เตียน วิศวกรรมสุขาภิบาล บริษัท วี เอ็น พี คอนซัลแตนท์ จำกัด โดยให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลทางวิชาการ ตรวจและแก้ไขข้อมูลดังกล่าว ขอบพระคุณ คุณปิยธิดา รุ้งมัจฉา พยาบาลวิชาชีพ (ผู้ชำนาญการพิเศษ) ฝ่ายการพยาบาลโรงพยาบาลเวชศาสตร์เขตร้อน ที่กรุณาให้คำแนะนำการทำ Flow Chart และความเสี่ยงในการปฏิบัติงาน ผู้จัดทำตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของท่านอาจารย์ และผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของงานกายภาพและสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณบดี ตลอดจนผู้ร่วมงานทุกท่านที่อำนวยความสะดวกและอนุเคราะห์สถานที่ในการทำคู่มือครั้งนี้ จนทำให้คู่มือนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้จัดทำ
นายเสวก ชมมิ่ง

คำนำ

น้ำเสียจากสถานพยาบาล ห้องปฏิบัติการ ก่อนปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมและชุมชน มีความสำคัญอย่างมาก เพราะถือว่าน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการทดลองต่างๆ จากห้องปฏิบัติการ จากโรงพยาบาล มีทั้งน้ำเสียที่อันตรายและไม่อันตราย ซึ่งส่งผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมและชุมชนโดยตรง เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายหรือปัญหาที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม จึงต้องมีการควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสียให้เป็นไปตามมาตรฐานและมีประสิทธิภาพ

ผู้จัดทำได้จัดทำคู่มือ “การปฏิบัติงานระบบบำบัดน้ำเสีย คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล” ขึ้นเพื่อสามารถเป็นแนวทางปฏิบัติในการจัดการระบบบำบัดน้ำเสียอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีเนื้อหาประกอบด้วย หน้าที่ความรับผิดชอบและการบริหารจัดการ หลักเกณฑ์วิธีการปฏิบัติงานและเงื่อนไข เทคนิคในการปฏิบัติงาน ปัญหาอุปสรรคแนวทางแก้ไข การพัฒนาและข้อเสนอแนะ ซึ่งมีแนวทางปฏิบัติอ้างอิงตามหลักเกณฑ์มาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อความปลอดภัยและไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน

ผู้จัดทำคู่มือ หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คู่มือนี้จะมีประโยชน์ทางด้านวิชาการ และทางปฏิบัติงานต่อสำนักงานคณบดี บุคลากรของงานกายภาพและสิ่งแวดล้อม เจ้าหน้าที่บุคลากรโรงพยาบาลและคณะต่างๆ ในมหาวิทยาลัยมหิดล และผู้สนใจทั่วไป

นายเสวก ชมมิ่ง
วิศวกรโยธา (ผู้ชำนาญการ)
หัวหน้างานกายภาพและสิ่งแวดล้อม
กรกฎาคม 2560

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของคู่มือการปฏิบัติงาน	1
1.3 ประโยชน์ของคู่มือการปฏิบัติงาน	1
1.4 ขอบเขตของคู่มือการปฏิบัติงาน	2
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	2-3
บทที่ 2 หน้าที่ความรับผิดชอบ และการบริหารจัดการ	**4**
2.1 ลักษณะงานที่ปฏิบัติของตำแหน่ง	4
2.2 หน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่ง	4-5
2.3 การบริหารจัดการงานระบบบำบัดน้ำเสีย	5-6
2.4 โครงสร้างองค์กร (Organization Chart)	7
2.5 โครงสร้างการบริหาร (Administration Chart)	8
2.6 โครงสร้างการปฏิบัติงาน (Activity Chart)	9
บทที่ 3 หลักเกณฑ์ วิธีการปฏิบัติงานและเงื่อนไข	**10**
3.1 หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน	10-26
3.2 วิธีการปฏิบัติงานระบบบำบัดน้ำเสีย	26-27
3.3 ข้อควรระวัง/ข้อสังเกต/ข้อควรคำนึง/ความเสี่ยงในการปฏิบัติงาน	27-30
3.4 แนวคิด/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	30-35
บทที่ 4 เทคนิคในการปฏิบัติงาน	**36**
4.1 แผนกลยุทธ์ในการปฏิบัติงาน	36-37
4.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Flow Chart)	38-41
4.3 การติดตามผลการปฏิบัติงาน	41-44
4.4 การวัดผลสำเร็จในการปฏิบัติงาน	45
4.5 คุณธรรม/จริยธรรม/สมรรถนะในการปฏิบัติงาน	46-47
บทที่ 5 ปัญหาอุปสรรค แนวทางแก้ไข การพัฒนา และข้อเสนอแนะ	**48**
5.1 ปัญหาอุปสรรคในการปฏิบัติงาน	48-56
5.2 แนวทางแก้ไข และพัฒนางาน	56-59
5.3 ข้อเสนอแนะ	59-60
บรรณานุกรม	**61**
ภาคผนวก	**62-68**

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ข้อมูลคุณสมบัติของน้ำเสียที่ใช้ในการออกแบบ 10
ตารางที่ 2 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคาร 11
ตารางที่ 3 ประเภทของอาคารที่เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อม 11-12
ตารางที่ 4 สิ่งบ่งชี้ในการควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย 28
ตารางที่ 5 ผลการตรวจวิเคราะห์น้ำเสีย 43-44
ตารางที่ 6 ตัวชี้วัดของระบบบ่อบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาล 45
ตารางที่ 7 (1.1) ค่า บี โอ ดี ไม่ผ่านมาตรฐาน 48-49
ตารางที่ 8 (1.2) ค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยไม่ผ่านมาตรฐาน 49
ตารางที่ 9 (1.3) ค่าไนโตรเจนในรูป ที เค เอ็น ไม่ผ่านมาตรฐาน 50
ตารางที่ 10 (1.4) ค่าซัลไฟด์ไม่ผ่านมาตรฐาน 50
ตารางที่ 11 (1.5) ค่าไขมันและน้ำมัน Fat, Oil & Grease ไม่ผ่านมาตรฐาน 50
ตารางที่ 12 (1.6) ค่าไขมันและน้ำมัน Fat, Oil & Grease ไม่ผ่านมาตรฐาน 50
ตารางที่ 13 (2.1) เครื่องเติมอากาศประเภท Submersible Aerator 51
ตารางที่ 14 (2.2) เครื่องเติมอากาศประเภท Air Blower 51-52
ตารางที่ 15 (2.3) เครื่องสูบน้ำ 52
ตารางที่ 16 (2.4) ระบบท่อและวาล์วชำรุด 52
ตารางที่ 17 (2.5) ระบบไฟฟ้าควบคุมชำรุด 53
ตารางที่ 18 (3.1) ปัญหาตะกอนลอยที่ผิวหน้าถังตกตะกอน 53-54
ตารางที่ 19 (3.2) มวลตะกอนจุลินทรีย์ (MLSS) ในถังเติมอากาศมีปริมาณต่ำ 54
ตารางที่ 20 (3.3) ตะกอนไม่จมและแนวทางในการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย 54-55
ตารางที่ 21 (4.1) ผู้ดูแลระบบขาดความรู้ในการเดินระบบที่ถูกวิธี 55
ตารางที่ 22 (4.2) ขาดงบประมาณในการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย 55
ตารางที่ 23 ตารางบันทึกการบำบัดน้ำเสียประจำวัน 63
ตารางที่ 24 ตารางบันทึกการบำบัดน้ำเสียประจำเดือน 64-65
ตารางที่ 25 รายงานการตรวจสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์ ระบบบำบัดน้ำเสีย 66-67

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	ภาพแสดงแผนผังอาคารต่างๆ ของคณะเวชศาสตร์เขตร้อน	68
2	ภาพแสดงไดอะแกรมระบบบำบัดน้ำเสีย (Activated Sludge Process)	14
3	ภาพแสดงบอกตำแหน่งของบ่อต่างๆ ระบบบำบัดน้ำเสีย	15
4	ภาพแสดงถังปรับสภาพน้ำเสีย (Equalization Tank)	16
5	ภาพแสดงตำแหน่งวางเครื่องเติมอากาศแบบ (Submersible Aeration)	17
6	ภาพแสดงการทำงานของถังตกตะกอน	18
7	ภาพแสดงตู้ควบคุมไฟฟ้าภายนอก-ภายใน ของระบบปั๊มต่างๆ ระบบบำบัดน้ำเสีย	22
8	ภาพแสดงตู้ควบคุมไฟฟ้าภายนอก-ภายในของระบบปั๊มเติมอากาศระบบบำบัดน้ำเสีย	22
9	ภาพแสดงตัวอย่างการเทียบสีน้ำจากบ่อบำบัดน้ำเสีย	41
10	ภาพแสดงการบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำเสีย SP1, SP2	57
11	ภาพแสดงการบำรุงรักษาเครื่องสูบตะกอนเวียนกลับ SRP1, SRP2	58

อภิธานศัพท์

ม.^{2}	ตารางเมตร (Square Meter)
มล.	มิลลิลิตร (Milliliter)
มก./ล.	มิลลิกรัมต่อลิตร (Milligrams per Liter)
Bar	หน่วยวัดความดัน (บาร์)
Co., Ltd.	Company Limited (บริษัทจำกัด)
ENV	Environmental (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย)
H_z	Hertz (หน่วยวัดการสั่นสะเทือนของกระแสไฟฟ้า)
ICC	Infection Control Committee (คณะกรรมการป้องกันและควบคุมการติดเชื้อในโรงพยาบาล)
KW	Kilowatt (หน่วยวัดความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า)
L/hr	ลิตรต่อชั่วโมง (Liter per Hour)
m^3	ลูกบาศก์เมตร (Cubic Meter)
PM	Preventive Maintenance (การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน)
RM	Risk Management (คณะกรรมการบริหารความเสี่ยง)
&	Ampersand (มีความหมายว่า และ)
@	Arroba (มีความหมายว่า ที่)
∅	Diameter (เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลม)

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญ

มหาวิทยาลัยมหิดลได้ทำการก่อสร้างอาคารขึ้น 1 หลัง ในปีพ.ศ. 2539 เพื่อใช้เป็นพื้นที่ปฏิบัติการรวมของ 3 คณะฯ ได้แก่ คณะเวชศาสตร์เขตร้อน คณะสาธารณสุขศาสตร์ และคณะทันตแพทยศาสตร์ โดยใช้ชื่ออาคารว่า “อาคารอเนกประสงค์” ซึ่งต่อมาในปี พ.ศ. 2559 คณะเวชศาสตร์เขตร้อนในส่วนที่เป็นพื้นที่ของคณะฯ ได้เปลี่ยนชื่ออาคารเป็น “อาคารสันต์ศิริ ศรมณี” โดยอาคารหลังดังกล่าวนั้นมีระบบการบริหารจัดการน้ำเสียที่เหมาะสมเป็นโครงการต้นแบบที่ใช้ประโยชน์ร่วมกันทั้ง 3 คณะฯ ก่อเกิดประโยชน์สูงสุดต่อหลายหน่วยงาน โดยรวบรวมปริมาณน้ำทิ้งจากอาคารต่าง ๆ อาคารบริเวณใกล้เคียง ที่ยังไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อลดปริมาณสิ่งสกปรกที่ระบายลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ การดูแลและบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสียที่ได้ดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์เครื่องจักรต่างๆ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ การดำเนินงานดูแลและบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสียจำเป็นต้องดำเนินการตามขั้นตอน ผู้ควบคุมดูแลระบบต้องมีความรู้ความเข้าใจหลักการทำงานของระบบ ขั้นตอนในการตรวจสอบเครื่องจักรอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งการบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสียอย่างชำนาญ

คู่มือการปฏิบัติงานระบบบำบัดน้ำเสีย มีความสำคัญและจำเป็นต้องมีเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ปฏิบัติงานด้านควบคุมระบบได้ทราบถึงรายละเอียดองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบบำบัดน้ำเสียรวมถึงขั้นตอน ระยะเวลา ในการดูแลและบำรุงรักษาเครื่องจักร และอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อประกอบในการปฏิบัติงานตามมาตรฐานของระบบบำบัดน้ำเสีย และเป็นแนวทางการนิเทศบุคลากรใหม่ หรือผู้มาศึกษาดูงาน

1.2 วัตถุประสงค์ของคู่มือการปฏิบัติงาน

คู่มือการปฏิบัติงานระบบบำบัดน้ำเสีย คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทางหลักให้ผู้ปฏิบัติงานด้านควบคุมระบบได้ทราบถึงรายละเอียดต่างๆ ของหน่วยบำบัด การควบคุมดูแลรวมทั้งการบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ในระบบบำบัดน้ำเสีย การติดตามผล กระบวนการตรวจสภาพน้ำ รวมไปถึงการแก้ปัญหาที่อาจพบได้จากระบบบำบัดน้ำเสียประเภทนี้ เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้จริงและเป็นแนวทางให้ผู้ดูแลระบบได้ทราบถึงความเป็นมาต่าง ๆ ที่ใช้ในการออกแบบระบบบำบัด การควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 ประโยชน์ของคู่มือการปฏิบัติงาน

1.3.1 เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียตามมาตรฐาน

1.3.2 เพื่อเป็นคู่มือในการวิเคราะห์ระบบการดูแลของบ่อบำบัดน้ำเสียอย่างถูกต้อง

1.3.3 เพื่อเป็นแนวทางในการป้องกัน และเฝ้าระวังในการดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย

1.4 ขอบเขตของคู่มือการปฏิบัติงาน

วิศวกรโยธา นายช่างเทคนิค งานควบคุมคุณภาพระบบบำบัดน้ำเสียชนิดตะกอนเร่ง (Activated Sludge Process) โดยมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำก่อนผ่านระบบบำบัด และหลังผ่านระบบบำบัด ตามเกณฑ์มาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ เครื่องจักรและอุปกรณ์ การควบคุมการทำงานของเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพ การป้องกันอันตรายจากสารเคมีแก่บุคลากรที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการบันทึกตลอดจนการรายงานผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำภายหลังผ่านการบำบัดก่อนปล่อยออกสู่ชุมชน

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1) **น้ำเสีย** หมายถึง ของเสียที่อยู่ในสภาพของเหลว รวมทั้งมวลสารที่ปะปนและปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น น้ำเสียจากแหล่งต่าง ๆ จะมีลักษณะและคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป สิ่งเจือปนต่างๆ ที่ทำให้น้ำกลายเป็นน้ำเสีย ได้แก่ สารอินทรีย์ต่างๆ กรด ด่าง ของแข็งหรือสารแขวนลอย และสิ่งที่ลอยปนอยู่ในน้ำ เช่น น้ำมัน ไขมัน เกลือและแร่ธาตุที่เป็นพิษ

2) **pH** หมายถึง ดัชนีความเข้มข้นของ H^+ อนุภาคของโปรตอนที่แตกตัวได้จากกรดต่างๆในน้ำ ซึ่งสะท้อนถึงความเป็นกรด ด่างของน้ำ

3) **SS (Suspended Solid)** หมายถึง ของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ แต่แขวนลอยอยู่ในน้ำ สามารถแยกออกจากน้ำได้โดยการกรองด้วยกระดาษกรองใยแก้วที่มีขนาดกรองประมาณ 1.2 ไมครอน

4) **TDS (Total Dissolved Solid)** หมายถึง ของแข็งที่ละลายน้ำได้ ทำให้สามารถลอดผ่านกระดาษกรองใยแก้วที่มีขนาดรูกรองประมาณ 1.2 ไมครอน ประกอบด้วยอนุภาคของคอลลอยด์ที่มีขนาดเล็กกว่ารูกระดาษกรองและโมเลกุลของสารอินทรีย์และสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำ

5) **Settleable Solid** หมายถึง ตะกอนที่มีขนาดใหญ่และมีความถ่วงจำเพาะสูงกว่าน้ำจะตกตะกอนรวมกันที่ส่วนล่างเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ตรวจวัดได้โดยนำน้ำตัวอย่างมาใส่ในภาชนะที่เรียกว่า Imhoff cone

6) **DO (Dissolved Oxygen)** หมายถึง ปริมาณความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำ

7) **BOD (Biochemical Oxygen Demand)** หมายถึง ปริมาณออกซิเจนละลายที่แบคทีเรียต้องการใช้ในการย่อยสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ปริมาณสารอินทรีย์ ดังนั้นน้ำเสียที่มี BOD สูง หมายถึงน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์เข้มข้นมาก

8) **COD (Chemical Oxygen Demand)** หมายถึง ปริมาณความต้องการออกซิเจนละลายที่ใช้ในการย่อยสารอินทรีย์ ด้วยวิธีทางเคมี (ภาวะที่เป็นกรด และร้อนจัด)

9) **MLSS (Mixed Liquor Suspended Solids)** หมายถึง ปริมาณหรือความเข้มข้นโดยประมาณของจุลชีพในถังเติมอากาศคิดเป็นปริมาณสารแขวนลอย หรือ Mixed Liquor ซึ่งเป็นของผสมระหว่างน้ำทิ้งกับตะกอนจุลชีพในถังเติมอากาศ

10) **MLVSS (Mixed Liquor Volatile Suspended Solids)** หมายถึง ปริมาณความเข้มข้นของจุลชีพในถังเติมอากาศคิดเป็นปริมาณสารแขวนลอยของจุลชีพในถังเติมอากาศ

11) **SVI (Sludge Volume Index)** หมายถึง ปริมาณสารแขวนลอยหนัก 1 กรัม ที่ตกตะกอนเมื่อตั้งทิ้งไว้ 30 นาที มีหน่วยเป็นมิลลิลิตรต่อกรัม

12) **Cl_2 Residual** หมายถึง ปริมาณความเข้มข้นของ Cl_2 ที่เหลืออยู่ในน้ำ

13) **TKN (Total Kjieldahl Nitrogen)** หมายถึง ปริมาณสารอินทรีย์ไนโตรเจน และแอมโมเนียไนโตรเจน (OrgN และ NH_3 – N)

14) **ไฮโดรเจนซัลไฟด์** พบได้ตามธรรมชาติในน้ำเสียจะอยู่ในรูปซัลเฟต เกิดปฏิกิริยา Reduction และถูกเปลี่ยนเป็นซัลไฟด์ และไอโดรเจนซัลไฟด์ หรือก๊าซไข่เน่าในภาวะที่ไร้ออกซิเจน

15) **Fat, Oil & Grease** หมายถึง น้ำมันและไขมัน หาได้โดยวิธีสกัดด้วยตัวทำละลาย แล้วแยกหาน้ำหนักของน้ำมันและไขมัน

16) **ฟีคัลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform)** เป็นแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น ถูกขับถ่ายออกมากับอุจจาระ ใช้เป็นตัวชี้วัด (Bacteriological Indicator) ถึงความสะอาดของน้ำ

17) **โททัลโคลิฟอร์ม (Total Coliform)** หมายถึง **ฟีคัลโคลิฟอร์ม และ นันฟีคัลโคลิฟอร์ม** รวมกันโดย **นันฟีคัลโคลิฟอร์ม** หมายถึง **โคลิฟอร์ม** กลุ่มที่อาศัยอยู่ในดิน และพืช มีอันตรายน้อยกว่าฟีคัลโคลิฟอร์ม ใช้เป็นแบคทีเรียตัวชี้วัดถึงความไม่สะอาดของน้ำ

18) **AS (Activated Sludge Process)** หมายถึง ระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยจุลินทรีย์ให้ทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์น้ำเสีย โดยมีการเติมอากาศในถังเติมอากาศให้เพียงพอกับความต้องการของจุลินทรีย์ที่จะย่อยสลายสารอินทรีย์ และสร้างจุลินทรีย์ใหม่เพิ่มขึ้น หลังจากการเติมอากาศ น้ำเสียจะถูกส่งไปยังถังตกตะกอน เพื่อปล่อยให้จุลินทรีย์ซึ่งอยู่ในรูปสลัดจ์ตกตะกอนที่ก้นถังและสูบไปกำจัด หรือหมุนเวียนไปใช้เป็นเชื้อจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศต่อไป ส่วนน้ำใสที่อยู่ส่วนบนจะไหลล้นออก ไปสู่ถังเติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรคก่อนปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม

บทที่ 2
บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ

2.1 ลักษณะงานที่ปฏิบัติของตำแหน่ง

หน้าที่ความรับผิดชอบ ปฏิบัติงานในฐานะผู้ชำนาญการในงานวิศวกรรมโยธา โดยงานที่ปฏิบัติต้องใช้ความรู้ ความสามารถ ความชำนาญงานและประสบการณ์สูง โดยต้องคิดริเริ่มพัฒนาแนวทางให้เหมาะสมเพื่อหาวิธีการใหม่ๆ มาใช้ในการปฏิบัติงาน ตลอดจนแก้ไขปัญหาและตัดสินใจในงานที่ได้รับผิดชอบให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ และปฏิบัติหน้าที่อื่นตามที่ได้รับมอบหมาย

ลักษณะงานที่ปฏิบัติต้องใช้ความรู้ ความสามารถ ความชำนาญงานและประสบการณ์สูงทางด้านวิศวกรรมโยธา โดยปฏิบัติหน้าที่อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง เช่น ปฏิบัติงานวิจัยที่ก่อให้เกิดการพัฒนาเทคนิควิธีการในงานวิศวกรรมโยธาให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ศึกษา ค้นคว้า ทดลอง วิเคราะห์ หรือสังเคราะห์ หรือวิจัย เพื่อให้ข้อเสนอแนะในการกำหนดลักษณะและมาตรฐานในการปฏิบัติงานวิศวกรรมโยธาควบคุมตรวจสอบการปฏิบัติงานวิศวกรรมโยธาให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด ทำความเห็น สรุปรายงาน ให้คำปรึกษา เสนอแนะการดำเนินการเกี่ยวกับงานวิศวกรรมโยธา ศึกษา ค้นคว้าหาวิธีการในการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับงานวิศวกรรมโยธา พัฒนาเอกสารวิชาการ คู่มือเกี่ยวกับงานในความรับผิดชอบ ให้คำปรึกษาแนะนำ ตอบปัญหาและชี้แจงเรื่องต่างๆ เกี่ยวกับงานในหน้าที่ เข้าร่วมประชุมในการกำหนดนโยบาย วิสัยทัศน์ พันธกิจและแผนงานของหน่วยงานที่สังกัดและปฏิบัติหน้าที่อื่นที่เกี่ยวข้อง

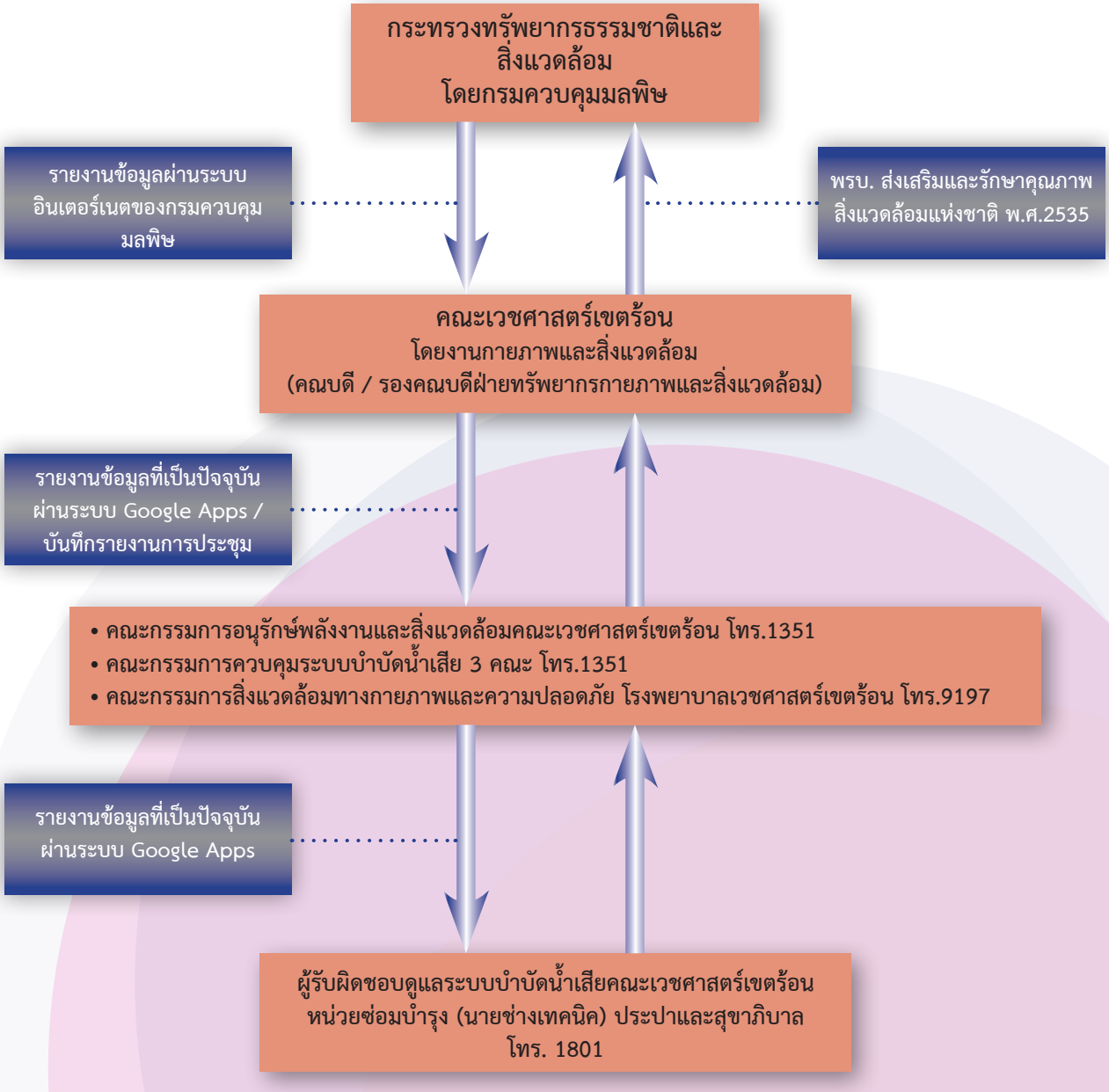
2.2 หน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่ง

ผู้เขียนดำรงตำแหน่ง วิศวกรโยธา (ผู้ชำนาญการ) หัวหน้างานกายภาพและสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณบดี มีหน้าที่รับผิดชอบกำกับ ดูแลงานด้านระบบกายภาพ เพื่อให้สามารถตอบสนองวิสัยทัศน์ พันธกิจและยุทธศาสตร์ของส่วนงาน ด้านการเรียนการสอน การบริการผู้ป่วย การวิจัย ด้านพัฒนาอาคารสถานที่และสิ่งแวดล้อม วางแผนงาน ควบคุมโครงการก่อสร้าง งานปรับปรุงอาคาร พัฒนาระบบ และดูแลบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภค การซ่อมครุภัณฑ์และอาคารสถานที่ โดยมุ่งเน้นการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม ปรับปรุงภูมิทัศน์ การจัดเก็บและการบริหารจัดการขยะภายในคณะฯ ควบคุมและบริหารจัดการระบบบำบัดน้ำเสีย ดูแลด้านระบบรักษาความปลอดภัยภายใน งานกำกับ ดูแล หน่วยออกแบบและควบคุมงาน หน่วยซ่อมบำรุง หน่วยรักษาความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม ศูนย์วิจัยโรคเขตร้อนกาญจนบุรี วางแผน และบริหารการจัดการงานด้านงบประมาณค่าใช้จ่าย และงบประมาณที่ต้องใช้ดูแลของหน่วยงาน บำรุงรักษาพื้นที่ส่วนกลางของคณะฯ งานออกแบบโครงสร้างทางวิศวกรรม สถาปัตยกรรม และประมาณราคา งานปรับปรุงสิ่งก่อสร้างภายในคณะฯ รวมถึงวิทยาเขตกาญจนบุรีและศูนย์โรคเมืองร้อนราชบุรี ตรวจสอบราคากลาง ตรวจสอบและคำนวณเงินชดเชยค่างานก่อสร้างตามสัญญาปรับราคาได้ (ค่าK) และให้คำปรึกษางานด้านวิศวกรรมกับหน่วยงานภายในคณะฯ และภายนอกคณะฯ มหาวิทยาลัยมหิดล และเป็นประธานงานควบคุมดูแลตรวจเช็คอุปกรณ์เครื่องจักรและวิเคราะห์น้ำเสียระบบบำบัดน้ำเสียของ 3 คณะ เป็นคณะกรรมการป้องกันอัคคีภัย

และอุบัติภัยคณะเวชศาสตร์เขตร้อน คณะกรรมการและเลขานุการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมคณะเวชศาสตร์เขตร้อน คณะอนุกรรมการสวัสดิการคณะเวชศาสตร์เขตร้อน คณะกรรมการสิ่งแวดทางกายภาพและความปลอดภัย โรงพยาบาลเวชศาสตร์เขตร้อน (ENV) งานด้านศิลปวัฒนธรรม รวมถึงงานกิจกรรมของคณะฯ ต่างๆ กำกับ ดูแล และงานที่ได้รับมอบหมาย

2.3 การบริหารจัดการงานระบบบำบัดน้ำเสีย

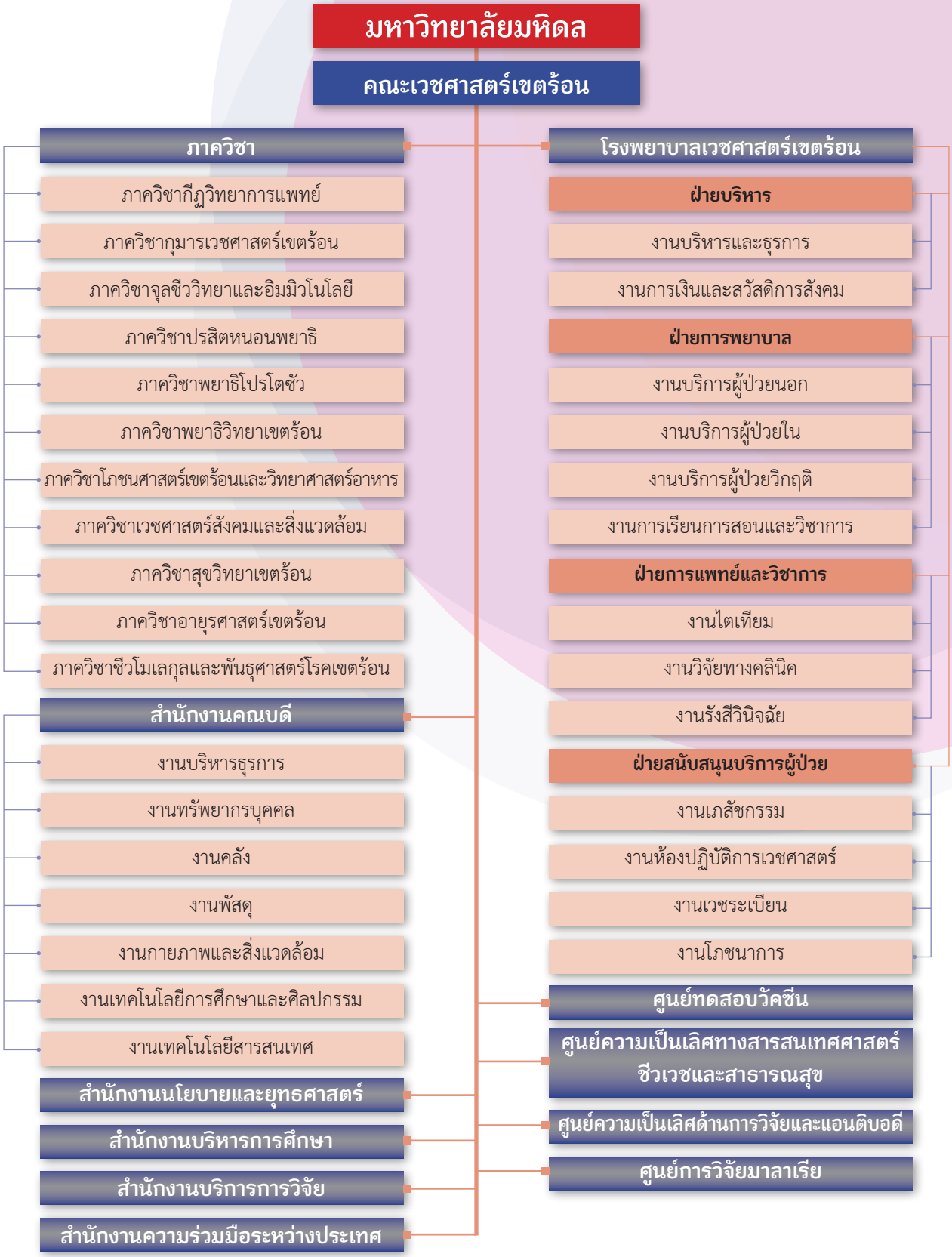
แผนผังการบริหาร / การรายงานจัดการระบบบำบัดน้ำเสียคณะเวชศาสตร์เขตร้อน



การบริหารจัดการระบบบำบัดน้ำเสียคณะเวชศาสตร์เขตร้อน เป็นระบบการทำงานเพื่อตอบสนองการบริการของโรงพยาบาล การเรียนการสอน การวิจัย ซึ่งเป็นพันธกิจหลักของคณะฯ การดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย ให้มีคุณภาพและเป็นไปตามมาตรฐานพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 จึงมีการควบคุมการปฏิบัติงาน และการติดตามประเมินผลอย่างเป็นระบบ มีระบบการรายงานอย่างเข้มแข็ง ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียนี้มีผู้รับผิดชอบดูแลประจำ เป็นนายช่างเทคนิคประปาและสุขาภิบาล โดยในกระบวนการทำงานมีการประเมินตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสียประจำวัน และการประเมินตรวจสอบประจำเดือน ซึ่งการรายงานผลการตรวจสอบประจำวัน ใช้การรายงานผ่านระบบ Google Apps ไปยังคณะกรรมการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมคณะเวชศาสตร์เขตร้อน คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและความปลอดภัยโรงพยาบาลเวชศาสตร์เขตร้อน โดยมีพยาบาลควบคุมการติดเชื้อในโรงพยาบาล เป็นผู้เฝ้าระวังคุณภาพของระบบบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยออกสู่ชุมชน และเมื่อพบปัญหาทั้งที่สามารถแก้ไขเบื้องต้นและไม่สามารถแก้ไขได้ จะมีการรายงานให้ผู้รับผิดชอบทาง Group Line Application ซึ่งเป็นอีกช่องทางหนึ่งที่จะทำให้ทราบปัญหาและสามารถช่วยแก้ปัญหาได้อย่างทันท่วงที

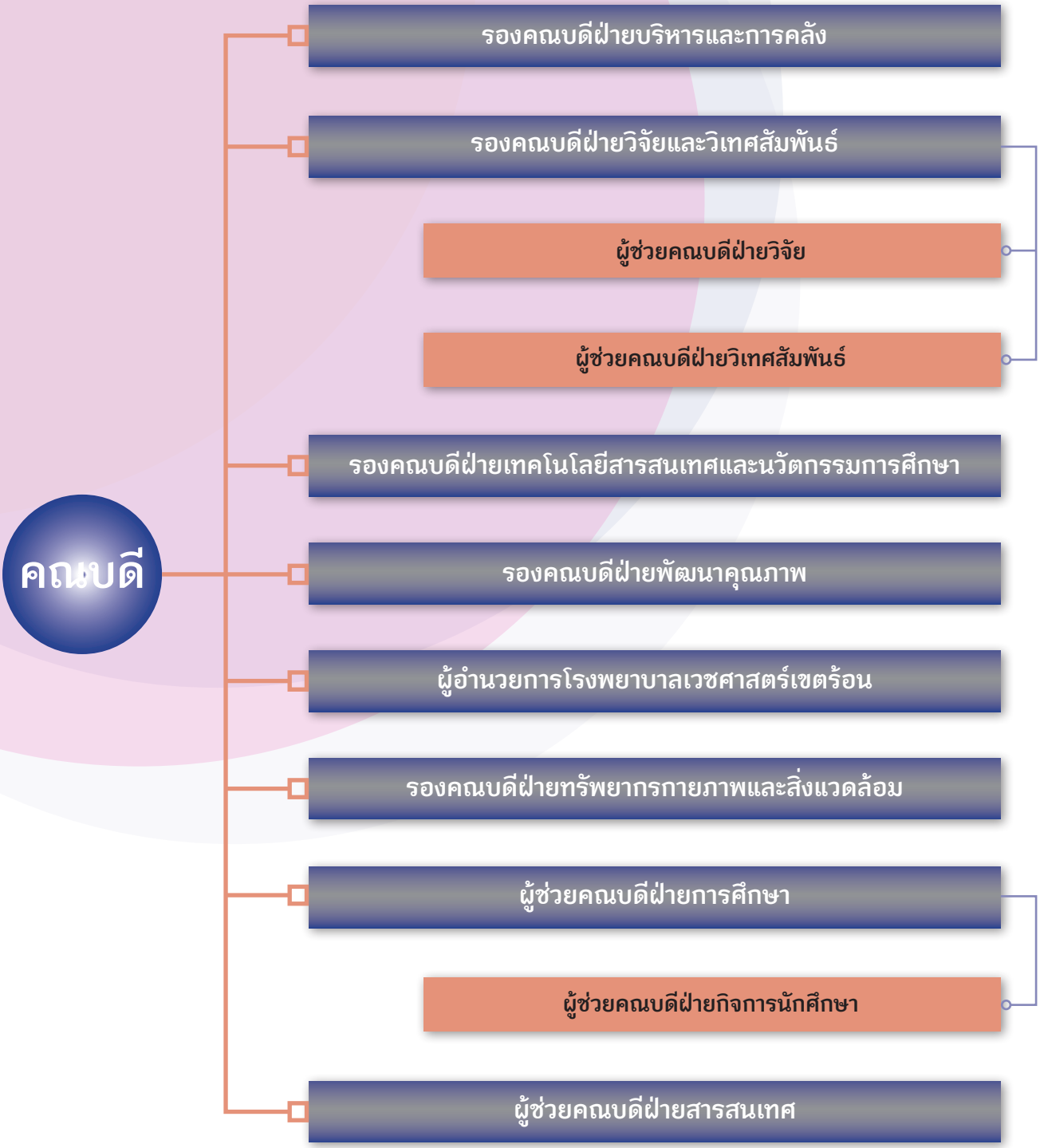
ส่วนการรายงานในระบบเฝ้าระวังเป็นรายเดือนนั้น เมื่อได้รับผลการตรวจน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการ ผู้รับผิดชอบจะทำการบันทึกข้อมูลผ่านระบบ Google Apps หากพบผลการตรวจผิดปกติ ดำเนินการแก้ปัญหาทันที และนำปัญหาที่พบทบทวนในที่ประชุมคณะกรรมการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย 3 คณะ คณะกรรมการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมคณะเวชศาสตร์เขตร้อน คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและความปลอดภัยโรงพยาบาลเวชศาสตร์เขตร้อน เพื่อป้องกันการเกิดซ้ำ และส่งผลการตรวจสอบ/เฝ้าระวังไปยังงานกายภาพและสิ่งแวดล้อม/รองคณบดีฝ่ายทรัพยากรกายภาพและสิ่งแวดล้อม/คณบดี และรายงานข้อมูลต่อไปยังกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และกองกายภาพและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดลต่อไป

2.4 โครงสร้างองค์กร (Organization Chart)



โครงสร้างคณะเวชศาสตร์เขตร้อน

2.5 โครงสร้างการบริหาร (Administration Chart)



โครงสร้างการบริหาร คณะเวชศาสตร์เขตร้อน

2.6 โครงสร้างการปฏิบัติงาน (Activity Chart)

โครงสร้างการปฏิบัติงาน งานกายภาพและสิ่งแวดล้อม

บทที่ 3
หลักเกณฑ์การปฏิบัติงานและเงื่อนไข

3.1 หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน

ระบบบำบัดน้ำเสียคณะเวชศาสตร์เขตร้อน สามารถรองรับปริมาณน้ำเสียครอบคลุมพื้นที่อาคาร 103,500 ตารางเมตร และพื้นที่ภายนอกอาคารรวมได้ 25,000 ตารางเมตร รวมเป็นพื้นที่ 128,500 ตารางเมตร มีปริมาณน้ำเสียที่รวบรวมเข้าระบบบำบัดน้ำเสียเฉลี่ยในปัจจุบัน 300 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน โดยที่ระบบมีขีดความสามารถรองรับปริมาณน้ำเสียได้ถึง 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และคณะฯได้ใช้ข้อมูลคุณสมบัติของน้ำเสียที่ใช้ในการออกแบบ ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลคุณสมบัติของน้ำเสียที่ใช้ในการออกแบบ

พารามิเตอร์	หน่วย	น้ำเสียเข้าระบบ	น้ำทิ้งออกจากระบบบำบัดน้ำเสีย	มาตรฐานน้ำทิ้งอาคารประเภท ก. ของกรมควบคุมมลพิษ
พีเอช (pH)	-	5-9	5-9	5-9
บีโอดี (BOD)	มก./ล.	120	< 20	≤ 20
ตะกอนแขวนลอย (Suspended Solid)	มก./ล.	≤ 60	< 30	≤ 30
น้ำมันและไขมัน Fat, Oil & Grease)	มก./ล.	≤ 100	< 5	≤ 20

3.1.1 กฎหมายและมาตรฐานน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน

พื้นที่คณะเวชศาสตร์เขตร้อน เป็นสถานที่ของราชการ โดยมีพื้นที่ที่เป็นโรงพยาบาล อาคารสูง และอาคารปฏิบัติการต่างๆ ตามกฎหมายและมาตรฐานน้ำทิ้ง ได้กำหนด ให้อาคารดังกล่าวในพื้นที่เป็นอาคารประเภท ก. (โรงพยาบาลขนาด 30 เตียงขึ้นไป) ตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2537 เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ดังนั้น ทางคณะเวชศาสตร์เขตร้อน จึงต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อให้ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งเป็นไปตามกฎหมายที่กำหนด ดังแสดงในตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 2 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคาร

คุณภาพน้ำทิ้ง	หน่วย	ประเภทมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคาร					หมายเหตุ
		ก	ข	ค	ง	จ	
1. ความเป็นกรดและด่าง (pH)		5-9	5-9	5-9	5-9	5-9	*เป็นค่าที่เพิ่มจากปริมาณสารละลายในน้ำใช้ตามปกติ
2. บีโอดี (BOD)	มก./ล.	≤ 20	≤ 30	≤ 40	≤ 50	≤200	
3. ปริมาณของแข็ง							
3.1 ปริมาณสารแขวนลอย (Suspended Solids)	มก./ล.	≤ 30	≤ 40	≤ 50	≤ 60	≤ 60	
3.2 ปริมาณตะกอนหนัก (Settleable Solids)	มก./ล.	≤0.5	≤0.5	≤0.5	≤0.5	-	
3.3 ปริมาณสารละลายน้ำ (Total Dissolved Solids)	มก./ล.	≤500*	≤500	≤500	≤500	-	
4. ซัลไฟด์ (Sulfide)	มก./ล.	≤1.0	≤1.0	≤3.0	≤ 4.0	-	
5. ไนโตรเจน (Nitrogen)							
5.1 ทีเคเอ็น (TKN)	มก./ล.	≤ 35	≤ 35	≤ 40	≤ 40	-	
5.2 ออร์กานิคไนโตรเจน (Organic Nitrogen)	มก./ล.	≤ 10	≤ 10	≤ 15	≤ 15	-	
5.3 แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N)	มก./ล.	≤ 15	≤ 15	≤ 25	≤ 25	-	
6. น้ำมันและไขมัน (Fat, Oil & Grease)	มก./ล.	≤ 20	≤ 20	≤ 20	≤ 20	≤100	

ตารางที่ 3 ประเภทของอาคารที่เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำ ลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม

ประเภทอาคาร	ขนาดของอาคารที่กำหนดมาตรฐานการระบายน้ำทิ้ง				
	ก	ข	ค	ง	จ
1. อาคารชุดตามกฎหมายว่าด้วยอาคารชุด	≥500 ห้องนอน	100 – < 500 ห้องนอน	<100 ห้องนอน	-	-
2. โรงแรมว่าด้วยกฎหมายของโรงแรม	≥200 ห้องนอน	60 – < 200 ห้องนอน	< 60 ห้อง	-	-
3. หอพักว่ากฎหมายของหอพัก	-	≥250 ห้อง	50 – <250 ห้อง	10 – < 50 ห้อง	-
4. สถานบริการอาบอบนวด	-	≥ 5,000ม^2	1,000 - <5,000 ม^2	-	

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ประเภทอาคาร	ขนาดของอาคารที่กำหนดมาตรฐานการระบายน้ำทิ้ง				
	ก	ข	ค	ง	จ
5. สถานพยาบาล	≥30 เตียง	10 - < 30 เตียง	-	-	-
6. อาคารโรงเรียนราษฎร์และสถาบันอุดมศึกษา	≥ 25,000 ม^2	5,000 - <25,000 ม^2	-	-	-
7. อาคารที่ทำการ	≥ 55,000 ม^2	10,000-<55,000 ม^2	5,000- <10,000 ม^2	-	-
8. ศูนย์การค้า และห้างสรรพสินค้า	≥ 25,000 ม^2	5,000-≥25,000 ม^2	-	-	-
9. ตลาด	≥ 2,500 ม^2	1,500-< 2,500 ม^2	1,000-< 1,500 ม^2	500 - < 1,000 ม^2	-
10. ภัตตาคาร และ ร้านอาหาร	≥ 2,500 ม^2	500 - < 2,500 ม^2	250- < 500 ม^2	100 - <250 ม^2	<100 ม^2

3.1.2 หลักการปฏิบัติโดยทั่วไปของการบำบัดน้ำเสีย แบ่งได้ตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. การบำบัดขั้นต้น (Preliminary Treatment) : และการบำบัดเบื้องต้น (Primary Treatment) : เป็นการบำบัดเพื่อแยกทราย กรวดและของแข็งขนาดใหญ่ ออกจากของเหลวหรือน้ำเสีย โดยเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วย ตะแกรงหยาบ (Coarse Screen) ตะแกรงละเอียด (Fine Screen) ถังดักกรวดทราย (Grit Chamber) ถังตกตะกอนเบื้องต้น (Primary Sedimentation Tank) และเครื่องกำจัดไขฝ้า (Skimming Devices) การบำบัดน้ำเสียขั้นนี้สามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยได้ร้อยละ 50-70 และกำจัดสารอินทรีย์ซึ่งวัดในรูปของบีโอดีได้ร้อยละ 25-40

2. การบำบัดขั้นที่สอง (Secondary Treatment) : เป็นการบำบัดน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดขั้นต้นและการบำบัดเบื้องต้นมาแล้ว แต่ยังคงมีของแข็งแขวนลอยขนาดเล็ก และสารอินทรีย์ที่ละลายและไม่ละลายในน้ำเสียเหลือค้างอยู่ โดยทั่วไปการบำบัดขั้นที่สองหรือเรียกอีกอย่างว่า การบำบัดทางชีวภาพ (Biological Treatment) จะอาศัยหลักการเลี้ยงจุลินทรีย์ในระบบภายใต้สภาวะที่สามารถควบคุมได้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ในการกินสารอินทรีย์ได้รวดเร็วกว่าที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ และแยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำทิ้งโดยใช้ถังตกตะกอน (Secondary Sedimentation Tank) ทำให้น้ำทิ้งมีคุณภาพดีขึ้น จากนั้นจึงผ่านเข้าระบบฆ่าเชื้อโรค (Disinfecting) เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคปนเปื้อน ก่อนจะระบายน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ หรือนำกลับไปใช้ประโยชน์ (Reuse) การบำบัดน้ำเสียในขั้นนี้สามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยและสารอินทรีย์ซึ่งวัดในรูปของบีโอดีได้มากกว่าร้อยละ 80

3. การบำบัดขั้นสูง (Advance Treatment หรือ Tertiary Treatment) เป็นกระบวนการกำจัดสารอาหาร (ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส) สี สารแขวนลอยที่ตกตะกอนยากและอื่น ๆ ซึ่งยังไม่ได้ถูกกำจัดโดยกระบวนการบำบัดขั้นที่สอง ทั้งนี้เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ดียิ่งขึ้นเพียงพอที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) ได้นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันการเติบโตผิดปกติของสาหร่ายที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดน้ำเน่า แก้ไขปัญหาน่ารังเกียจของแหล่งน้ำอันเนื่องจากสี และแก้ไขปัญหาอื่น ๆ ที่ระบบบำบัดขั้นที่สอง ไม่สามารถกำจัดได้กระบวนการบำบัดขั้นสูง ได้แก่

- การกำจัดฟอสฟอรัส มีทั้งแบบใช้กระบวนการทางเคมีและแบบใช้กระบวนการทางชีวภาพ
- การกำจัดไนโตรเจน ซึ่งมีทั้งแบบใช้กระบวนการทางเคมีและแบบใช้กระบวนการทางชีวภาพ โดยวิธีการทางชีวภาพนั้นจะมี 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียไนโตรเจนให้เป็นไนเตรทที่เกิดขึ้นในสภาวะแบบใช้ออกซิเจนหรือที่เรียกว่า “กระบวนการไนตริฟิเคชั่น (Nitrification)” และขั้นตอนการเปลี่ยนไนเตรทให้เป็นก๊าซไนโตรเจน ซึ่งเกิดขึ้นในสภาวะไร้ออกซิเจน หรือที่เรียกว่า “กระบวน การดีไนตริฟิเคชั่น (Denitrification)”
- การกำจัดฟอสฟอรัสและไนโตรเจนร่วมกันโดยกระบวนการทางชีวภาพ ซึ่งเป็นการใช้ทั้งกระบวนการแบบใช้อากาศและไม่ใช้อากาศในการร่วมกับกระบวนการจับใช้ฟอสฟอรัสอย่างฟุ่มเฟือย (Phosphorus Luxury Update) ซึ่งต้องการใช้กระบวนการแบบไม่ใช้อากาศต่อด้วยกระบวนการใช้อากาศด้วยเช่นกัน ทั้งนี้จะต้องมีการประยุกต์ใช้โดยผู้มีความรู้เข้าใจในกระบวนการดังกล่าวเป็นอย่างดี
- การกรอง (Filtration) ซึ่งเป็นการกำจัดสารที่ไม่ต้องการโดยวิธีการทางกายภาพ อันได้แก่ สารแขวนลอยที่ตกตะกอนได้ยาก เป็นต้น
- การดูดซับ (Adsorption) ซึ่งเป็นการกำจัดสารอินทรีย์ที่มีในน้ำเสียโดยการดูดติดบนพื้นผิวของของแข็งรวมถึงการกำจัดกลิ่นเหนือก๊าซที่เกิดขึ้นด้วยวิธีเดียวกัน

3.1.3 ทฤษฎีของกลไกการทำงาน และขั้นตอนการปฏิบัติงานในระบบบำบัดน้ำเสีย *(ดูภาพหน้า 68)*

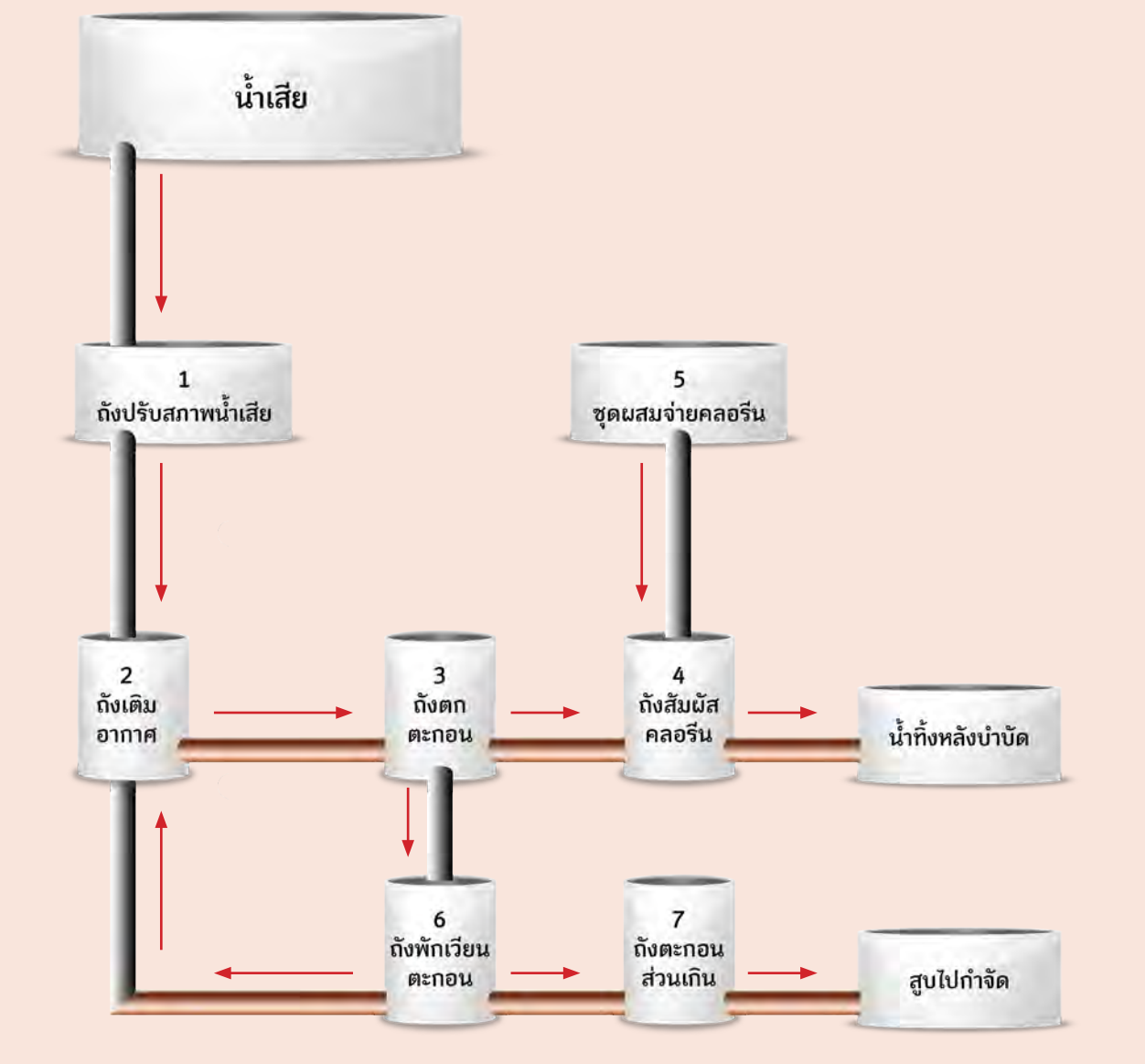
น้ำเสียที่รวบรวมเข้าระบบบำบัดเป็นน้ำเสียจากอาคารต่างๆ ของคณะเวชศาสตร์เขตร้อน ซึ่งจะรวบรวมน้ำเสียมาตามท่อระบายน้ำที่ได้เตรียมไว้ เพื่อส่งเข้าระบบและบางอาคารก็จะผันน้ำเสียโดยเครื่องสูบน้ำแบบ Submersible Pump โดยติดตั้งเครื่องสูบน้ำประจำอาคารต่างๆ เพื่อสูบระบายน้ำเสียเข้ามายังระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นระบบบำบัดน้ำเสียชนิดตะกอนเร่ง (Activated Sludge Process) เป็นระบบที่เน้นการใช้เครื่องจักรกลมาช่วยในกระบวนการบำบัด ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการควบคุมในระดับหนึ่ง และต้องการผู้ควบคุมระบบ ที่มีความรู้ความสามารถ แต่ใช้พื้นที่น้อยในการก่อสร้าง จึงเหมาะสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชนหรือในเขตเมืองซึ่งที่ดินมีราคาแพง ปัจจุบันระบบนี้นับว่าเป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่มีผู้นิยมมาก และใช้อย่างแพร่หลายที่สุดในประเทศไทย โดยเฉพาะในเขตชุมชนซึ่งมีพื้นที่ดินจำกัด เช่น ระบบบำบัดน้ำเสียของคณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล เป็นต้น

ระบบบำบัดน้ำเสียของคณะเวชศาสตร์เขตร้อน เป็นระบบบำบัดน้ำเสียชนิดตะกอนเร่ง (Activated Sludge Process) ประกอบด้วยหน่วยบำบัดต่างๆ ดังนี้

1. ถังปรับสภาพน้ำเสีย (Equalization Tank)
2. ถังเติมอากาศ (Aeration Tank)
3. ถังตกตะกอน (Sedimentation Tank)
4. ถังสัมผัสคลอรีน (Chlorine Contact Tank)
5. ชุดผสมจ่ายคลอรีน (Chlorine Mixer Unit)
6. ถังพักเวียนตะกอน (Return Sludge Tank)
7. ถังตะกอนส่วนเกิน (Sludge Storage Tank)

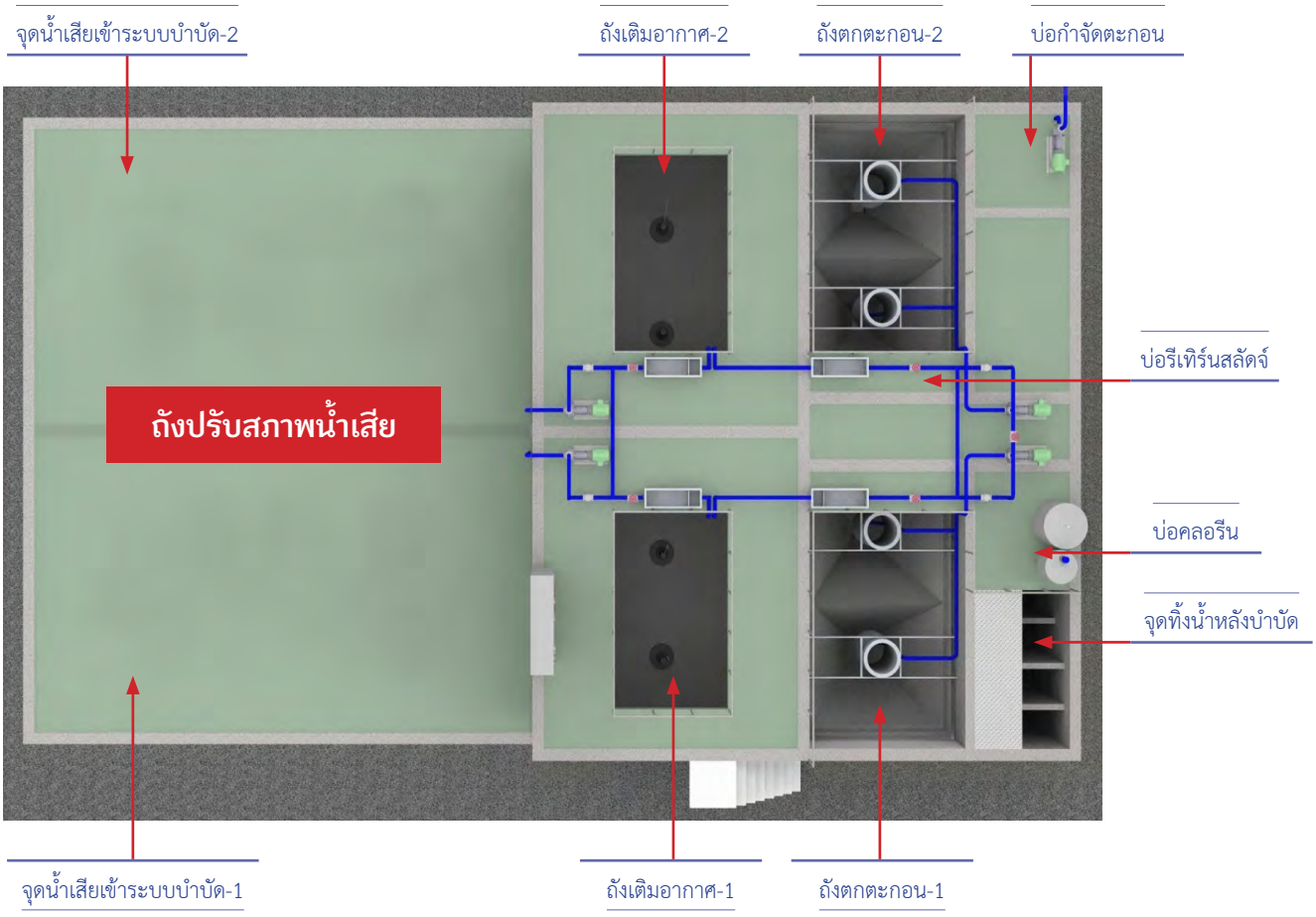
ระบบบำบัดน้ำเสียของคณะเวชศาสตร์เขตร้อน มีรายละเอียดขั้นตอนการทำงานของแต่ละหน่วยบำบัดแสดงดังรูปที่ 1



ภาพที่ 2 ภาพแสดงไดอะแกรมระบบบำบัดน้ำเสีย (Activated Sludge Process)

หลักการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียนี้ จะเลี้ยงจุลินทรีย์ซึ่งเป็นแบคทีเรียชนิดใช้ออกซิเจนในถังเติมอากาศ แบคทีเรียเหล่านี้จะย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียให้เป็นพลังงานน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ ซัลเฟต และ End Products อื่นๆ ขณะเดียวกันแบคทีเรียก็จะแพร่พันธุ์เพิ่มจำนวนขึ้น การเติมอากาศหรือออกซิเจนในถังเติมอากาศต้องมีปริมาณมากพอสำหรับให้แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ และทำให้เกิดการปั่นป่วนผสมผสานกันของตะกอนแบคทีเรียในถังเติมอากาศกับน้ำเสีย รวมทั้งป้องกันการตกตะกอนในถังเติมอากาศด้วยตะกอนแบคทีเรียเหล่านี้เรียกว่า ฟลอค (Floc) เมื่อน้ำไหลออกจากถังเติมอากาศไปสู่ถังตกตะกอน จะเกิดการแยกตัวระหว่างตะกอนกับน้ำใส (ซึ่งมีสารอินทรีย์ละลายอยู่ในปริมาณต่ำ) น้ำใสจะไหลล้นทิ้งไป ส่วนตะกอนแบคทีเรียจะถูกสูบหมุนเวียนกลับเข้า

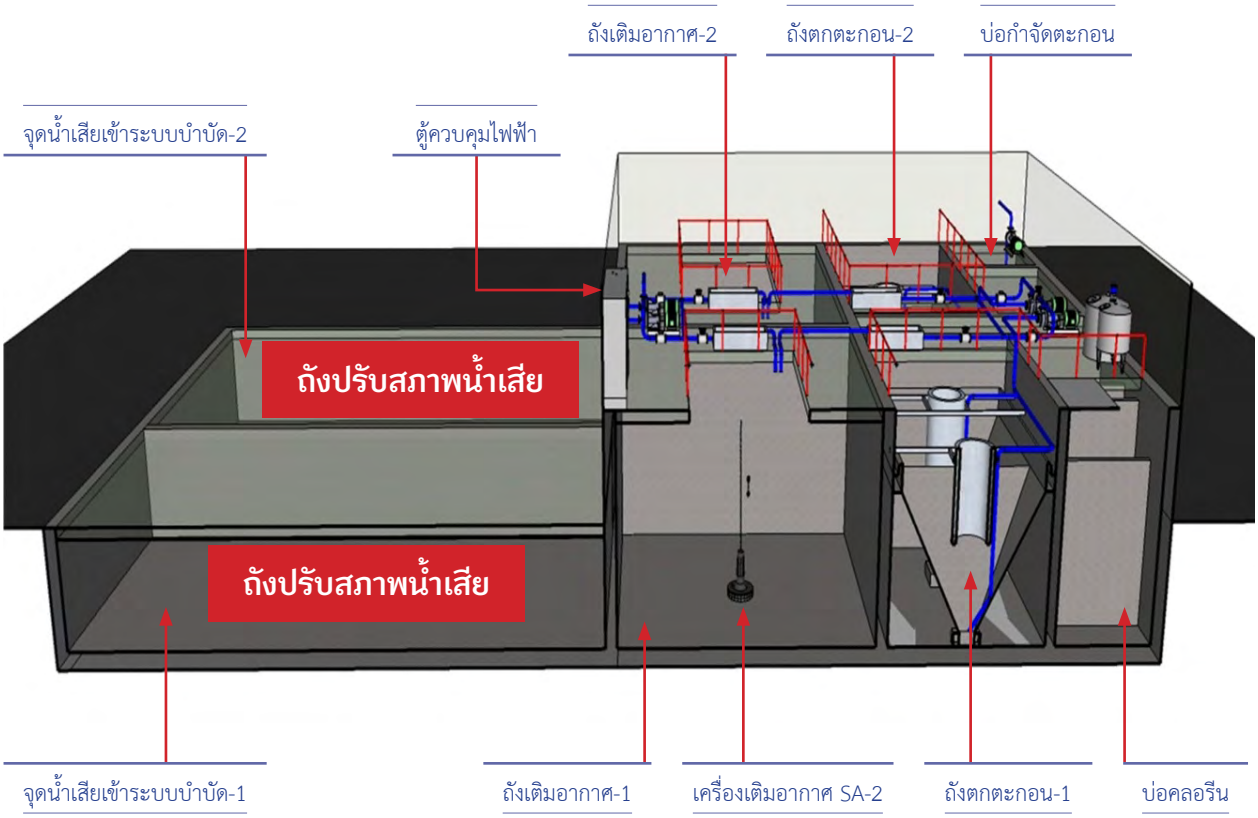
มายังถังเติมอากาศเพื่อทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ใหม่ ขณะเดียวกันปริมาณแบคทีเรียที่แพร่พันธุ์เพิ่มมากขึ้น วัดในรูปของของแข็งแขวนลอย เรียก Mixed Liquor Suspended Solids (MLSS) จะสูงขึ้นจนทำให้การตกตะกอนมีปัญหา และทำให้อัตราส่วนสารอินทรีย์ (หรืออาหาร) ต่อปริมาณจุลินทรีย์ (F/M Ratio) ไม่เหมาะสม จึงต้องควบคุมปริมาณ MLSS ให้คงที่ โดยหากพบว่าปริมาณจุลินทรีย์มีค่ามากเกินไปจุลินทรีย์ดังกล่าวจะถูกสูบไปยังบ่อเก็บตะกอนส่วนเกิน ตะกอนส่วนเกินนี้โดยตัวเองก็เป็นสารอินทรีย์จึงต้องนำไปบำบัดต่อจนกระทั่งมีสภาพอยู่ตัว (Stable) แล้วจึงทำให้เป็นตะกอนแห้งและทิ้งไปในรูปของแข็ง ภาพแสดงบอกตำแหน่งของบ่อต่างๆ ระบบบำบัดน้ำเสีย แสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ภาพแสดงบอกตำแหน่งของบ่อต่างๆ ระบบบำบัดน้ำเสีย

1) ถังปรับสภาพน้ำเสีย (Equalization Tank)

ถังปรับสภาพน้ำเสีย หรือถังปรับสมดุลเป็นถังขนาดใหญ่มีปริมาตร 780 ลูกบาศก์เมตร กว้าง 14 เมตร ยาว 16 เมตร ลึก 3.50 เมตร มีหน้าที่รองรับน้ำเสียจากท่อรวบรวมน้ำเสียที่มาจากส่วนต่าง ๆ ของอาคาร และจ่ายน้ำเสียเข้าระบบบำบัด ให้มีความสม่ำเสมอ และต่อเนื่องทำให้เกิดสมดุลในการสูบน้ำเข้าระบบ และช่วยป้องกันการเกิดภาวะ Shock Load (ภาวะที่มีสารปนเปื้อนที่เป็นพิษต่อจุลชีพในระบบบำบัดน้ำเสีย เช่น มีการทิ้งสารเคมีที่มีความเป็นกรด หรือด่างมากเกินไป เข้าสู่ระบบ) ก่อนสูบส่งไปยังถังเติมอากาศต่อไป ภาพแสดงถังปรับสภาพน้ำเสียแสดงในภาพที่ 4

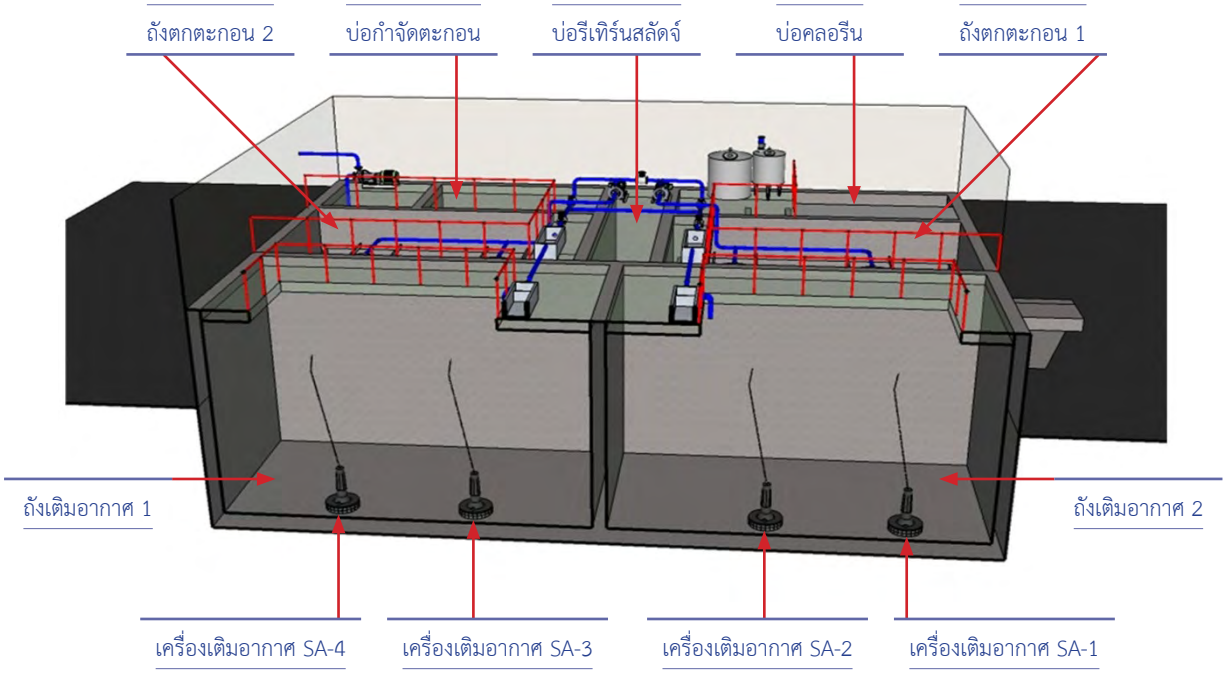


ภาพที่ 4 ภาพแสดงถังปรับสภาพน้ำเสีย (Equalization Tank)

2) ถังเติมอากาศ (Aeration Tank)

การทำงานของถังเติมอากาศ เป็นการบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยาแบบใช้อากาศ โดยอาศัยแบคทีเรียชนิดที่ดำรงชีพโดยใช้ออกซิเจนอิสระ (Aerobic Bacteria) ทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ทำให้เกิดเซลล์ใหม่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย และน้ำ โดยลักษณะทางชลศาสตร์แบบกวนสมบูรณ์ (Complete – Mix) คือทุกจุดในถังเติมอากาศจะมีปริมาณสารอินทรีย์จากน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ และปริมาณแบคทีเรียที่อยู่ภายในถังเติมอากาศเท่ากันทุกจุดของถัง ซึ่งเกิดจากการเติมออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศ และใช้ในการกวนสมบูรณ์ด้วยไปพร้อมกัน ถังเติมอากาศและตำแหน่งติดตั้งเครื่องเติมอากาศแสดงในภาพที่ 5

มลสาร + มวลจุลชีพ $\xrightarrow{\text{ออกซิเจน}}$ มวลจุลชีพใหม่ + คาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำ + พลังงาน



ภาพที่ 5 ภาพแสดงตำแหน่งวางเครื่องเติมอากาศแบบ (Submersible Aeration)

องค์ประกอบที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแบบใช้อากาศ (ภายในถังเติมอากาศ)

โดยทั่วไปองค์ประกอบที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่สำคัญ ได้แก่

- **อุณหภูมิ**

อุณหภูมิเป็นองค์ประกอบที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย อัตราการเติบโตของแบคทีเรียจะต่ำที่อุณหภูมิต่ำ และสูงขึ้นที่อุณหภูมิสูง แต่ก็มีขีดจำกัดถ้าสูงกว่า 35 องศาเซลเซียสโปรตีนซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักในน้ำย่อยของแบคทีเรีย จะเปลี่ยนสภาพด้วยความร้อนอัตราการเจริญเติบโตจะตกลงอย่างรวดเร็วจนถึงศูนย์ได้ นอกจากนี้อุณหภูมิสูงยังมีผลต่อการเกิดกลิ่นขึ้นในระบบ และทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายลดลง

- **พีเอช**

ค่าพีเอช เป็นค่าหนึ่งที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ค่าพีเอชที่เหมาะสมต่อการดำเนินระบบ ควรอยู่ในช่วง 5-9

- **ปริมาณอาหารเสริมสร้าง**

อาหารเสริมสร้างที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ได้แก่ ไนโตรเจน (N) และฟอสฟอรัส (P) ซึ่งส่วนใหญ่มักมีอย่างเพียงพอในน้ำทิ้งชุมชน

- **ปริมาณออกซิเจน**

ออกซิเจนเป็นส่วนสำคัญของปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ และเป็นแหล่งเกิดพลังงานที่ใช้ในการสร้างและซ่อมแซมเซลล์ของแบคทีเรีย ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียต้องการอย่างน้อยที่สุด ที่ต้องควบคุมไว้ คือ ช่วง 0.5-2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

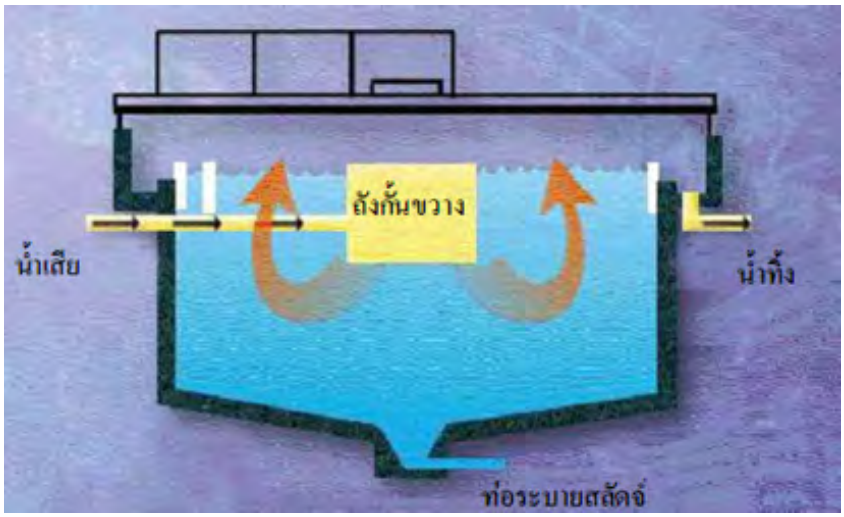
- **ปริมาณสารพิษ**

สารพิษ เป็นสารที่ยับยั้งการเจริญเติบโต หรือมีอันตรายต่อแบคทีเรีย ส่วนใหญ่จะเป็นพวกโลหะหนัก ซึ่งมักพบในน้ำทิ้งอุตสาหกรรม ส่วนน้ำทิ้งชุมชนจะไม่มีสารพิษเหล่านี้

3) ถังตกตะกอน (Sedimentation Tank)

ถังตกตะกอนทำหน้าที่แยกตะกอนจุลินทรีย์ (Sludge) ออกจากน้ำที่ผ่านการบำบัด โดยน้ำใสจะไหลล้นไปสู่ระบบเติมคลอรีนต่อไป ส่วนตะกอนจุลินทรีย์ที่อยู่ด้านล่างของถังจะถูกรวบรวม และสูบกลับไปยังบ่อเติมอากาศเพื่อรักษาจุลินทรีย์ให้อยู่ในระบบ แต่หากจุลินทรีย์ในระบบมีมากเกินไปก็จะสูบไปยังบ่อพักตะกอนส่วนเกินเพื่อรอกำจัดต่อไป โดยขนาดของถังตกตะกอนจะขึ้นอยู่กับ

- อัตราเร็วในการจมตัวของตะกอน (Settling Velocity)
- อัตราน้ำล้นผิว (Surface Overflow Rate)
- ระยะเวลาในการตกตะกอน (Detention Time)



ภาพที่ 6 ภาพแสดงการทำงานของถังตกตะกอน

4) ถังสัมผัสคลอรีน (Chlorine Contact Tank)

เป็นถังรับน้ำที่ผ่านการบำบัด และเป็นน้ำใสมาเติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรค โดยคลอรีนที่นำมาเติมจะอยู่ในรูปของแข็ง คือ ปูนคลอรีน (Calcium Hypochlorite, $Ca(ClO)_2$) ซึ่งมีคลอรีนอยู่ประมาณ 65 – 70 โดยน้ำหนัก การใช้งานจะต้องเตรียมถังละลายคลอรีนทำการผสมโดยเครื่อง Mixer และใช้ปั๊มเคมีสูบเข้าสู่ถังสัมผัสคลอรีนต่อไป เพื่อฆ่าเชื้อโรคที่อาจหลุดรอดออกไปกับน้ำทิ้ง ก่อนปล่อยออกสู่ระบบระบายน้ำทิ้งของ กรุงเทพมหานคร ถังสัมผัส

คลอรีนนี้ออกแบบให้มีระยะเวลาที่น้ำทิ้งสัมผัสกับคลอรีนนานประมาณ 30 นาที (Residual Chlorine 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร) ซึ่งเพียงพอต่อการฆ่าเชื้อโรค

5) ชุดผสมจ่ายคลอรีน (Chlorine Mixer Unit)

ชุดผสมจ่ายคลอรีนประกอบด้วย ถังผสมคลอรีน Mixer ถังพักน้ำสารละลายคลอรีน และปั๊มสารเคมี การเตรียมสารละลาย คือ นำปูนคลอรีน Ca $(ClO)_2$ มาผสมกับน้ำ และใช้เครื่อง Mixer ให้เข้ากัน หลังจากนั้นรอให้ตกตะกอน และปล่อยให้น้ำใสไปเก็บในถังพักน้ำสารละลายคลอรีน และใช้ปั๊มสารเคมีสูบไปยังถังสัมผัสคลอรีนต่อไป

6) บ่อพักเวียนตะกอน (Return Sludge Tank)

ปัจจุบันบ่อพักเวียนตะกอนของระบบถูกยกเลิกการใช้งาน เนื่องจากมีการอุดตันของท่อตะกอนระหว่างถังตกตะกอน และบ่อพักเวียนตะกอน ดังนั้นผู้ควบคุมได้แก้ไขการเวียนตะกอนกลับ โดยเดินท่อดูดตะกอนใหม่ที่พื้นถังตกตะกอนโดยตรงเพื่อสูบไปยังบ่อเติมอากาศ หรือหากตะกอนมีจำนวนมากเกินไปก็จะสูบไปถังพักตะกอนส่วนเกิน

7) ถังกำจัดสลัดจ์ (Sludge Storage Tank)

ทำหน้าที่เก็บตะกอนส่วนเกินที่ระบายทิ้งมาจากถังตกตะกอน โดยภายในจะมีการติดตั้งเครื่องเติมอากาศแบบ Submersible Aerator เพื่อทำให้เกิดการย่อยตะกอนโดยกระบวนการใช้ออกซิเจน เมื่อปริมาณตะกอนสะสมเพิ่มมากขึ้นจะกำจัดโดยรถสูบกากตะกอนของเขตราชเทวี ซึ่งเป็นหน่วยงานราชการ ตะกอนเหล่านี้สามารถนำไปใช้ทำปุ๋ยสำหรับใส่ต้นไม้ได้

3.1.4 รายการเครื่องจักรและอุปกรณ์ ของระบบบำบัดน้ำเสียที่ติดตั้งที่อาคารสันต์ศิริ ศรมณี

1. เครื่องเติมอากาศชนิดใต้น้ำ (Submersible Aerator) สำหรับบ่อเติมอากาศ 1,2 (SA1,SA2,SA3,SA4)

จำนวน	:	4 เครื่อง (ใช้งาน 4 สำรอง)
ชนิด	:	Submersible Aerator
ตำแหน่งติดตั้ง	:	บ่อเติมอากาศ
อัตราการเติมอากาศ	:	55 m^3/hr. @ 4.0 m.
ยี่ห้อ/รุ่น	:	TSURUMI/50 TRN 43.7
มอเตอร์ขนาด	:	3.7 Kw/380 V/3 ∅/50 Hz
ตัวแทนจำหน่าย	:	Pen-Tec Co., Ltd. /KS & P Services Co., Ltd.
เบอร์โทรศัพท์	:	02-373-0843-6

2. เครื่องเติมอากาศชนิดใต้น้ำ (Submersible Aerator) สำหรับบ่อเก็บตะกอน (SA5)

จำนวน	:	1 เครื่อง (ใช้งาน 1 สำรอง)
ชนิด	:	Submersible Aerator
ตำแหน่ง	:	บ่อเก็บกักตะกอน
อัตราการเติมอากาศ	:	55 m^3/hr. @ 4.0 m.
ยี่ห้อ/รุ่น	:	TSURUMI/50 TRN 43.7
มอเตอร์ขนาด	:	3.7 Kw/380 V/3 ∅/50 Hz
ตัวแทนจำหน่าย	:	Pen-Tec Co., Ltd. /KS & P Services Co., Ltd
เบอร์โทรศัพท์	:	02-373-0843-6

3. เครื่องสูบน้ำเสีย (Submersible Pump) สำหรับสูบน้ำเสียเข้าบ่อเติมอากาศ (SP1,SP2)

จำนวน	:	2 เครื่อง (ใช้งาน 1 สำรอง 1)
ชนิด	:	Self Priming Centrifugal Pump
ตำแหน่งติดตั้ง	:	ข้างตู้ควบคุม
อัตราการสูบน้ำ	:	35 CMH. @ 10 m.
ยี่ห้อ/รุ่น	:	Gorman-Rupp/T3A3-B
มอเตอร์ขนาด	:	4 Kw/380 V/3 Ø/50 Hz
ตัวแทนจำหน่าย	:	Pen-Tec Co.,Ltd./KS & P Services Co., Ltd
เบอร์โทรศัพท์	:	02-373-0843-6

4. เครื่องสูบน้ำตะกอนส่วนเกิน สำหรับบ่อสูบตะกอนทิ้ง (SP3)

จำนวน	:	1 เครื่อง (สำรอง)
ชนิด	:	Self Priming Centrifugal Pump
ตำแหน่งติดตั้ง	:	บ่อเก็บกักตะกอน
ความเร็วรอบ	:	1440 rpm
ยี่ห้อ/รุ่น	:	Gorman-Rupp/T3A3 - B
มอเตอร์ขนาด	:	4 Kw/380 V/3 Ø/50 Hz
ตัวแทนจำหน่าย	:	Pen-Tec Co.,Ltd./KS & P Services Co., Ltd.
เบอร์โทรศัพท์	:	02-373-0843-6

5. เครื่องสูบน้ำตะกอนกลับ สำหรับสูบน้ำจากบ่อเก็บตะกอนไปบ่อเติมอากาศ (SRP1,SRP2)

จำนวน	:	2 เครื่อง (ใช้งาน 1 สำรอง 1)
ชนิด	:	Self Priming Centrifugal Pump
ตำแหน่งติดตั้ง	:	ถังตกตะกอน
ความเร็วรอบ	:	1440 rpm
ยี่ห้อ/รุ่น	:	Gorman-Rupp/13C20B
มอเตอร์ขนาด	:	4.0 Kw/380 V/3 Ø/50 Hz
ตัวแทนจำหน่าย	:	Pen-Tec Co.,Ltd./KS & P Services Co., Ltd
เบอร์โทรศัพท์	:	02-373-0843-6

6. เครื่องผสมคลอรีน สำหรับถังผสมคลอรีน

จำนวน	:	1 เครื่อง (ใช้งาน 1เครื่อง)
ชนิด	:	MIXER
ตำแหน่ง	:	ถังผสมคลอรีน
ความเร็วรอบ	:	1450 rpm
ยี่ห้อ/รุ่น	:	Local Made
มอเตอร์ขนาด	:	0.37 Kw. Power 380 V/3 Ø/50 Hz

ตัวแทนจำหน่าย : Pen-Tec Co.,Ltd./KS & P Services Co., Ltd.
เบอร์โทรศัพท์ : 02-373-0843-6

7. เครื่องจ่ายคลอรีน สำหรับถังจ่ายคลอรีน
จำนวน : 1 เครื่อง (ใช้งาน 1เครื่อง)
ชนิด : Chlorine Metering Pump
ตำแหน่งติดตั้ง : ถังจ่ายคลอรีน
อัตราสูงสุด : 12 L/hr. 2.0 bar
ยี่ห้อ : IWAKI
รุ่น : ES-BB30VC-230N4
มอเตอร์/ขนาด : -
ตัวแทนจำหน่าย : Pen-Tec Co., Ltd. /KS & P Services Co., Ltd.
เบอร์โทรศัพท์ : 02-373-0843-6

3.1.5 รายละเอียดการควบคุมอุปกรณ์เครื่องจักร ที่ติดตั้งที่อาคารสันต์ศิริ ศรมณี

หน้าที่ของสวิตซ์แต่ละตำแหน่ง

1) Aerator Pump (SA1, SA2, SA3, SA4) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องเติมอากาศในถังเติมอากาศ
2) Aerator Pump (SA5) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องเติมอากาศในถังเก็บตะกอนส่วนเกิน
3) Sewage Pump (SP1, SP2) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำเสียในถังปรับสภาพน้ำเสีย
4) Sewage Pump (SP3) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องสูบตะกอนในถังพักตะกอนส่วนเกินทิ้ง
5) Sludge Return Pump (SRP1, SRP2) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องสูบตะกอนในถังพักตะกอนเวียนกลับเพื่อการสูบตะกอนเข้าถังเติมอากาศ หรือถังเก็บตะกอนส่วนเกิน
6) Mixer (MIX-1) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องผสมคลอรีน
7) Chlorine Pump (CL-P-1) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องจ่ายคลอรีน

ภาพที่ 7 ภาพแสดงตู้ควบคุมไฟฟ้าภายนอก-ภายใน ของระบบปั๊มต่างๆ ระบบบำบัดน้ำเสีย

ภาพที่ 8 ภาพแสดงตู้ควบคุมไฟฟ้าภายนอก-ภายใน ของระบบปั๊มเติมอากาศระบบบำบัดน้ำเสีย

3.1.6 หน้าที่ของอุปกรณ์ต่างๆของตู้ควบคุมไฟฟ้า

เมนเบรกเกอร์ (Main Breaker)	คือ สวิทซ์ที่ใช้ตัดกระแสไฟฟ้าทั้งระบบ
เซอร์คิทเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)	คือ สวิทซ์ที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์แต่ละตัว
ฟิวส์ (Fuse)	คือ ตัวตัดต่อวงจรไฟฟ้า เมื่อกระแสไฟฟ้าไหล ผ่านเข้าวงจรไฟฟ้ามากเกินไป และป้องกันการลัดวงจรไฟฟ้า
ชุดป้องกันกระแสไฟ (Phase Protection)	คือ ตัวป้องกันไฟตก ไฟเกินกระแสป้องกันความเสียหายของมอเตอร์
นาฬิกาตั้งเวลา เปิด-ปิด (Timer)	คือ ตัวควบคุมการ เปิด–ปิด ของเครื่องจักร ให้ทำงานตามเวลาที่ตั้งไว้
รีเลย์ (Relay)	คือ ตัวตัดต่อวงจร คล้ายกับสวิตซ์ โดยใช้หลักการหน้าสัมผัสและการที่จะให้ทำงานจะต้องจ่ายไฟฟ้าเข้ามาให้เหมาะสม

3.1.7 การควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์

การควบคุมการทำงานของเครื่องจักร อุปกรณ์ในระบบบำบัดน้ำเสียมีความสำคัญอย่างมากสำหรับผู้ควบคุมการทำงานให้ระบบมีประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียได้ดีที่สุดเป็นการดูแลรักษา และการใช้งานที่ถูกต้องจะทำให้อุปกรณ์เครื่องจักรต่าง ๆ มีอายุการใช้งานนานและคุ้มค่าการลงทุน

ระบบไฟฟ้าหลักจากเมนอาคารจะเดินเข้าหาตู้ MDB (Main Distribution Board) ในอาคารบำบัดน้ำเสีย ภายในตู้ MDB จะประกอบด้วย Main Circuit Breaker ที่จะจ่ายกระแสไปยังตู้ควบคุมเครื่องจักร (MCC) โดยการควบคุมตู้ MCC จะมี 2 ลักษณะคือ

(1) อุปกรณ์ควบคุมด้วย Manual หรือ Local คือจะควบคุมโดยผู้ควบคุมการเดินเครื่องจะต้องกด Push Button เพื่อให้อุปกรณ์นั้นทำงานหรือหยุด โดยสามารถกด Push Button ได้ที่ MCC

(2) อุปกรณ์ควบคุมด้วย Auto หรือ Remote จะถูกควบคุมให้สามารถทำงานอัตโนมัติด้วย อุปกรณ์ควบคุม เช่น Switch ลูกลอย, Level Sensor หรือ Timer เป็นต้น ตามที่ระบุในฟังก์ชั่นการทำงาน

ในส่วนการควบคุมของระบบบำบัดน้ำเสียนี้ จะอำนวยความสะดวกให้ผู้ควบคุมมากที่สุด โดยการเปิดโอกาสให้ผู้ควบคุมสามารถเลือกเดินเครื่องจักรอุปกรณ์ได้ทั้งแบบ Auto และ Manual ได้ที่ Selector Switch ที่ตู้ MCC

“Local / Manual” คือ สถานะที่เครื่องจักรนั้นถูกสั่งการโดยการตัดสินใจของผู้ควบคุมโดยสั่งเปิด-ปิด เครื่องจักรจากปุ่มกดของ MCC โดยในฟังก์ชั่นนี้จะมีความสำคัญเป็นอันดับแรก (Priority ที่1)

“Auto” หมายถึง สถานะที่เครื่องจักรนั้นถูกสั่งให้ทำงาน เปิด-ปิด โดยวงจร Relay เป็นตัวกำหนด เช่น Pump ทำงาน เมื่อระดับน้ำสูงถึงจุดที่กำหนดโดยอัตโนมัติ ปกติเครื่องจักรทั้งหมดที่สามารถเลือกสถานะ Auto, Manual ได้จะอยู่ในสถานะ Auto

“Remote” หมายถึง สถานะที่การควบคุมเครื่องจักรไม่ได้มาจากปุ่มควบคุมหน้าตู้ Local ใช้สำหรับเครื่องจักรที่มีการควบคุมแบบ Manual มากกว่า 1 จุด

ใน Mode Auto หรือ Remote สามารถหยุดการทำงานฉุกเฉินด้วย Emergency Stop ที่ MCC หรือ Local Panel ไม่ว่าเครื่องจักรจะถูกสั่งการมาจากจุดใดๆก็ตาม

อนึ่งในตู้ควบคุมย่อยเพื่อควบคุมอุปกรณ์เครื่องจักรจะต้องประกอบสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้เป็นอย่างน้อย คือ Circuit Breaker, Man-off-Auto, Overload Protection, Ampmeter, Voltmeter, Pilot Lamp ฟิวส์ คอนโทรล, Push Bottom, Selector Switch, Hour Counter Meter, Meter (อุปกรณ์เครื่องจักรหลัก เช่น เครื่องสูบน้ำเสีย และเครื่องเติมอากาศทุกตัว) Magnetic Contractor, Bus Bar, Ground Rod ฯลฯ

หลักการทำงาน

- ระบบบำบัดน้ำเสียขั้นต้น (Preliminary Treatment) ประกอบด้วย

1. ตะแกรงดักขยะ Manual ตะแกรงดักขยะมีจำนวน 2 จุด โดยติดตั้งดักขยะภายในบ่อพักบ่อสุดท้ายที่รวบรวมน้ำเสียจากระบบรวมรวมน้ำเสีย และเชื่อมต่อไปยังบ่อปรับสมดุลน้ำเสียต่อไป
2. เครื่องสูบน้ำเสียในบ่อสูบน้ำเสียบ่อ EQ

หมายเลข	:	SP1, SP2
จำนวนทั้งหมด	:	2 เครื่อง
จำนวนทำงานสูงสุด	:	1 เครื่อง

การทำงาน

- ในแต่ละช่วง จะทำงานแบบสลับการทำงาน (Alternative Operation Sequence) เพื่อไม่ให้เครื่องสูบน้ำเครื่องใดเครื่องหนึ่งทำงานหนักเกินไป และพิจารณาจาก Hour Meter หน้าตู้
- การทำงานเป็นทั้งแบบ Auto และ Manual โดยเลือก Selector Switch ที่ MCC
- การทำงานโดยระบบ Manual ทำได้โดยกดสวิทช์ Push Button บนตู้คอนโทรล
- การทำงานในระบบ Auto ใช้ Selector Switch เลือก Mode – Level Control
- การทำงานแบบ Auto ใน Mode Level Control จะทำงานตามสัญญาณ Relay ที่ Inter Lock กับสัญญาณจากสวิทช์ลูกลอยในถังปรับสภาพน้ำเสีย โดยเครื่องสูบน้ำเสียจะเริ่มทำงานเมื่อระดับน้ำในถังปรับสภาพน้ำเสียสูงขึ้นถึงจุดที่กำหนด และจะหยุดทำงานเมื่อระดับน้ำในถังปรับสภาพน้ำเสียลดต่ำลงถึงจุดต่ำที่กำหนด
- การทำงานแบบ Manual ทำงานโดยการกดปุ่มเพื่อ เปิด-ปิด ที่หน้าตู้ MCC
- การแสดงสถานการณ์ทำงานของเครื่องสูบน้ำแต่ละเครื่อง โดยสัญญาณไฟหน้าตู้ควบคุม

- ระบบบำบัดน้ำเสียขั้นสอง (Secondary Treatment) ประกอบด้วย

1. Submersible Aerator

หมายเลข	:	SA-1, SA-2, SA-3, SA-4 (ติดตั้งในถังเติมอากาศ 2 ถัง)
จำนวนทั้งหมด	:	4 เครื่อง
จำนวนทำงาน	:	4 เครื่อง
จำนวนสำรอง	:	ไม่มี

การทำงาน

- การทำงานแบบ Auto และแบบ Manual โดยเลือก Selector Switch ที่หน้าตู้ MCC
- การทำงาน Manual ทำงานโดยการกดปุ่มเพื่อ เปิด-ปิด ที่หน้าตู้ MCC
- การทำงานแบบ Auto Timer เป็นตัวควบคุมตั้งเวลา
- การแสดงสถานการณ์ทำงานของแต่ละเครื่อง โดยสัญญาณไฟหน้าตู้ควบคุม

2. เครื่องสูบตะกอนเวียนกลับ (ติดตั้งข้างถังตกตะกอนเวียนกลับ 1, 2)

หมายเลข	:	SRP1, SRP2
จำนวนทั้งหมด	:	2 เครื่อง
จำนวนทำงาน	:	1 เครื่อง
จำนวนสำรอง	:	ไม่มี

การทำงาน

- ทำงานทั้งแบบ Auto และ Manual โดยเลือก Selector Switch ที่หน้าตู้ MCC
- การทำงานแบบ Auto Timer เป็นตัวควบคุมตั้งเวลา
- การทำงาน Manual ทำงานโดยการกดปุ่มเพื่อ เปิด-ปิด ที่หน้าตู้ MCC
- การแสดงสถานการณ์ทำงานของแต่ละเครื่อง โดยสัญญาณไฟหน้าตู้ควบคุม

3. เครื่องสูบตะกอนส่วนเกิน

หมายเลข	:	SP3
จำนวนทั้งหมด	:	1 เครื่อง
จำนวนทำงาน	:	1 เครื่อง
จำนวนสำรอง	:	ไม่มี

การทำงาน

- ทำงานแบบ Auto และ Manual โดยเลือก Selector Switch หน้าตู้ MCC
- การทำงาน Manual ทำงานโดยการกดปุ่มเพื่อ เปิด-ปิด ที่หน้าตู้ MCC
- การแสดงสถานการณ์ทำงานของเครื่องโดยสัญญาณไฟหน้าตู้ควบคุม
- การทำงานแบบ Auto สามารถสั่งการ เปิด-ปิด จากหน้าตู้ควบคุมได้ในกรณีการ Test
- การใช้ต่อเมื่อระบบมีตะกอนส่วนเกินเยอะเกินปริมาณที่ต้องการ

4. เครื่องเติมอากาศในถังตกตะกอนส่วนเกิน

หมายเลข	:	SA5
จำนวนทั้งหมด	:	1 เครื่อง
จำนวนทำงาน	:	1 เครื่อง
จำนวนสำรอง	:	ไม่มี

การทำงาน

- ทำงานแบบ Manual ทำงานโดยการกดปุ่ม เปิด-ปิด ที่หน้าตู้
- การทำงานแบบ Auto จะควบคุมการทำงานโดย Timer
- การแสดงสถานการณ์ทำงานของเครื่อง โดยสัญญาณไฟหน้าตู้ควบคุม

5. เครื่องผสมคลอรีน

หมายเลข	:	Mixer
จำนวนทั้งหมด	:	1 เครื่อง
จำนวนทำงาน	:	1 เครื่อง
จำนวนสำรอง	:	ไม่มี

การทำงาน

- ทำงานแบบ Manual ทำงานโดยการกดปุ่ม เปิด-ปิด หน้าตู้ควบคุม
- ในการทำงานใช้ผสมคลอรีนผงตามมาตราส่วนกับน้ำเปล่าผสมลงในถัง แล้วกวนผสมกัน โดยประมาณ 2-3 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้ตกตะกอน
- การแสดงสถานการณ์ทำงานของเครื่อง โดยสัญญาณไฟหน้าตู้ควบคุม

6. เครื่องจ่ายคลอรีน

หมายเลข	:	CHLP
จำนวนทั้งหมด	:	1 เครื่อง
จำนวนทำงาน	:	1 เครื่อง
จำนวนสำรอง	:	ไม่มี

การทำงาน

- ทำงานแบบ Auto และ Manual โดยเลือก Selector Switch ที่หน้าตู้ควบคุม
- การทำงานแบบ Auto เครื่องจ่ายคลอรีนจะทำงานสั่งจ่ายต่อเมื่อเครื่องสูบ SP1 หรือ SP2 ทำงาน
- การทำงาน Manual ทำงานโดยการกดปุ่มเพื่อ เปิด-ปิด ที่หน้าตู้ MCC
- การแสดงสถานการณ์ทำงานของเครื่อง โดยสัญญาณไฟหน้าตู้ควบคุม

3.2 วิธีการปฏิบัติงานระบบบำบัดน้ำเสีย

การเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสีย (Start Up) มีความสำคัญมากในงานบำบัดน้ำเสีย ซึ่งผู้ควบคุมระบบจะต้องเริ่มเดินระบบ เพื่อให้ระบบบำบัดน้ำเสียพร้อมที่จะรองรับน้ำเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน และในการเริ่มเดินระบบควรมีขั้นตอนเพื่อใช้เป็นหลักปฏิบัติดังนี้

- ศึกษารายละเอียดของระบบบำบัดน้ำเสียโดยละเอียด
- ทดสอบความเรียบร้อยความพร้อมในการทำงานของอุปกรณ์เครื่องจักร และระบบท่อต่างๆ โดยเดินเครื่องทุกส่วนด้วยน้ำเปล่า
- เติมหัวเชื้อ (Seed) ลงในถังบำบัดน้ำเสีย
- วางแผนการเติมน้ำเสียและวิธีการควบคุม
- วางแผนการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
- การจดบันทึกลักษณะของน้ำในถังต่างๆ และน้ำทิ้งออกจากระบบ

หลักการเริ่มเดินระบบ

เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียของคณะเวชศาสตร์เขตร้อน เป็นระบบบำบัดทางชีววิทยาซึ่งอาศัยจุลินทรีย์ในการกำจัดมลสารที่เจือปนในน้ำเสีย ดังนั้นในการเริ่มเดินระบบจึงต้องมีการเติมหัวเชื้อ (Seed) ลงในระบบหลังจากหัวเชื้อจุลินทรีย์คุ้นเคยกับสภาวะแวดล้อมแล้วจึงเริ่มทยอยป้อนน้ำเสียเข้าระบบ โดยในช่วงแรกจะป้อนน้ำเสียเข้าบางส่วน หากระบบทำงานอย่างปกติจึงค่อยเพิ่มปริมาณน้ำเสียขึ้นเรื่อยๆ จนระบบสามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพจึงป้อนน้ำเสียทั้งหมดเข้าระบบ

หัวเชื้อ (Seed) คือ จุลินทรีย์ที่เติมลงไปในระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อให้แพร่พันธุ์อย่างรวดเร็ว ซึ่งต้องจัดหามาใส่ในระบบบำบัดน้ำเสีย แหล่งของหัวเชื้อที่นำมาใช้ทางคณะเวชศาสตร์เขตร้อน นำเชื้อจุลินทรีย์จากระบบบำบัดน้ำเสียห้างสรรพสินค้า ฟิวเจอร์พาร์ค รังสิตมาใช้

ถังเติมอากาศ (Aeration Tank) เป็นระบบบำบัดแบบใช้ออกซิเจน ดังนั้นหัวเชื้อที่นำมาใส่ในถังนี้ควรมาจากถังประเภทเดียวกัน หรืออาจนำมาจากถังบำบัดประเภทที่เป็นระบบแบบใช้อากาศ เช่น ถังเติมอากาศของระบบ Activated Sludge หรือมูลสัตว์

อัตราการเติมหัวเชื้อ ถังเติมอากาศ 2-10 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ของปริมาตรน้ำครึ่งถัง

ขั้นตอนการเริ่มเดินระบบ

1. เมื่อทำการทดสอบเดินเครื่องจักรอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งหมดแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือการเติมหัวเชื้อลงในถังบำบัด ภายในถังบำบัดจะต้องเติมน้ำเปล่าประมาณครึ่งถัง หัวเชื้อที่จะใช้ในการเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งเป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge เหมือนกัน
2. เติมน้ำเปล่าจนเต็มถัง ปล่อยทิ้งประมาณ 2-3 วัน เมื่อเติมหัวเชื้อเรียบร้อยแล้วจะต้องเปิดเครื่องเติมอากาศตลอดเวลา
3. หลังจากนั้นทยอยป้อนน้ำเสียเข้าระบบเพื่อให้จุลินทรีย์ได้ค่อย ๆ ชินกับน้ำเสียประมาณ วันละ 10 เปอร์เซนต์จนกระทั่งป้อนน้ำเสียทั้งหมด หลังจากป้อนน้ำเสียทั้งหมดเข้าระบบแล้วประมาณ 1 สัปดาห์ เริ่มทำการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย หลังจากป้อนน้ำเสียทั้งหมดเข้าระบบและหากพบว่าคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบมีค่าความสกปรกต่ำ และค่อนข้างคงที่ไม่แปรปรวน ถือว่าเป็นการเสร็จสิ้นขั้นตอนการเริ่มเดินระบบ

3.3 ข้อควรระวัง/ข้อสังเกต/ข้อควรคำนึง/ความเสี่ยงในการปฏิบัติงาน

- **ข้อควรระวัง**

  การตรวจสอบพารามิเตอร์และลักษณะของน้ำในถังบำบัดต่างๆ ในระหว่างการเริ่มเดินระบบค่า pH ภายในถังเติมอากาศที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 5-9

  ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีความสำคัญต่อระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพระบบแบบใช้อากาศ โดยภายในถังเติมอากาศ จะต้องมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในถังประมาณ 1–2 มิลลิกรัมต่อลิตร

  ฟอง สี กลิ่น สภาพทั่วไปในถังเติมอากาศ ควรมีสีน้ำตาล ไม่มีกลิ่นเหม็น

  ถังตกตะกอน น้ำที่ไหลล้นออกจากถังตกตะกอน ควรมีลักษณะใส ไม่มีกลิ่น และตะกอนแขวนลอย
- **ข้อสังเกตในการปฏิบัติงานการควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย**

  สิ่งที่ผู้ควบคุมดูแลระบบจะต้องติดตามและตรวจสอบ มีรายละเอียด ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สิ่งบ่งชี้ในการควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย

ตำแหน่งบ่อบำบัด	สิ่งบ่งชี้เมื่อระบบปกติ	สิ่งบ่งชี้เมื่อระบบผิดปกติ
1. บ่อเติมอากาศ (Aeration Tank)	1. น้ำในบ่อใสไม่มีกลิ่นเหม็น 2. ปริมาณ DO มากกว่า 1.0 มก./ล. 3. เชื้อจุลินทรีย์ที่เกาะบนตัวกลางมีสีน้ำตาลไม่ดำและเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ 4. ค่า pH อยู่ในช่วง 5-9	1. น้ำมีขาวขุ่นหรือสีเหลืองขุ่น 2. มีกลิ่นเหม็นฉุนคล้ายกลิ่นแอมโมเนีย 3. เชื้อจุลินทรีย์เป็นสีขาวหรือดำและเป็นแผ่นหนาอุดตันตัวกลาง 4. ปริมาณ DO ต่ำกว่า 0.5 มก./ล. 5. ค่า pH เป็นกรดมาก
2. บ่อตกตะกอน (Sedimentation Tank)	1. น้ำในบ่อใสไม่มีกลิ่นเหม็น 2. มีตะกอนแขวนลอยเล็กน้อยไม่เกินมาตรฐาน	1. น้ำขุ่นมีสีเหลืองและมีกลิ่นเหม็น 2. มีตะกอนหลุดออกไปกับน้ำทิ้งมากติดต่อกันเป็นระยะเวลา มากกว่า 1 สัปดาห์ 3. มีฟองก๊าซเกิดขึ้นในบ่อเนื่องจากการสะสมของตะกอนก้นบ่อมากเกินไป

- **ข้อควรคำนึงถึงเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสีย**

1) การระบายอากาศ

ความสำคัญของการระบายอากาศของระบบบำบัดน้ำเสียขึ้นอยู่กับสถานที่ตั้ง ลักษณะการออกแบบ และเครื่องจักรที่ใช้งาน ถ้าออกแบบเป็นถังเปิดออกสู่บรรยากาศภายนอก และแยกถังต่างๆ ออกเป็นอิสระก็สามารถใช้การระบายอากาศตามธรรมชาติได้ เพียงต้องระวังเรื่องกลิ่น ไอน้ำ และฟองที่อาจจะรบกวนบริเวณใกล้เคียงเท่านั้นแต่หากเป็นระบบซึ่งก่อสร้างมิดชิดก็จำเป็นที่จะต้องมีระบบระบายอากาศที่ดีพอ

ปริมาณการถ่ายเทอากาศที่คำนวณได้จากปริมาตรของอากาศภายในห้อง ไม่ควรต่ำกว่า 15 ครั้งต่อชั่วโมง (15 Air Change Per Hour) และอากาศที่ระบายออกจากระบบควรปล่อยออกที่จุดสูงสุดของอาคาร หรือในบริเวณที่ไม่ก่อให้เกิดเหตุเดือดร้อนรำคาญ

2) การป้องกันน้ำท่วม

ถ้าระดับพื้นของบ่อบำบัดน้ำเสียอยู่ต่ำกว่าระดับพื้นดินภายนอก ซึ่งไม่สามารถระบายน้ำออกได้เองตามธรรมชาติ จะต้องเตรียมบ่อพักและเครื่องสูบน้ำเอาไว้ที่ระดับต่ำสุด เพื่อสูบน้ำที่อาจเกิดจากการรั่วซึมหรืออุบัติเหตุจากการระบายน้ำทิ้งของถังต่างๆ ออกสู่ท่อระบายน้ำภายนอกอาคาร เครื่องสูบน้ำนี้ต้องต่อเข้ากับระบบจ่ายไฟฟ้าสำรองของอาคารด้วย ในส่วนบ่อบำบัดน้ำเสียของคณะเวชศาสตร์เขตร้อน เป็นบ่อที่ยกสูงจากพื้นปกติ 1.80 เมตร จึงเพียงพอสำหรับการป้องกันน้ำท่วมในพื้นที่ปัจจุบัน

3) ไฟฟ้าฉุกเฉิน

ต้องมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉินให้กับระบบที่จำเป็นในกรณีที่ไฟฟ้าเมนดับ เช่น เครื่องสูบน้ำทิ้งและเครื่องจักรอื่นๆที่จำเป็น เพื่อป้องกันมิให้เกิดความเสียหายต่อระบบโดยส่วนรวม

4) ไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน

การติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินซึ่งอาจใช้แบตเตอรี่ โดยติดตั้งเอาไว้ตามบริเวณทางเดินตามความเหมาะสมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินต้องสามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติหากเกิดไฟดับขึ้น

5) ระบบควบคุมและอำนวยความสะดวก
   - เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า (Watt Hour Meter) ควรติดตั้งเพื่อวัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดของระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งจะมีประโยชน์ในการควบคุมการประหยัดพลังงาน
   - เครื่องวัดชั่วโมงการทำงาน (Hour Meter) ติดตั้งเพื่อวัดระยะเวลาการทำงานของเครื่องไฟฟ้าที่มีการกำหนดระยะเวลาในการซ่อมบำรุงที่แน่นอน เช่น เครื่องสูบน้ำ และเพื่อสะดวกในการใช้เครื่องสำรอง
   - เครื่องมือวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ เครื่องมือที่จำเป็นในการควบคุมการทำงานของระบบ เช่น เครื่องวัด pH เครื่องแก้ว และสารเคมี
   - ท่อระบายน้ำของถังต่างๆ ที่ระดับของถังทุกถังควรทำเป็นหลุมลึกประมาณ 0.50 เมตร เพื่อใช้ดูดหรือระบายน้ำออกจากถังในกรณีที่ต้องการซ่อมบำรุงถังหรืออุปกรณ์ต่างๆ ท่อระบายน้ำทิ้งนี้อาจต่อไปลงบ่อพักน้ำเสียที่ก่อสร้างเอาไว้ที่ระดับต่ำสุด หรือใช้เครื่องสูบน้ำซึ่งได้ติดตั้งเอาไว้เพื่อการสูบน้ำทิ้งโดยเฉพาะก็ได้

6) ระบบซ่อมบำรุง
   - รอกไฟฟ้า เพื่อใช้ยกและลำเลียงเครื่องจักรไปยังที่ตั้ง หรือยกออกมาเพื่อซ่อมเมื่อเกิดชำรุดเสียหายดังนั้น จึงควรติดตั้งเครื่องจักรในแนวเดียวกับรอกไฟฟ้า โดยไม่มีสิ่งก่อสร้างหรือวางเส้นท่อขวางทางวิ่งของรอกไฟฟ้า
   - เครื่องจักรสำรอง เครื่องจักรสำคัญในการใช้งาน เช่น เครื่องสูบน้ำ เครื่องเติมอากาศ ควรมีเครื่องจักรสำรองเมื่อเกิดการชำรุดเสียหาย
   - จัดทำแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันอย่างเป็นระบบ เพื่อป้องกันการชำรุดเสียหายจนต้องทำการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนใหม่แทนการซ่อมแซม

7) การควบคุมการทำงานของระบบ

ผู้จัดทำคู่มือสำหรับควบคุมการทำงาน ซึ่งมีความจำเป็นอย่างมากในการดูแล และควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย โดยในคู่มือประกอบด้วย วิธีและขั้นตอนเริ่มการทำงาน (Start Up) วิธีการควบคุมตามปกติ แผนการบำรุงรักษา รวมถึงวิธีแก้ปัญหาที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

- **ความเสี่ยงในการปฏิบัติงาน**

หน่วยซ่อมบำรุงเป็นหน่วยงานที่สนับสนุนระบบการทำงานของโรงพยาบาล ซึ่งมีลักษณะงานสภาพแวดล้อมการทำงาน แตกต่างจากการทำงานของระบบงานภายในโรงพยาบาล บุคลากรมีโอกาสสัมผัสสิ่งแวดล้อมที่สามารถก่อให้เกิดอันตรายได้ ซึ่งถือเป็นสิ่งคุกคามต่อสุขภาพ คือ สามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งอาจมีผลต่อชีวิต การบาดเจ็บเล็กน้อยจนถึงรุนแรง และมีผลกระทบต่อสุขภาพกายและใจ อันตรายต่อสุขภาพจากการปฏิบัติงานในส่วนของผู้ดูแลและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ การสัมผัสสารเคมี สารเคมีที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย คือ สารคลอรีนที่มีความเข้มข้น ร้อยละ 65 หากเกิดการสัมผัส/ปนเปื้อนกับผิวหนัง เยื่อบุตา เสื้อผ้า หรือการสูดเข้าทางการหายใจ ทำให้เกิดการระคายเคือง ดังนั้นในกระบวนการทำงานจึงได้จัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันร่างกายส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment: PPE) ให้มีการพร้อมใช้ และในขณะปฏิบัติหน้าที่ควรใช้อุปกรณ์ป้องกันทุกครั้ง

การปฐมพยาบาลเบื้องต้นหากผู้ปฏิบัติงานได้รับอุบัติเหตุจากสารคลอรีน

1. เคลื่อนย้ายผู้ได้รับอุบัติเหตุ ออกจากบริเวณที่มีก๊าซคลอรีนรั่ว ฟุ้ง กระจาย และนำไปยังที่มีอากาศบริสุทธิ์ ออกไปทางเหนือลม เพื่อลดการสูดดมก๊าซคลอรีนเพิ่ม

2. กรณีคลอรีนสัมผัสผิวหนังบางส่วนให้รีบถอดเสื้อผ้าและรองเท้าออกทันที และให้อาบน้ำชำระล้างด้วยน้ำสะอาดจำนวนมากๆ ต่อเนื่อง สำหรับบริเวณผิวหนังที่สัมผัสคลอรีน สามารถฟอกสบู่และล้างน้ำสะอาดหลายๆ ครั้ง ห้ามนำสารเคมีใดๆ การใช้ครีม หรือขี้ผึ้งใดๆ มาทาเพื่อลดฤทธิ์คลอรีนที่ผิวหนัง

3. กรณีคลอรีนเข้าตา ล้างตาด้วยน้ำสะอาดจำนวนมากไม่น้อยกว่า 15 นาที ในขณะที่ล้างตา พยายามใช้นิ้วมือ ถ่างเปลือกตาออกให้กว้างเพื่อให้ลูกนัยน์ตา และเนื้อเยื่อเปลือกตาทุกส่วนสัมผัสกับน้ำให้มากที่สุด และรีบนำผู้รับอุบัติเหตุพบจักษุแพทย์ ถึงแม้จะล้างตาด้วยน้ำสะอาดแล้ว อาการระคายเคืองตา จะมีต่อไปประมาณ 15 นาที

4. นำผู้ได้รับอุบัติเหตุพบแพทย์เพื่อประเมินความรุนแรง และรับการดูแลรักษาต่อไป

3.4 แนวคิด/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การเลือกระบบบำบัดน้ำเสียขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ลักษณะของน้ำเสีย ระดับการบำบัดน้ำเสียที่ต้องการ ค่าลงทุนก่อสร้าง ค่าดำเนินการดูแลบำรุงรักษา และขนาดของที่ดินที่ใช้ในการก่อสร้าง เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้ระบบบำบัดน้ำเสียที่เลือกมีความเหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ ซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยการบำบัดน้ำเสียสามารถแบ่งได้ตามกลไกซึ่งมีหลักการที่ใช้ในการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำเสีย ได้ดังนี้

1. **การบำบัดทางกายภาพ (Physical Treatment)** เป็นวิธีการแยกเอาสิ่งเจือปนออกจากน้ำเสีย เช่น ของแข็งขนาดใหญ่ กระดาษพลาสติก เศษอาหาร กรวด ทราย ไขมันและน้ำมัน โดยใช้อุปกรณ์ในการบำบัดทางกายภาพ คือ ตะแกรงดักขยะ ถังดักกรวดทราย ถังดักไขมัน และน้ำมัน และถังตกตะกอน ซึ่งจะเป็นการลดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่มีในน้ำเสียเป็นหลัก ซึ่งมีขั้นตอนย่อยๆออกเป็น 7 ขั้นตอนดังต่อไปนี้ (เกรียงศักดิ์ อุดมโรจน์สิน, 2539)
    1) การใช้ตะแกรง (Screen) มีวัตถุประสงค์เพื่อดักหรือกรองตะกอนชิ้นใหญ่จากน้ำเสียทั้งหมด ได้แก่ เศษใบไม้ พลาสติกหรือตะกอนที่มองได้ชัดเจนด้วยตาเปล่า เป็นต้น เป็นการป้องกันไม่ให้ตะกอนเหล่านั้นไปทำให้เกิดความเสียหายแก่เครื่องมือหรือเครื่องจักรในระบบกรอง เช่นเครื่องสูบน้ำ มอเตอร์และใบพัด หรือเครื่องเติมอากาศสำหรับน้ำเสีย เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของตะแกรง ซึ่งตามทฤษฎีมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือแบบกรองหยาบและกรองละเอียด
    2) การตัดย่อย (Comminution) บางครั้งตะกอนที่มีขนาดใหญ่ปะปนมากับน้ำเสียอาจจะจำเป็นต้องบดตัดเพื่อให้ตะกอนมีขนาดเล็กลงจุดประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียดีขึ้นทั้งระบบ การติดตั้งเครื่องตัดย่อยจำเป็นต้องพิจารณาถึงความทนทาน ตำแหน่งเพราะบางครั้งเครื่องอาจจะต้องทำงานหนักหรือจำเป็นต้องมีการบำรุงรักษา ซ่อมแซม หรือหยุดการทำงานในบางครั้ง
    3) การกำจัดตะกอนหนัก (Grit Removal) ตะกอนหนักต่างๆเช่น กรวด หิน ดิน หรือทรายที่มีความถ่วงจำเพาะสูงๆ อาจทำความเสียหายให้กับระบบบำบัดน้ำเสีย เช่นเครื่องเติมอากาศ หรือเครื่องสูบน้ำ เป็นต้น ดังนั้นในระบบบำบัดจำเป็นต้องแยกตะกอนหนักเหล่านี้ออกมาให้ได้ โดยการทำให้ตะกอนหนักจับตัวเป็นก้อนแล้วแยกออกต่างหาก
    4) การกำจัดน้ำมันและไขมัน (Oil and Grease Removal) โดยทั่วๆไปน้ำเสียมักปนเปื้อนด้วยไขมัน

และน้ำมัน โดยเฉพาะน้ำเสียจากอาคาร ซึ่งพบมากจากส่วนงานที่มีการประกอบอาหาร น้ำเสียจากการชะล้าง ร้านอาหารเป็นต้น เนื่องจากน้ำมันและไขมันมีค่าความถ่วงจำเพาะต่ำกว่าน้ำ ดังนั้นโดยหลักการน้ำมันและไขมันต่างๆจะลอยอยู่บนผิวน้ำ การใช้ถังดักไขมันเพื่อกำจัดน้ำมันและไขมันก่อนน้ำเสียจะเข้าสู่ระบบจะเป็นวิธีที่ง่ายแต่ขนาดพื้นผิวของบริเวณที่ดักไขมันต้องมีขนาดใหญ่และกักเก็บไขมันเหล่านั้นอย่างเพียงพอไม่ให้หลุดรอดไปในระบบได้ ปริมาณน้ำที่เข้าไปในถังดักไขมันต้องไหลให้ช้าแต่ต้องไม่ไหลนานเกินไป (ไม่เกิน 30 นาที) ไม่เช่นนั้นจะมีกลิ่นได้

5. การตกตะกอน (Sedimentation) โดยใช้หลักการของการตกตะกอน น้ำเสียจะถูกตกตะกอนในถังตกตะกอน ดังนั้นต้องมีพื้นที่และเวลาในการปล่อยน้ำเหล่านั้นอยู่นิ่งเพื่อแยกตะกอนโดยเฉพาะตะกอนชีวภาพ ถังตกตะกอนมี 2 ชนิด ได้แก่ ถังตกตะกอนชีวภาพและถังตกตะกอนเคมี
6. การทำให้ตะกอนลอย (Flotation) ใช้หลักการร่วมกับการทำปฏิกิริยาเคมีหรือชีวภาพเพื่อให้ตะกอนต่างๆ ลอยขึ้นมาสู่ผิวน้ำและทำการแยกหรือกวาดตะกอนเหล่านั้นออกไป ใช้ได้ดีกับตะกอนประเภทตะกอนเบา เช่น น้ำมัน ไขมัน ซึ่งบางครั้งอาจจำเป็นต้องใช้สารเคมี ได้แก่ สารส้ม Zeo-Lite (ปูนมาร์ล-โดโลไมท์)
7. การกรอง (Filtration) บางครั้งในระบบบำบัดจำเป็นต้องให้น้ำผ่านวัสดุกรองชนิดต่างๆ เช่น ตาข่าย ถ่าน หินกรอง กรวดขนาดต่างๆ ซึ่งระบบนี้ใช้ร่วมกับการใช้ระบบชีวภาพในการกำจัดสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสีย

2. การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี

ตามปกติการบำบัดน้ำเสียมักจะใช้วิธีทางกายภาพมากที่สุดเนื่องจากไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มสารเคมีในน้ำเสียที่บำบัดแล้วและมีต้นทุนที่น้อยกว่าวิธีการบำบัดชนิดอื่นๆ อย่างไรก็ตามบางครั้งการใช้วิธีบำบัดทางกายภาพก็มีข้อจำกัดที่ไม่สามารถแยกสารปนเปื้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นโดยทั่วๆไปการบำบัดน้ำเสียอาจจำเป็นต้องใช้วิธีทางเคมีร่วมด้วย โดยเฉพาะน้ำทิ้งจากสถานประกอบการที่ปนเปื้อนสารเคมี ห้องปฏิบัติการ โรงงานที่ผลิตและปนเปื้อนสารเคมีต่างๆ เป็นต้น อย่างไรก็ตามการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมีต้องมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นและสารที่ใช้ในระบบบางครั้งรบกวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพหรือรบกวนการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมีมีวิธีต่างๆดังนี้ (เกรียงศักดิ์ อุดมโรจน์สิน, 2539)

1) การตกตะกอนผลึกทางเคมี (Chemical Precipitation) เป็นการเปลี่ยนสารละลายที่ละลายน้ำให้เป็นตะกอนที่ไม่ละลายในน้ำ โดยเติมสารเคมีบางอย่างลงไปเช่นการใช้สารส้ม (Potassium Aluminium Sulphate หรือ Alum) หรือบางครั้งปรับเปลี่ยนความเป็นกรดด่างด้วยปูนขาว (Lime) การจับตัวและการตกตะกอนสารแขวนลอยจะทำให้การแยกตะกอนที่เกิดขึ้นแยกจากน้ำได้ง่ายขึ้น
2) การสร้างตะกอนรวมเคมี (Coagulation Flocculation) เป็นการสร้างตะกอนแขวนลอยให้เกาะเกี่ยวกับสารสร้างตะกอน ซึ่งได้แก่ สารส้ม และ ปูนขาว เกลือของเหล็ก ฯลฯ มีกระบวนการ 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนแรกเป็นการเติมสารจำพวกสารสร้างตะกอนซึ่งเป็นสารเคมีผสมกับน้ำที่มีตะกอนแขวนลอย ขั้นต่อมาเป็นการกวนอย่างช้าๆเพื่อให้ตะกอนเล็กๆรวมกันและเกาะเกี่ยวกันเป็นตะกอนใหญ่ขึ้นซึ่งจะตกตะกอนลงสู่ที่ต่ำได้ง่ายขึ้นอย่างไรก็ตามต้องมีการกวนช้าและช้าๆเพื่อไม่ให้การเกาะตัวกันของตะกอนแตกตัวออกจากกัน

3) การปรับค่าความเป็นกรดด่าง (pH) การปรับค่าความเป็นกรดด่างมีความสำคัญเพราะสารเคมีที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสียสามารถทำให้ไม่ละลายน้ำได้โดยการใส่สารเคมีบางอย่างเช่น แคลเซียมคาร์บอเนต กรดซัลฟิวริก กรดไฮโดรคลอริก เป็นต้น ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรดด่างของน้ำเสียที่เข้ามาในระบบ

4) การฆ่าเชื้อโรค บางครั้งน้ำเสียจำเป็นต้องกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคติดต่อ โดยเฉพาะน้ำเสียที่มาจากโรงพยาบาล หน่วยซักฟอก และหน่วยผลิตและปรุงอาหาร โดยเฉพาะอาหารที่มีเศษแป้งและโปรตีนสูง ในระบบเหล่านี้จำเป็นต้องมีวิธีฆ่าเชื้อโรคที่เหมาะสมเช่นวิธีทางกายภาพโดยการใช้แสงและความร้อน วิธีทางเคมีโดยการเติมสารเคมีต่างๆ เช่น คลอรีน โบรมีน เป็นต้น วิธีทางกายภาพโดยการกำจัดตะกอนที่ปะปนอยู่ในน้ำเสีย และวิธีการใช้รังสีเช่นรังสีแกมาซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ส่งออกมาจากนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี โดยทั่วไปใช้ โคบอลต์ 60 ซึ่งต้องระวังเรื่องความปลอดภัยของการใช้รังสี

5. การไล่ก๊าซ (Gas Stripping) ในน้ำเสียตามปกติจะประกอบด้วยสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ในสารอินทรีย์จะเป็นอาหารหล่อเลี้ยงจุลชีพชนิดต่างๆทั้งจุลชีพที่ใช้อากาศและไม่ใช้อากาศ ก๊าซที่เกิดขึ้นจากขบวนการเมตาบอลิซึมของจุลชีพและการทำปฏิกิริยาของสารเคมีจากสารอนินทรีย์ต่างๆ เช่น ก๊าซแอมโมเนีย ไฮโดรเจนซัลไฟต์ และฟีนอล เป็นต้น ก๊าซบางชนิดเช่น ไตรคลอโรเอทิลีนเป็นก๊าซที่มักจะพบได้ในน้ำเสียแต่ก็ระเหยไปได้ง่ายๆ เพราะเป็นก๊าซอินทรีย์ที่ระเหยได้ง่าย การกำจัดก๊าซเหล่านี้บางครั้งอาจจำเป็นต้องใช้หลายๆวิธี เช่นการใส่สารเคมี การปรับความเป็นกรดด่าง การให้น้ำตกกระทบผ่านหอกระจายน้ำโดยมีกระแสลมเป่าขึ้นหรือการใช้การเป่าอากาศลงไปในน้ำ การตีผิวน้ำด้วยใบพัดในถังเติมอากาศ เป็นต้น ดังนั้นการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมีจึงเป็นวิธีที่จะคัดแยกสารเคมีออกจากน้ำเสียด้วยการกำจัดสารเคมีต่างๆที่เจือปนออกไปให้อยู่ในมาตรฐานที่กำหนด

3. การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพ

การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพเป็นวิธีการที่ง่าย หลักการคือการนำเอาจุลินทรีย์ซึ่งได้แก่ แบคทีเรีย รา สาหร่ายและโปรโตซัว มาย่อยสลายสารที่มีอยู่ในน้ำเสียซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์รวมทั้งสารอนินทรีย์บางชนิด จุลินทรีย์ต่างๆจะใช้สารอินทรีย์เหล่านั้นเพื่อเจริญเติบโต ผลของการใช้สารอินทรีย์ทำให้เกิดสารประกอบต่างๆซึ่งส่วนใหญ่เป็นก๊าซและตะกอนของแบคทีเรียที่ตายแล้ว เมื่อแยกเอาตะกอนออกไปน้ำที่ได้จะเป็นน้ำส่วนใสมีค่า Biological Oxygen Demand หรือค่าบีโอดีที่ต่ำลง สามารถปล่อยลงสู่แหล่งน้ำโดยไม่ทำให้เกิดการเน่าเสียได้ (วีระ ตั้งชวาล, 2545) การบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพมี 2 ชนิดคือ

การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพแบบใช้ออกซิเจน เริ่มจากแบบแรกได้แก่ระบบบ่อผึ่ง (Oxidation Ponds) ซึ่งเป็นระบบที่ง่ายที่สุดโดยอาศัยธรรมชาติ ไม่ต้องใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ ปล่อยน้ำทิ้งไว้ให้แบคทีเรียที่มีอยู่ตามธรรมชาติทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ต่างๆโดยบ่อผึ่งนี้จะใช้ออกซิเจนจากอากาศที่สัมผัสกับผิวน้ำเป็นตัวให้อากาศกับจุลินทรีย์เหล่านั้น (เสริมพล รัตนสุข และไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์, 2525) จุลินทรีย์ที่พบมากจะเป็นแบคทีเรีย รา สาหร่าย และโปรโตซัว การใช้สาหร่ายอาจจำเป็นต้องใช้แสงแดดเป็นปัจจัยช่วยในการเจริญเติบโต แบบที่สองเป็นระบบเร่งตะกอน โดยเพิ่มเครื่องมือให้อากาศในบ่อบำบัด บางครั้งจำเป็นต้องมีอาหารเสริมให้กับน้ำเสีย พร้อมกับควบคุมอุณหภูมิรวมทั้งปรับค่าความเป็น

กรดด่างให้เหมาะสมมีการถ่ายเทออกซิเจนตามธรรมชาติ หรือมีการอัดอากาศลงในน้ำเสีย (Diffused Aeration) หรือการใช้เครื่องมือผสมอากาศกับน้ำเสีย (วีระ ตั้งชวาล, 2545) บางครั้งอาจจะใช้แพลงก์ตอนสัตว์ซึ่งเป็นโปรโตซัวชนิดหนึ่งเช่นโรติเฟอร์ที่มีอยู่ในธรรมชาติ ก็เป็นวิธีบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพชนิดหนึ่ง การพบโรติเฟอร์ในบ่อบำบัดน้ำเสียบ่งบอกถึงการที่มีระบบบำบัดที่ดี เสวก ชมมิ่ง และคณะ (2559) ได้ทำการศึกษาน้ำที่บำบัดในบ่อบำบัดน้ำเสีย โดยการตรวจคุณภาพน้ำจากระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารรวม ซึ่งรับน้ำจากอาคารคณะต่างๆ ในวิทยาเขตพญาไท ได้แก่ คณะเวชศาสตร์เขตร้อน คณะสาธารณสุขศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล โดยเก็บตัวอย่างน้ำก่อนและหลังบำบัดเพื่อตรวจหาค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Biological Oxygen Demand) ค่าความต้องการออกซิเจนทางเคมี (Chemical Oxygen Demand) และพารามิเตอร์ทางคุณภาพน้ำต่างๆ ซึ่งเป็นข้อกำหนดในการตรวจสอบกระบวนการบำบัดว่าถูกต้องและมีคุณภาพหรือไม่ อีกทั้งผู้วิจัยได้ตรวจหาค่าทางชีวภาพ เช่น โรติเฟอร์ที่เป็นแพลงก์ตอนสัตว์โดยมีรายงานสนับสนุนว่าเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำที่มีชีวิตโดยเปรียบเทียบกับค่าพารามิเตอร์ทางคุณภาพน้ำต่างๆดังกล่าว ผลการศึกษาพบว่า ค่าบ่งชี้คุณภาพน้ำตามพารามิเตอร์ทางด้านกายภาพและเคมี เช่น ความเป็นกรดด่าง ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี ค่าความต้องการออกซิเจนทางเคมีที่วัดจากน้ำหลังบำบัดมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนโรติเฟอร์ซึ่งเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบ ได้แก่ *Colurella spp, Rotaria spp, Chaetonotus spp*. และ *Lecanesm spp*. มีปรากฏอยู่ในน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว จำนวนโรติเฟอร์มีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรดด่างและ ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีโดยพบว่าจำนวนของโรติเฟอร์เพิ่มขึ้นเมื่อ ความเป็นกรดด่างของน้ำเสียเพิ่มขึ้น โดยมีค่าความเป็นกรดด่างที่เหมาะสม อยู่ระหว่าง 7.20-7.55 แสดงให้เห็นว่าคุณภาพน้ำหลังการบำบัดมีความเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนโดยเฉพาะแพลงก์ตอนสัตว์ ดังนั้นการใช้โรติเฟอร์หรือแพลงก์ตอนสัตว์เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำ สามารถเป็นดัชนีชี้วัดระบบบำบัดน้ำเสียได้

ดังนั้นการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพจึงเป็นระบบการบำบัดน้ำเสียที่เป็นพื้นฐานและมีความสำคัญอย่างยิ่ง **การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพแบบใช้ออกซิเจนสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระบบ**

1) ระบบบำบัดแบบบ่อผึ่ง โดยการผันน้ำเสียเข้าไปในบ่อที่มีพื้นที่กว้างอาจจะเป็นบ่อดินธรรมดาหรือบ่อคอนกรีตผนังเรียบที่มีการกันน้ำรั่วซึมได้ น้ำเสียจะไหลเข้าและออกจากบ่อบำบัดตลอดเวลา จุลินทรีย์จะย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งด้วยปฏิกิริยาแบบใช้ออกซิเจน โดยทั่วไปมักจะเป็นสาหร่ายซึ่งจะใช้การสังเคราะห์แสงและสารอินทรีย์ในน้ำเสียพร้อมกับออกซิเจนในอากาศ แต่วิธีนี้มีการใช้และเติมออกซิเจนค่อนข้างต่ำ การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ค่อนข้างน้อยและถูกจำกัดอัตราความเร็วของการย่อยสลายสารอินทรีย์ค่อนข้างช้า ไม่สัมพันธ์กับอัตราความเร็วของการไหลผ่านของน้ำเสีย กล่าวคือถ้าให้น้ำเสียไหลผ่านในปริมาณที่มากและเร็ว อัตราความเร็วของการกำจัดสารอินทรีย์จะน้อยและยังขึ้นอยู่กับปริมาณของแสงแดดด้วย ดังนั้นวิธีนี้จึงจะได้ผลดีในประเทศที่มีแสงแดดมากและมีพื้นที่ที่กว้างขวาง (สนอง ทองปาน 2540, Oswald, 1960) การสร้างบ่อบำบัดแบบผึ่งถ้าบ่อตากมีความลึกประมาณ 1-1.5 เมตรจะรับปริมาณบีโอดีได้ 2.56-5.56 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ถ้าความลึกน้อยกว่านี้ประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำเสียจะดีกว่าเพราะสาหร่ายจะได้รับแสงแดดได้ดี มีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าบ่อลึก แต่ข้อเสียของบ่อตื้นก็คือมีตะกอนทับถมและ

อาจจะเต็มเร็วกว่าปกติ และจะมีสาหร่ายอยู่มากจนต้องกำจัดสาหร่ายที่ตายและตกตะกอนออกไป (วีระ ตั้งชวาล, 2545)

2) ระบบบำบัดแบบบ่อเติมอากาศ เป็นระบบบำบัดเสียทางชีวภาพที่ใช้หลักการการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยออกซิเจนเช่นเดียวกับการกำจัดน้ำเสียแบบบ่อตากโดยการใช้จุลินทรีย์แต่ระบบบำบัดแบบบ่อเติมอากาศจะเป็นระบบที่เล็กกว่าและใช้พื้นที่น้อยกว่า โดยเพิ่มการเติมออกซิเจนด้วยเครื่องเติมอากาศติดตั้งอยู่เป็นระยะๆ ด้วยวิธีนี้ทำให้การลดค่าบีโอดีมีประสิทธิภาพที่ดีและเร็วกว่าการใช้บ่อตาก กล่าวคือจะลดค่าบีโอดีได้ 1.13-3.43 กรัมต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน ลักษณะของบ่อเติมอากาศอาจจะเป็นบ่อดินหรือบ่อคอนกรีตที่มีความลึกไม่น้อยกว่า 2 เมตร มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมโดยผนังอาจจะกรุด้วยก้อนหิน คอนกรีต หรือพลาสติก เพื่อป้องกันการกัดเซาะดินในเวลาเติมอากาศและป้องกันน้ำกัดเซาะและไหลซึมลงใต้ดิน อาจจะมีบ่อเติมอากาศหลายบ่อซึ่งถ่ายเทเป็นรูปแบบต่อเนื่องอนุกรม อาจจะต้องกักเก็บน้ำเสียในบ่อประมาณ 10 วัน โดยมีปริมาณความต้องการออกซิเจนประมาณ 0.7-1.4 เท่าของปริมาณบีโอดีที่จะกำจัด บางครั้งอาจจำเป็นต้องมีการแยกกากตะกอนออกจากบ่อตกตะกอนก่อนบำบัดซึ่งใช้เวลาประมาณ 6-12 ชั่วโมง ความลึกของบ่อตกตะกอนประมาณ 1.50 เมตร ข้อดีของระบบนี้คือใช้พื้นที่น้อยและลดค่าบีโอดีได้เร็วกว่าบ่อตาก โดยมีการดูแลที่ง่ายและมีค่าก่อสร้างต่ำ (วีระ ตั้งชวาล, 2545)

3) ระบบบำบัดแบบเร่งตะกอน เป็นระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพแบบที่ใช้ออกซิเจนที่อาศัยจุลินทรีย์เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย โดยมีการเสริมอาหารและเพิ่มการเติมอากาศ เหมาะสำหรับสถานที่ที่มีพื้นที่จำกัดเพราะใช้ที่ดินน้อย ประสิทธิภาพในการลดค่าบีโอดีสูงมากและไม่มีกลิ่นเหม็น อย่างไรก็ตามระบบนี้จะมีการทำงานสลับซับซ้อนใช้เทคโนโลยีสูง เครื่องกลมาก และมีค่าใช้จ่ายมากการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพแบบใช้ออกซิเจนจะใช้จุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยปฏิกิริยาแบบใช้ออกซิเจน โดยใช้หลักการของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งขึ้นอยู่ที่กระบวนการเร่งการเติมอากาศ

การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการทางชีวภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งเหมาะกับประเทศในเขตร้อน เช่นประเทศไทย เพราะเป็นกระบวนการชีวเคมีที่จำเป็นต้องใช้อุณหภูมิสูง จึงจำกัดได้เฉพาะพื้นที่ แบ่งออกเป็น 9 ระบบ คือ

1) ระบบบำบัดแบบบ่อไร้ออกซิเจน (Anaerobic Pond) เป็นระบบบ่อดินขนาดใหญ่มีความลึกมากประมาณ 3.0-4.5 เมตร ใช้เวลาประมาณ 1 เดือน หลักการคือการนำน้ำเสียเข้ามาในบ่อในส่วนล่างเพื่อให้เกิดตะกอนและเกิดการย่อยสลายภายใต้ภาวะไร้อากาศเกิดการหมักของจุลินทรีย์เป็นกรดอินทรีย์ ซึ่งมีลักษณะเป็นน้ำใสและจะถูกระบายไปหมักโดยจุลินทรีย์อีกชนิดหนึ่งเป็นก๊าซมีเทน ส่วนของเสียอื่นเช่นไขมันและตะกอนลอยแขวนจะลอยตัวป้องกันไม่ให้อากาศภายนอกซึมลงบ่อ บ่อชนิดนี้จะมีกลิ่นเพราะฉะนั้นจำเป็นต้องใช้พื้นที่มาก จึงเหมาะกับชนบทและบริเวณที่ผู้คนไม่หนาแน่น

2) ระบบบำบัดแบบบ่อเกรอะ (Septic Tank) หลักการเป็นบ่อคอนกรีตปิดที่รับน้ำเสียที่มีปริมาณน้ำเสียไม่มากนัก โดยกักน้ำประมาณ 1-3 วันและระบายน้ำใสไปบ่อเติมอากาศต่อไป บ่อบำบัดแบบบ่อเกรอะจำเป็นต้องกำจัดตะกอนทุก 1-1.5 ปี ไม่เช่นนั้นประสิทธิภาพจะลดลง

3) ระบบบำบัดแบบถังหมักธรรมดา (Conventional Anaerobic Digestion) เป็นระบบที่ใช้ในการย่อยสลายตะกอนต่อจากระบบเร่งตะกอน ประกอบด้วยถังปฏิกิริยาที่เป็นถังที่มีฝาปิดนิยมใช้เป็นถังคอนกรีตเพื่อกักเก็บความร้อน กลิ่น และก๊าซที่เกิดขึ้นซึ่งสามารถระบายก๊าซที่เกิดขึ้นได้
4) ระบบบำบัดแบบถังหมักแบบสัมผัส (Anaerobic Contact) เป็นถังหมักเหมือนกับถังหมักชนิดอัตรากำจัดสูง อาจจะมีการหมุนเวียนตะกอนซึ่งคล้ายคลึงกับระบบเร่งตะกอนแต่เป็นแบบไม่ใช้ออกซิเจน จุลินทรีย์จะสัมผัสตะกอนได้มาก
5) ระบบบำบัดแบบเครื่องกรองไร้ออกซิเจน (Anaerobic Filter) มีส่วนประกอบสำคัญคือถังที่บรรจุสารกรองที่เป็นหินขนาด 1.5-2 นิ้ว หรืออาจจะเป็นพลาสติกแทนก็ได้ น้ำเสียจะไหลจากข้างล่างขึ้นข้างบน ลักษณะเช่นนี้จะทำให้น้ำท่วมถังสูงตลอดเวลา และทำให้จุลินทรีย์ส่วนใหญ่ถูกจับอยู่ภายในถังกรอง น้ำที่ไหลออกมาจึงมีความใส โดยไม่ต้องใช้ถังตกตะกอน ปัญหาของระบบนี้คือต้องระบายน้ำเสียและการอุดตันที่เกิดขึ้นให้ได้
6) ระบบบำบัดแบบแอนนาโรบิกฟลูอิดเบด (Anaerobic Fluided Bed) คล้ายกับระบบบำบัดแบบเครื่องกรองไร้ออกซิเจน คือมีน้ำไหลจากด้านล่างขึ้นข้างบน แต่ใช้ระบบตรึงฟิล์มที่เป็นตัวกลางขนาดเล็กเท่ากับเม็ดทราย อัตราการไหลของน้ำมากและเร็ว ทำให้มีการลอยตัวของสารตัวกลาง ตัวอย่างของสารตัวกลางได้แก่ ทราย แอนทราไซต์และถ่านกัมมันต์ สารตัวกลางเล็กเหล่านี้มีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรที่สูงมากจึงทำให้มีจุลินทรีย์จำนวนมากมากำจัดของเสีย
7) ระบบบำบัดแบบอัพโฟลแอนแอโรบิกสลัดจ์แบลงค์เกท (Upflow Anaerobic Sludge) น้ำเสียจะไหลจากข้างล่างขึ้นข้างบนแต่ไม่ใช้ตัวกลาง แต่จุลินทรีย์จะเกาะเป็นก้อนและมีน้ำหนักจนกระทั่งสามารถตกตะกอนได้ดี
8) ระบบบำบัดแบบจานหมุนชีวภาพแบบไร้ออกซิเจน (Anaerobic Rotating Biological Contactor) คล้ายกับระบบจานชีวภาพต่างกันที่มีฝาปิดป้องกันไม่ให้สัมผัสอากาศภายนอก และมีช่องระบายก๊าซออกทางด้านบน จุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจนสามารถยึดเกาะและเจริญเติบโตได้ดีบนผิว
9) ระบบบำบัดแบบแผ่นกั้นไร้ออกซิเจน (Anaerobic Baffled Reactor) ระบบนี้มีแผ่นกั้นบังคับให้น้ำเสียไหลมุดลงอยู่ในแนวนอน ถังปฏิกริยาจึงไม่จำเป็นต้องมีความสูงมากเหมือนของระบบไร้ออกซิเจนแบบอื่นๆ จึงมีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างต่ำ ระบบนี้เป็นระบบที่มีพื้นผิวน้ำมากทำให้จุลินทรีย์มีพื้นที่ตกตะกอนสูงกว่าระบบอื่นๆ ก๊าซสามารถแยกตัวออกจากน้ำได้ดีและง่าย ทำให้มีการเก็บกับเซลล์ดีและจะมีมวลจุลินทรีย์สะสมอยู่ในระบบจำนวนมาก การกำจัดน้ำเสียทำได้ในอัตราเร็วสูง (เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ, 2538)

โดยสรุปแล้ว การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจนเป็นวิธีที่นิยมใช้มากที่สุด มีข้อดีคือจุลินทรีย์ที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์เปลี่ยนเป็นก๊าซมีเทนเป็นผลให้ใช้เวลาบำบัดน้ำเสียมีประสิทธิภาพ ลดปริมาณตะกอนและกลิ่นเหม็นลงได้ดี

บทที่ 4

เทคนิคในการปฏิบัติงาน

4.1 แผนกลยุทธ์ในการปฏิบัติงาน

งานกายภาพและสิ่งแวดล้อม มีนโยบายและแผนในการดำเนินงานในการบริหารระบบบำบัดน้ำเสียของคณะเวชศาสตร์เขตร้อน ดังนี้

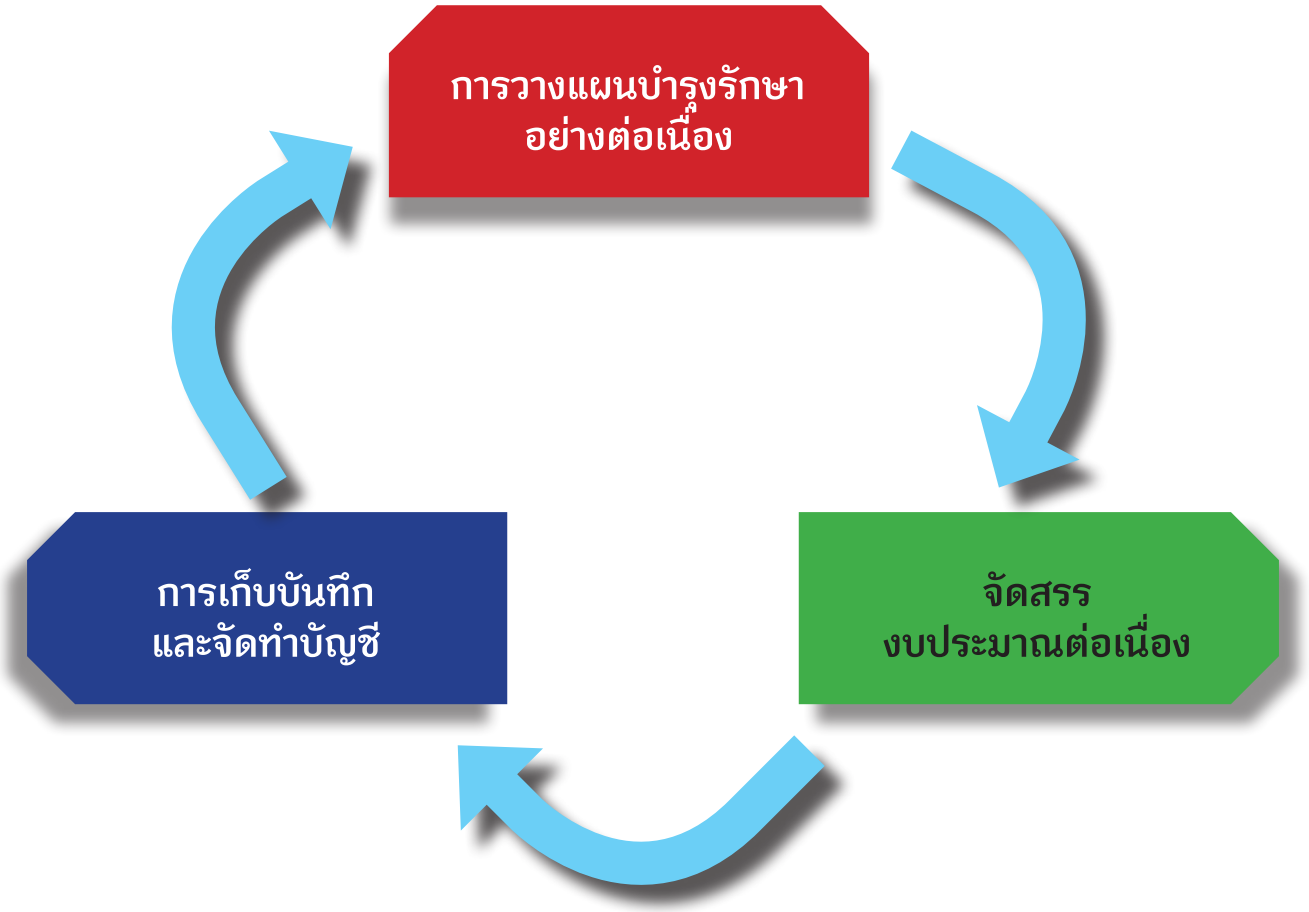
1. งานแผนและกำหนดงบประมาณ
2. งานบริหารความเสี่ยงและควบคุมระบบการทำงาน
3. การมอบหมายงาน
4. การติดตาม เฝ้าระวัง การปฏิบัติงานระบบ
5. นำผลลัพธ์มาวิเคราะห์และบริหารจัดการแก้ไข พัฒนาระบบการทำงานให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน
6. ควบคุม กำกับดูแล การปฏิบัติงานให้เป็นไปตามมาตรฐานตามแนวปฏิบัติ
7. วางแผนการบำรุงรักษาตามอายุงาน และตามกำหนดเพื่อป้องกันความเสี่ยง
8. กำหนดให้มีการเก็บตัวชี้วัด การรายงานผลรายวัน และตามเวลาที่กำหนด
9. นิเทศกำกับ ตรวจสอบบุคลากรที่ปฏิบัติงานให้ปฏิบัติตามคู่มือการปฏิบัติงาน และตามมาตรฐานของคุณภาพงาน
10. ติดตามผลความพึงพอใจผู้รับผลงาน ลูกค้า
11. เป็นแหล่งเรียนรู้ และประเมินสมรรถนะของบุคลากรที่ปฏิบัติงาน
12. แผนกลยุทธ์ สนับสนุนยุทธศาสตร์คณะฯ
    - T (Teaching Excellence)
    - R (Research & Innovation Excellence)
    - O (Outstanding Clinical Outcome)
    - I (Infra-Structure Excellence)

น้ำเสียจากการใช้งานที่เกิดจาก T R O I ไม่ว่าจะเป็นบุคลากร นักศึกษา นักวิจัยหรือจากโรงพยาบาลตามภารกิจที่กล่าวมาแล้ว ล้วนมีผลกับปริมาณการใช้น้ำของคณะฯ และน้ำที่ใช้ชำระล้างจะถูกลำเลียงมาตามระบบที่เตรียมไว้เพื่อจะบำบัดก่อนที่จะทิ้งสู่สาธารณะต่อไป

13. การวางแผนและงบประมาณสำหรับการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง

การจัดทำ (PM คืออะไร) ไม่ใช่เรื่องง่ายโดยเฉพาะในปีแรกต้องมีการลงทุน จัดรูปแบบ ประมาณเวลาที่เหมาะสมในการดูแลรักษา การจัดสรรงบประมาณ การจัดทำตารางให้สอดคล้องกับการเดินระบบ อย่างไรก็ตามถ้ามีการติดตามและบันทึกกิจกรรมการดูแลรักษาตามคู่มือนี้จะช่วยทำ PM ได้ง่ายขึ้นในปีถัดไป

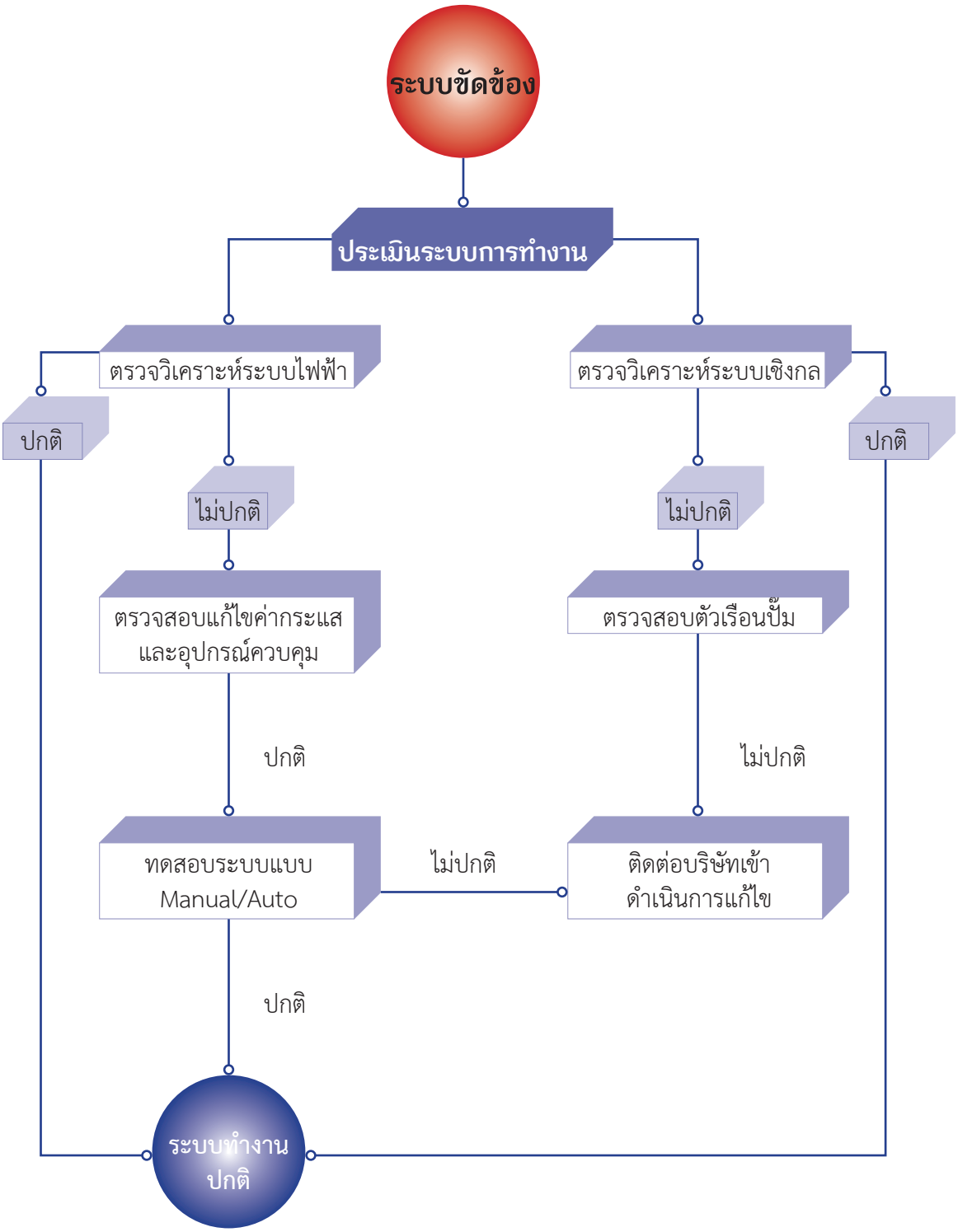
PM ที่ดีช่วยให้แน่ใจได้ว่าระบบจะให้ประโยชน์ได้มากที่สุดจากอุปกรณ์แต่ละตัว จะช่วยในการวางแผนสำหรับทรัพยากรบุคคลและการเงินอย่างเพียงพอ และเป็นประโยชน์ต่อการรายงานการบำรุงรักษาสภาพเครื่องจักร



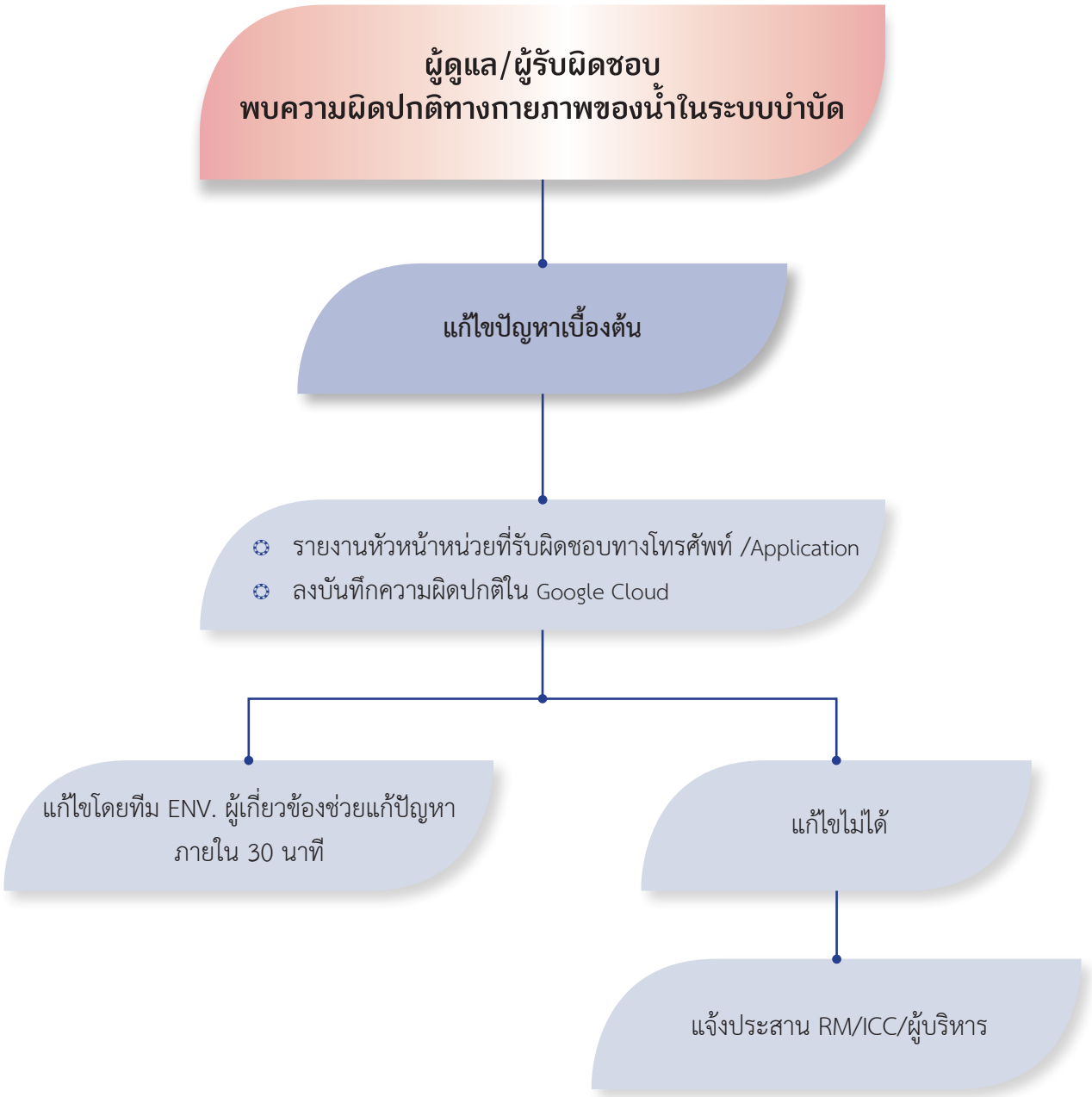
การวางแผนงบประมาณสำหรับจัดทำ PM

4.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Flow Chart)

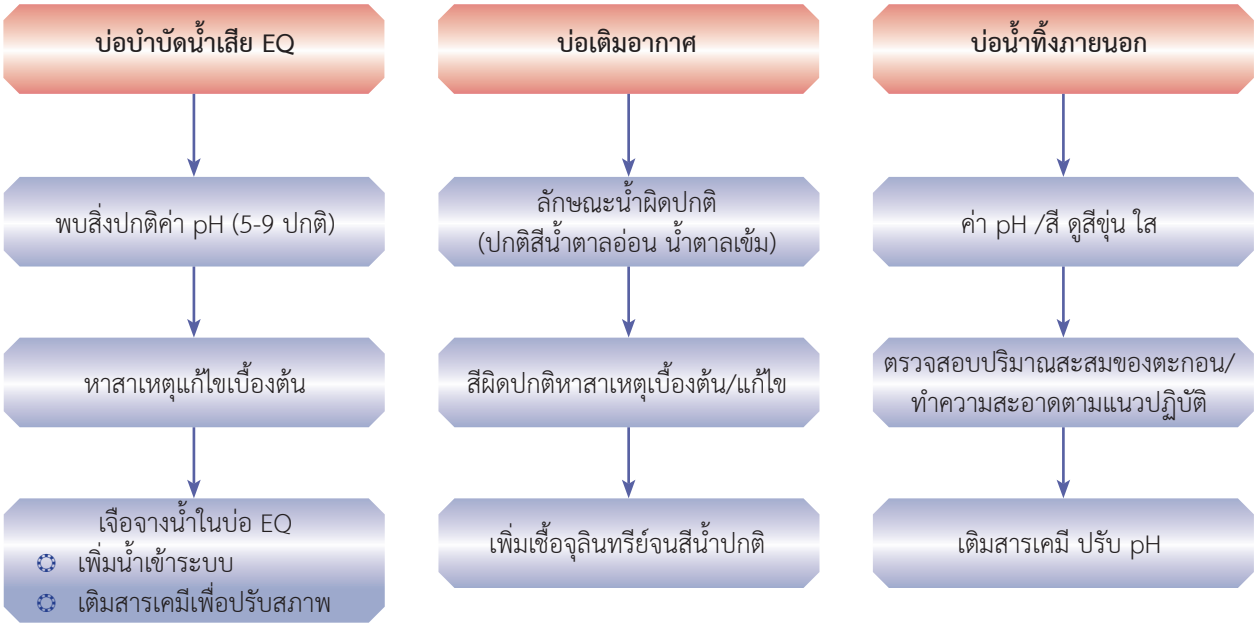
1. Flow การทำงานของเครื่องจักร



2. Flow การรายงานเมื่อเกิดปัญหาระบบบ่อบำบัด



3. Flow การตรวจสอบน้ำรายวันพบสิ่งผิดปกติบ่อบำบัด



4. Flow แนวทางการบำรุงรักษาเครื่องเติมอากาศ (SA_1-SA_4)

ระยะเวลา	รายละเอียด	แนวทางการแก้ไข
รายวัน	- การสั่นและเสียง - การกินกระแสไฟฟ้าของมอเตอร์ - ลักษณะการเป่าอากาศของเครื่อง	- ตรวจเช็คและสังเกตอาการ - ตรวจสอบหน้าตู้ควบคุม - สังเกตดูฟองอากาศว่าปกติหรือไม่
รายเดือน	- ทำความสะอาดตัวกรองอากาศ (Air Filter) เพราะถ้าตัวกรองอากาศอุดตันจะทำให้เสีย ประสิทธิภาพของปั๊มจะลดลง ทำให้ความร้อนสูง สิ้นเปลืองน้ำมัน	- บำรุงรักษาตามระยะเวลา
ราย 6 เดือน	- การเติม/เปลี่ยน น้ำมันหล่อลื่น ตามรายละเอียดในคู่มือการใช้งาน	- บำรุงรักษาตามระยะเวลา
รายปี	- การซ่อมบำรุงรักษากันรั่วของเครื่องเติมอากาศ	- ตรวจสอบโดยดึงเครื่องเติมอากาศขึ้นมาซ่อมแซมบำรุงรักษา ขัดสนิม ตรวจการรั่วของตัวปั๊มเครื่องเติมอากาศ

5. Flow แนวทางการบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำเสีย (SP1-SP2)

ระยะเวลา	รายละเอียด	แนวทางการแก้ไข
รายวัน	- ปริมาณการสูบน้ำของเครื่องสูบน้ำ - การกินกระแสไฟฟ้าของมอเตอร์	- ตรวจสอบเครื่องอัตราการไหล - ตรวจสอบหน้าตู้ควบคุม
ราย 6 เดือน	- การเติมน้ำมันหล่อลื่น - ตรวจสอบการสึก/ผุของใบพัด - โซ่สำหรับใช้ยก - การสั่นและเสียง	- บำรุงรักษาตามระยะเวลา - ตรวจเช็คสภาพการใช้งาน - ตรวจสภาพการสึกกร่อนของโซ่และบำรุงรักษา - ตรวจสอบน๊อตยึดตัวเครื่องกับแท่นว่าหลวมหรือไม่
รายปี	- การซ่อมบำรุงกันรั่วของตัวเครื่องสูบน้ำ - การเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่น/จาระบี	- ตรวจสภาพตามรอยต่อของเครื่องจักรว่ามีคราบน้ำมันไหลออกตามรอยต่อหรือไม่ - บำรุงรักษาตามระยะเวลา

4.3 การติดตามผลการปฏิบัติงาน

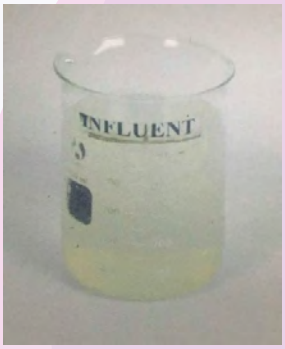
การติดตามผลของขบวนการ (Process Monitoring) มีสองวิธีซึ่งจะต้องทำควบคู่กันไป คือการตรวจสอบที่เห็นได้ (Visual) และการวิเคราะห์ตัวอย่าง (Analysis) ในห้องปฏิบัติการ

การตรวจสอบ

ผู้ควบคุมจะต้องทำการติดตามผลงานจากการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ที่เป็นตัวชี้บอกสถานภาพในการทำงานของระบบว่าสมบูรณ์ถูกต้องเพียงใด ซึ่งประกอบด้วย

1. **สี**

สีของตะกอนที่ดีควรเป็นสีน้ำตาลเข้มคล้ายช็อคโกแลตถ้าพบว่าตะกอนมีสีดำคล้ำ แสดงว่าขาดออกซิเจนจนเกิดการเน่าจำเป็นต้องเพิ่มการเติมอากาศ และหากตะกอนมีสีผิดปกติแสดงว่ามีสารแปลกปลอมเข้ามาในระบบ



สีน้ำเข้าระบบ

สีน้ำในถังเติมอากาศ

สีน้ำออกจากระบบ

ภาพที่ 9 ภาพแสดงตัวอย่างการเทียบสีน้ำจากบ่อบำบัดน้ำเสีย

2. กลิ่น

ระบบที่ได้รับการควบคุมที่ดีจะไม่มีกลิ่นเหม็น ถ้านำตัวอย่างน้ำตะกอนจุลชีพในถังเติมอากาศมาดมจะมีเพียงกลิ่นอับคล้ายกลิ่นดินเท่านั้น แต่ถ้าระบบมีการเติมอากาศไม่เพียงพอตะกอนจุลชีพก็จะเน่าเปลี่ยนเป็นสีดำ และมีกลิ่นเหม็นของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์

3. ฟอง

การสังเกตฟองที่เกิดขึ้นสามารถบอกลักษณะการทำงานของระบบได้หลายอย่าง หากพบฟองขาวออกมากับน้ำออกจากถังตกตะกอนขั้นสองแสดงว่ามีค่าความเข้มข้นของตะกอนจุลชีพในถังเติมอากาศมากเกินไป ถ้าพบฟองสีขาวที่ผิวน้ำในถังเติมอากาศแสดงว่าตะกอนจุลชีพมีอายุน้อยเกินไป ต้องนำตะกอนส่วนเกินไปทิ้งให้น้อยลง แต่ถ้าพบว่ามีฟองสีน้ำตาลที่ผิวน้ำในถังเติมอากาศแสดงว่าตะกอนจุลชีพมีอายุมากเกินไปต้องนำตะกอนส่วนเกินไปทิ้งให้มากขึ้น นอกจากนั้นฟองยังอาจจะเกิดขึ้นจากสารเคมีหรือผงซักฟอกต่าง ๆ ที่เข้ามาในระบบก็ได้

4. การเจริญเติบโตของสาหร่าย

การที่สาหร่ายเจริญเติบโตอย่างมากและเกาะอยู่ตามผนังของถังและรางส่งน้ำต่าง ๆ แสดงว่ามีอาหารเสริมคือ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเหลือออกมากับน้ำออกเป็นจำนวนมาก หรือถึงแม้ว่าจะมีเพียงฟอสฟอรัสที่เหลือออกมากับน้ำออก สาหร่ายบางชนิดก็ยังสามารถนำไนโตรเจนจากอากาศมาใช้ได้ ดังนั้นหากพบว่ามีสาหร่ายเกิดขึ้นมากก็ควรตรวจสอบค่าไนโตรเจนและฟอสฟอรัสว่ามีเหลือออกมาเท่าใด และลดปริมาณการเติมอากาศให้พอเหมาะ

5. ลักษณะการเติมอากาศ

เครื่องเป่าอากาศก็จะต้องสังเกตปริมาณฟองอากาศที่ลอยขึ้นมาสู่ผิวน้ำ และลักษณะการกวนของน้ำในถังเติมอากาศหากหัวกระจายอากาศชำรุดหรืออุดตันจะสังเกตเห็นอาการผิดปกติที่แตกต่างกับบริเวณอื่น

6. ลักษณะของน้ำออก

หากพบว่ามีตะกอนแขวนลอยออกมากับน้ำออกจากถังตะกอนเป็นปริมาณมากแสดงว่าระบบมีปัญหาในการควบคุมการทำงานซึ่งอาจจะเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ เช่นถ้าเห็นตะกอนแขวนลอยไหลออกที่รางรับน้ำเพียงด้านใดด้านหนึ่งแสดงว่าน้ำไหลออกทางด้านนั้นมากกว่าด้านอื่น ๆ จนกระแสน้ำพัดพาเอาตะกอนหลุดออกมาด้วย ในกรณีนี้จะต้องปรับแผ่นกั้นน้ำล้น (Weir) ให้น้ำไหลออกอย่างสม่ำเสมอเท่ากันทั้งถัง แต่ถ้าพบว่ามีตะกอนแขวนลอยหลุดออกมากับน้ำออกตลอดถังแสดงว่าตะกอนจุลชีพตกตะกอนได้ไม่ดีซึ่งอาจจะเกิดจากชนิดของจุลชีพที่ตกตะกอนได้ยาก เช่นพวกแบคทีเรียชนิดเส้นใย (Filamentous Bacteria) หรืออาจจะเกิดจากการไหลของน้ำในถังเนื่องจากอุณหภูมิน้ำในถังตกตะกอนส่วนต่าง ๆ แตกต่างกันเกิน 2 องศาเซลเซียส หรืออาจจะเกิดจากดีไนตริฟิเคชันก็ได้ ดีไนตริฟิเคชัน หมายถึงการเปลี่ยนแปลงสารประกอบไนโตรเจนไปเป็นไนไตรท์ และไนเตรท โดยแบคทีเรีย หรือปฏิกิริยาของสารใดสารหนึ่งกับกรดไนตริก

7. ฟองก๊าซในถังตกตะกอน

หากพบฟองก๊าซในถังตกตะกอนขั้นสองแสดงว่าตะกอนจุลชีพค้างอยู่ในถังตกตะกอนนานเกินไปจำเป็นต้องเพิ่มอัตราการสูบตะกอนกลับสาเหตุอาจจะเกิดจากมีชั้นตะกอนจุลชีพที่ก้นถังตกตะกอนสูงเกินไปจนทำให้เกิดสภาพขาดออกซิเจน และมีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic) เกิดเป็นก๊าซต่าง ๆ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ลอยขึ้นมาที่ผิวน้ำการที่จะเกิดก๊าซลอยขึ้นมานี้ทำให้เกิดปัญหาในด้านควบคุมการทำงานเพราะฟองก๊าซจะเกาะหรือพยุงเอาตะกอนจุลชีพในบริเวณนั้นลอยขึ้นมาส่วนบน และไหลออกไปกับน้ำออกจากถังตกตะกอนทำให้น้ำทิ้งขุ่น ฟองก๊าซอาจจะเกิดขึ้นเนื่องจากเกิดไนตริฟิเคชั่นซึ่งกระบวนการเปลี่ยนไนเตรต (NO_3) ที่มีอยู่ในน้ำโดยจุลชีพจะนำออกซิเจนมาใช้ในการสันดาปแล้วปล่อยก๊าซไนโตรเจนลอยขึ้นมาที่ผิวน้ำก็ได้

8. ตะกอนลอย

การที่มีวัสดุที่ลอยน้ำ (Floating Material) หรือชั้นของตะกอนลอย (Scum Layer) ปรากฏให้เห็นที่ผิวน้ำในถังตกตะกอน แสดงว่าในน้ำเข้า (Influent) มีน้ำมันหรือไขมันผสมอยู่มากทำให้ตะกอนจุลชีพไม่สามารถตกตะกอนได้ดีและมีประสิทธิภาพในการกำจัด บีโอดีต่ำ สาเหตุอีกประการหนึ่งที่ทำให้เกิดตะกอนลอยขึ้นมาที่ผิวน้ำ ปกติค่าออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำในถังเติมอากาศควรมีค่าระหว่าง 1 ถึง 2 มิลลิกรัมต่อลิตร

9. ลักษณะการไหลของน้ำ

หากน้ำเกิดการไหลลัดวงจร (Short-Circuiting) ซึ่งหมายถึงน้ำเสียที่เข้ามาในถังเติมอากาศแล้วไหลออกไปโดยที่ไม่ได้ถูกบำบัดตามระยะเวลาที่ได้ออกแบบเอาไว้จะเป็นผลให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลงผู้ควบคุมสามารถสังเกตลักษณะการไหลภายในถังเติมอากาศได้จากฟอง ตะกอนลอย หรือตะกอนแขวนลอยที่มีอยู่ในถัง การแก้ไขปัญหาสามารถทำได้โดยการติดตั้งแผ่นกั้นน้ำ (Baffle) ที่ตำแหน่งที่เหมาะสม

10. การกวน

การกวนให้ตะกอนจุลินทรีย์สัมผัสกับน้ำเสียเป็นปัจจัยที่สำคัญในการบำบัดน้ำเสียและยังต้องมีกำลังเพียงพอที่ทำให้ไม่เกิดการตกตะกอนที่ก้นถังเติมอากาศ ดังนั้นการเลือกใช้และการติดตั้งเครื่องเติมอากาศให้เหมาะกับรูปร่างและขนาดของถังเติมอากาศจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น

11. การสัมผัส

ผู้ควบคุมจะต้องสังเกตและตรวจเครื่องจักรต่าง ๆ ด้วยการสัมผัส เช่น จับดูมอเตอร์ว่าร้อนผิดปกติหรือไม่ หรือตรวจการสั่นสะเทือนต่าง ๆ หากพบเหตุผิดปกติจะได้แก้ไขได้ทันท่วงที

การตรวจสอบโดยการวิเคราะห์ตัวอย่าง

การตรวจสอบโดยการวิเคราะห์ตัวอย่างเป็นสิ่งจำเป็นในการควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อนำมาใช้ในการประเมินสภาพการทำงาน วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น และคำนวณค่าที่ใช้ควบคุมระบบ จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ควบคุมการทำงาน เพื่อให้เข้าใจหลักการและการนำไปใช้งานโดยจะไม่เน้นในเรื่องวิธีการวิเคราะห์ผู้ควบคุมสามารถหารายละเอียดเกี่ยวกับวิธีวิเคราะห์ได้จาก “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” ในส่วนระบบบำบัดน้ำเสียของคณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล ได้มีการส่งตรวจวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ทุก 45 วัน โดยใช้ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก. และมาตรฐานควบคุมน้ำทิ้งของสถานพยาบาล รวมทั้งสิ้น 16 ตัวอย่าง ดังรายละเอียดตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการตรวจวิเคราะห์น้ำเสีย

ดัชนีตรวจวัด	หน่วย	ตัวอย่าง				ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก.
		น้ำเข้าระบบ	บ่อเติมอากาศ #1	บ่อเติมอากาศ #2	น้ำทิ้งหลังผ่านการบัด	
pH	-					5-9
DO	มก./ล.					-

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ดัชนีตรวจวัด	หน่วย	ตัวอย่าง				ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคาร ประเภท ก.
		น้ำเข้าระบบ	บ่อเติมอากาศ #1	บ่อเติมอากาศ #2	น้ำทิ้งหลังผ่านการบัด	
MLSS	มก./ล.					-
MLVSS	มก./ล.					-
SVI	-					-
Suspended Solids	มก./ล.					< 30
TDS	มก./ล.					< 500 (+345*)
Settleable Solids	มก./ล.					< 0.5
BOD	มก./ล.					< 20
COD	มก./ล.					-
TKN	มก./ล.					< 35
Sulfide	มก./ล.					< 10
Grease & Oil	มก./ล.					< 20
Cl_2 Residual	มก./ล.					-
Coliform Count	เอ็มพีเอ็น/มล.					-
Fecal Coliform Count	เอ็มพีเอ็น/มล.					-

การเก็บตัวอย่าง และวิเคราะห์น้ำเสียจะดำเนินการดังนี้

1. เก็บตัวอย่างและวิเคราะห์น้ำเสียจากถัง EQ โดยมีพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ดังนี้ pH, BOD, Suspended Solids, Settleable Solids, Total Dessolved Solid, Sulfide, TKN, น้ำมัน และไขมัน, COD อย่างน้อย 45 วัน/ครั้ง
2. เก็บตัวอย่างและวิเคราะห์น้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดโดยมีพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ดังนี้ PH, BOD, Suspended Solieds, Settleable Solids, Total Dessolved Solid, Sulfide, TKN, น้ำมันและไขมัน,COD, Cl_2 Residual, Fecal Coliform Bacteria และ Total Coliform Bacteria อย่างน้อย 45 วัน/ครั้ง
3. เก็บตัวอย่างและวิเคราะห์น้ำเสียจากถังเติมอากาศ 1 ชุด โดยมีพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ดังนี้ PH, DO, MLSS, MLVSS, SVI, Settleable Solids 45 วัน/ครั้ง

หมายเหตุ * ผลการวิเคราะห์ค่า TDS ของน้ำประปาที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย

4.4 การวัดผลสำเร็จในการปฏิบัติงาน

ตารางที่ 6 ตัวชี้วัดของระบบบ่อบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาล

ตัวชี้วัด	ค่ามาตรฐาน	หน่วย	ข้อกำหนด
1. ผลการตรวจวิเคราะห์น้ำทิ้งอย่างน้อย 45 วัน/ครั้ง และคุณภาพน้ำผ่านเกณฑ์มาตรฐาน			1. มีการตรวจคุณภาพน้ำทิ้งตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภท และบางขนาด ออกตามความมาตรา 55 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ 2535 และกฎหมายอื่นที่เกี่ยวข้องความถี่อย่างน้อย 4 เดือน/ครั้ง 2. คุณภาพน้ำทิ้งเป็นไปตามมาตรฐาน
ตัวชี้วัดทางกายภาพ			
1. บ่อพักน้ำเสีย EQ	5-9	พีเอช	
2. ค่าบีโอดี (BOD) ของบ่อบำบัดน้ำเสียผ่านเกณฑ์ 100%	<20	มก./ล.	
3. ซีโอดี (COD)	≤ 120	มก./ล.	
4. ความเป็นกรดและด่าง	5-9	พีเอช	
5. สารแขวนลอย Total Suspended Solids (TSS)	≤ 30	มก./ล.	
6. Sulfide	≤ 1.0	มก./ล.	
7. Total Dissolved Solids (TDS) สารที่ละลายได้ทั้งหมด	≤ 500	มก./ล.	
8. ตะกอนหนัก (Settleable Solids)	ไม่เกิน 0.5	มก./ล.	
9. น้ำมันและไขมัน (Fat Oil and Grease)	≤ 20	มก./ล.	
10. Total Kjeldahl Nitrogen (TKN)	≤ 35	มก./ล.	
11. ปริมาณคลอรีนตกค้างในน้ำ (CL_2)	ระหว่าง 0.5-1.0	มก./ล.	
ตัวชี้วัดทางชีวภาพ			
1. ปริมาณออกซิเจน	อยู่ที่ 2.0	มก./ล.	
2. Total Coliform Count	ไม่เกิน 5,000	เอ็มพีเอ็น /100 มล.	
3. Total Coliform Bacteria Count	ไม่เกิน 1,000	เอ็มพีเอ็น /100 มล.	

4.5 คุณธรรม/จริยธรรม/สมรรถนะในการปฏิบัติงาน

จรรยาบรรณ จริยธรรม และสมรรถนะในการปฏิบัติงานได้ยึด และปฏิบัติตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยมหิดล ว่าด้วยการบริหารงานบุคคลพนักงานมหาวิทยาลัยมหิดล พ.ศ. 2551 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. พนักงานมหาวิทยาลัยต้องปฏิบัติและรักษาจรรยาบรรณและวินัยตามที่บัญญัติไว้ในข้อบังคับนี้ โดยเคร่งครัด
2. พนักงานมหาวิทยาลัยต้องปฏิบัติหน้าที่ของตนตามนโยบาย คำสั่ง กฎ ข้อบังคับ ประกาศและแบบธรรมเนียมของมหาวิทยาลัย รวมทั้งต้องถือและปฏิบัติตามจรรยาบรรณของพนักงานมหาวิทยาลัย
3. พนักงานมหาวิทยาลัยต้องปฏิบัติหน้าที่ด้วยความซื่อสัตย์สุจริตและเที่ยงธรรม ห้ามพนักงานมหาวิทยาลัยอาศัยหรือยินยอมให้ผู้อื่นอาศัยอำนาจหน้าที่ของตนไม่ว่าโดยทางตรง หรือทางอ้อมหาประโยชน์ให้แก่ตนเองหรือผู้อื่น
4. พนักงานมหาวิทยาลัยต้องปฏิบัติหน้าที่ด้วยความตั้งใจ อุตสาหะ เอาใจใส่ ระวังรักษาผลประโยชน์ของมหาวิทยาลัย และต้องไม่ประมาทเลินเล่อในการปฏิบัติหน้าที่
5. พนักงานมหาวิทยาลัยต้องรักษาความลับของมหาวิทยาลัย
6. พนักงานมหาวิทยาลัยต้องอุทิศเวลาให้แก่งานของมหาวิทยาลัยและต้องปฏิบัติงานตรงต่อเวลาอย่างสม่ำเสมอ จะละทิ้งหรือทอดทิ้งหน้าที่มิได้
7. พนักงานมหาวิทยาลัยต้องปฏิบัติตามคำสั่งของผู้บังคับบัญชาซึ่งสั่งในหน้าที่โดยชอบด้วยกฎหมาย และข้อบังคับของมหาวิทยาลัย แต่ถ้าเห็นว่าการปฏิบัติตามคำสั่งนั้นจะทำให้เกิดความเสียหายแก่มหาวิทยาลัย หรือจะเป็นการไม่รักษาประโยชน์ของมหาวิทยาลัย จะเสนอความเห็นทันทีเพื่อให้ผู้บังคับบัญชาทบทวนคำสั่งนั้นก็ได้และเมื่อได้เสนอความเห็นแล้ว ถ้าผู้บังคับบัญชายืนยันให้ปฏิบัติตามคำสั่งเดิมผู้ใต้บังคับต้องปฏิบัติตาม
8. พนักงานมหาวิทยาลัยต้องไม่รายงานเท็จต่อผู้บังคับบัญชา การรายงานโดยปกปิดข้อความซึ่งควรต้องแจ้ง ถือว่าเป็นการรายงานเท็จด้วย
9. พนักงานมหาวิทยาลัยต้องสุภาพเรียบร้อย รักษาความสามัคคี ช่วยเหลือกันการปฏิบัติหน้าที่ระหว่างพนักงานมหาวิทยาลัยและผู้ปฏิบัติงานในมหาวิทยาลัย และไม่กระทำการอย่างใดที่เป็นการกลั่นแกล้งกัน
10. พนักงานมหาวิทยาลัยต้องให้การต้อนรับ ให้ความสะดวก ให้ความเป็นธรรมและสงเคราะห์แก่ผู้ติดต่อเกี่ยวกับงานในหน้าที่ในหน้าที่ของตนโดยไม่ชักช้า และด้วยความสุภาพเรียบร้อย โดยไม่ดูหมิ่นเหยียดหยามข่มเหงหรือกดขี่ผู้มาติดต่องานมหาวิทยาลัย
11. พนักงานมหาวิทยาลัยต้องไม่กระทำการหรือยินยอมให้ผู้อื่นกระทำการหาประโยชน์อันอาจทำความเสียหายความเที่ยงธรรมหรือเสื่อมเสียเกียรติศักดิ์ของตำแหน่งหน้าที่ของตน
12. พนักงานมหาวิทยาลัยต้องรักษาชื่อเสียงของตนและรักษาเกียรติศักดิ์ของตำแหน่งหน้าที่ของตนมิให้เสื่อมเสีย และไม่กระทำการใดๆ อันทำให้เสื่อมเสียชื่อเสียงของมหาวิทยาลัย
13. พนักงานมหาวิทยาลัยต้องไม่ปฏิบัติงานอื่นใด ซึ่งจะเป็นการขัดกับวัตถุประสงค์หรือประโยชน์ของมหาวิทยาลัย
14. พนักงานมหาวิทยาลัยต้องรักษาจรรยาบรรณพนักงานมหาวิทยาลัยตามข้อบังคับที่มหาวิทยาลัยกำหนดโดยมุ่งประสงค์ให้เป็นพนักงานมหาวิทยาลัยที่ดี มีเกียรติและศักดิ์ศรี โดยเฉพาะในเรื่องดังต่อไปนี้

(1) การยืนหยัดและทำในสิ่งที่ถูกต้อง

(2) ความซื่อสัตย์สุจริตและความรับผิดชอบ

(3) การปฏิบัติงานในหน้าที่ด้วยความโปร่งใสและสามารถตรวจสอบได้

(4) การปฏิบัติงานโดยไม่เลือกปฏิบัติ

(5) การมุ่งผลสัมฤทธิ์ของงาน

สรุป

ตำแหน่งวิศวกรโยธา รับผิดชอบควบคุม ดูแล ระบบบำบัดน้ำเสียของ คณะเวชศาสตร์เขตร้อน โดยยึดหลักคุณธรรม จริยธรรม และสมรรถนะในการปฏิบัติงานของผู้ประกอบวิชาชีพ ซึ่งเป็นข้อบังคับของมหาวิทยาลัยมหิดล พ.ศ. 2551 ในการควบคุม กำกับระบบดังกล่าวให้เป็นไปตามมาตรฐาน เพื่อป้องกันความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นต่อชุมชนหรือสังคม หากมีการละเลยต่อหน้าที่ อาจส่งผลกระทบต่อชุมชนโดยตรง และหน่วยงานต้องแสดงความรับผิดชอบตาม พรบ.ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 บุคลากรผู้รับผิดชอบในระบบนี้จึงต้องนำสมรรถนะหลักในการปฏิบัติงานของมหาวิทยาลัย มาใช้เป็นแนวทางในการกำกับ ดูแลอย่างเคร่งครัด

บทที่ 5

ปัญหาอุปสรรค แนวทางแก้ไข การพัฒนา และข้อเสนอแนะ

5.1 ปัญหาอุปสรรคในการปฏิบัติงาน

ปัญหาของการบริหารจัดการระบบบำบัดน้ำเสียส่วนใหญ่ที่ทำให้ระบบการทำงานไม่มีประสิทธิภาพ เกิดจากสาเหตุหลักๆ คือ

1. การขาดบุคลากรที่มีความชำนาญด้านการเดินระบบและควบคุมระบบ นอกจากนี้บุคลากรที่ทำหน้าที่จะมีปัญหาในเรื่องความรู้และทักษะด้านการจัดการน้ำเสีย ควบคุม และดำเนินงานระบบบำบัดน้ำเสีย
2. ขาดงบประมาณสำหรับเป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานระบบบำบัดน้ำเสีย และบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องจักรต่างๆ
3. การปนเปื้อนของสิ่งแปลกปลอม สารเคมี เชื้อก่อโรค ในบ่อบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge Process) เพื่อให้การดำเนินการบำบัดได้อย่างต่อเนื่องมีผลทำให้คุณภาพของน้ำที่ผ่านการบำบัดไม่เกินมาตรฐานตามกฎหมายกำหนด ควรมีการตรวจสอบแก้ไขปัญหาและความชำรุดบกพร่องอย่างสม่ำเสมอ ทั้งนี้ปัญหาที่สามารถเกิดขึ้นได้กับระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งมีอยู่ด้วยกัน 4 ปัญหาหลัก คือ

1. ปัญหาน้ำทิ้งไม่ผ่านมาตรฐาน
2. ปัญหาจากระบบบำบัดน้ำเสียไม่สมบูรณ์
3. ปัญหาในการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย
4. ปัญหาด้านการจัดการน้ำเสีย

1. ปัญหาน้ำทิ้งไม่ผ่านมาตรฐาน

ตารางที่ 7 1.1 ค่า บี โอ ดี ไม่ผ่านมาตรฐาน

สาเหตุ	การตรวจสอบ	แนวทางป้องกันแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ
1. อุปกรณ์เครื่องจักรกลชำรุดได้แก่ เครื่องเติมอากาศเครื่องสูบตะกอนย้อนกลับ	- ตรวจสภาพการใช้งานในปัจจุบัน	- ทำการปรับปรุงแก้ไขหากเสียหายมากส่วนใหญ่มักจะต้องทำการขดลวดทองแดงใหม่ - ตรวจสอบการทำงานประจำและทำการซ่อมแซมหากพบว่าชำรุด - จัดทำแผนซ่อมบำรุงทุก 6 เดือน - ควรจัดให้มีเครื่องสำรองเพื่อสลับการทำงาน	- นายช่างเทคนิค/วิศวกรโยธา

ตารางที่ 7 (ต่อ)

สาเหตุ	การตรวจสอบ	แนวทางป้องกันแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ
2. ปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) ไม่เพียงพอ	- ตรวจวัดค่า DO ในถังเติมอากาศเป็นประจำ - สังเกตสีน้ำในถังเติมอากาศหากมีสีดำแสดงว่ามีปริมาณ DO น้อย - ตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียขั้นต้น	- เพิ่มปริมาณอากาศที่จ่ายให้กับถังเติมอากาศ โดยรักษาระดับค่า DO ให้ไม่ต่ำกว่า 2 มก./ล. - ทำความสะอาดระบบบำบัดน้ำเสียขั้นต้น เช่น บ่อดักไขมัน บ่อเกรอะ เป็นประจำ	- นายช่างเทคนิค/วิศวกรโยธา
3. ตะกอนหลุดไปกับน้ำทิ้ง	- เกิดตะกอนลอยที่ผิวถังตกตะกอน	- ทำการปรับปรุงแก้ไขเครื่องสูบตะกอนย้อนกลับระบบท่อและวาล์ว	
4. ปริมาณมวลตะกอนจุลินทรีย์ (MLSS) น้อย	- ตรวจวัดค่า MLSS - สังเกตความเข้มข้นของตะกอนและสีในถังเติมอากาศต้องมีตะกอนขุ่นสีน้ำตาล	- สูบตะกอนทิ้งออกจากระบบบำบัดน้ำเสียเพิ่มวันละ 10% จนกว่าระบบบำบัดน้ำเสียจะดีขึ้น	
5. ปริมาณน้ำเสียเข้าสูงกว่าความสามารถในการรองรับน้ำเสียของระบบ	- ตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียขั้นต้น เช่น ถังดักไขมัน บ่อเกรอะ - ตรวจสอบปริมาณการใช้น้ำประปา	- ทำความสะอาดระบบบำบัดน้ำเสียขั้นต้น เช่น บ่อดักไขมัน บ่อเกรอะเป็นประจำ - เปลี่ยนแปลงวิธีการเดินระบบให้เหมาะสมกับน้ำเสียเข้าระบบ เช่น เพิ่ม MLSS ในถังเติมอากาศให้เหมาะกับ BOD	

ตารางที่ 8 1.2 ค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยไม่ผ่านมาตรฐาน

สาเหตุ	การตรวจสอบ	แนวทางป้องกันแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ
1. เครื่องสูบตะกอนย้อนกลับชำรุด เกิดการสะสมของตะกอนในถังตกตะกอนจนขึ้นตะกอนสูงขึ้นล้นออกไปกับน้ำทิ้ง	- ตรวจสภาพการใช้งานในปัจจุบัน	- ทำการปรับปรุงแก้ไขหากเสียหายส่วนใหญ่มักจะต้องทำการขดลวดทองแดงใหม่ - ตรวจสอบการทำงานเป็นประจำและทำการซ่อมแซมหากพบว่าชำรุด - จัดทำแผนการซ่อมบำรุงทุก 6 เดือน - ควรจัดให้มีเครื่องสำรองเพื่อสลับการทำงานและเป็นการยืดอายุการใช้งาน	- นายช่างเทคนิค/วิศวกรโยธา
2. เกิดตะกอนลอยที่ผิวถังตกตะกอน	- ตรวจสอบถังตกตะกอนด้วยสายตา หากเกิดปัญหาดังกล่าว จะเห็นตะกอนลอยอยู่ที่ผิวหน้าถังตกตะกอนและหากตักขึ้น - ทดสอบค่า SV30 และตั้งทิ้งไว้ต่อประมาณ 3 ชม. และพบว่ามีตะกอนลอยขึ้นมา	- ทำการปรับปรุงแก้ไขเครื่องสูบตะกอนย้อนกลับระบบท่อและวาล์ว	
3. เกิดการไหลลัดวงจรในถังตกตะกอน	- ตรวจสอบสภาพวัสดุอุปกรณ์ทางน้ำเข้าถังตกตะกอน	- ดำเนินการซ่อมแซมวัสดุอุปกรณ์หากเกิดการรั่วซึมการไหลล้นของทางน้ำเข้า	

ตารางที่ 9 1.3 ค่าไนโตรเจนในรูป ที เค เอ็น ไม่ผ่านมาตรฐาน

สาเหตุ	การตรวจสอบ	แนวทางป้องกันแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ
1 ค่าไนโตรเจนเข้าระบบบำบัดน้ำเสียมากเกินกว่าที่ระบบบำบัดน้ำเสียจะรองรับได้	- ตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียขั้นต้น ได้แก่ ตะแกรงดักขยะในบ่อพักก่อนน้ำเข้าระบบ	- ป้องกันไม่ให้เศษอาหารโดยเฉพาะเศษเนื้อสัตว์หลุดเข้ามาในระบบ - ปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียสารไนโตรเจนได้ เช่น ระบบ SBR (Sequence Batch Reactor) หรือเพิ่มถัง Anoxic ก่อนเข้าถังเติมอากาศ เป็นต้น	- นายช่างเทคนิค/วิศวกรโยธา

ตารางที่ 10 1.4 ค่าซัลไฟด์ไม่ผ่านมาตรฐาน

สาเหตุ	การตรวจสอบ	แนวทางป้องกันแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ
1. อากาศไม่เพียงพอต้องมีการเติมอากาศให้เพียงพอกับความต้องการของระบบ	- ตรวจสอบประสิทธิภาพการเติมอากาศ	- ควบคุมไม่ให้ค่า DO ต่ำกว่า 2 มก./ล.	- นายช่างเทคนิค/วิศวกรโยธา

ตารางที่ 11 1.5 ค่าไขมันและน้ำมัน Fat, Oil & Grease ไม่ผ่านมาตรฐาน

สาเหตุ	การตรวจสอบ	แนวทางป้องกันแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ
1. ขาดการดูแลรักษาถังดักไขมัน	- ตรวจสอบถังดักไขมันสม่ำเสมอ	- ควรมีการติดตั้งบ่อดักไขมันให้มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะรองรับน้ำเสียได้ - หมั่นตักตะกอนไขมันออกเป็นประจำ	- นายช่างเทคนิค/วิศวกรโยธา

ตารางที่ 12 1.6 ค่าไขมันและน้ำมัน Fat, Oil & Grease ไม่ผ่านมาตรฐาน

สาเหตุ	การตรวจสอบ	แนวทางป้องกันแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ
1. TDS เป็นค่าของแข็งสารละลายทั้งหมดของน้ำเสีย กรณีที่ค่า TDS เกินเกณฑ์มาตรฐาน อาจมีสาเหตุมาจากการปนเปื้อนสารละลายในกระบวนการบำบัดน้ำเสียซึ่งจะต้องสืบหาสาเหตุเพื่อขจัดต้นเหตุของปัญหา	- สืบค้นหาสาเหตุที่มาของน้ำเสียว่ามาจากกิจกรรมใดบ้างแล้วดำเนินการปรับลดหรือแก้ไขให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด	- อีกวิธีที่เจอคือการเติมสารเคมี (สารลดประจุบวกเพื่อให้จับเป็นตะกอนแล้วนำไปผ่านระบบกำจัดตะกอน อาจจะด้วยวิธีการผ่านบ่อตกตะกอน) - ระบบ RO แล้วนำน้ำที่ Reject ไปผ่าน RO อีกครั้งหนึ่งเพื่อลดปริมาณน้ำและค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำ Reject ครั้งที่ 2	- นายช่างเทคนิค/วิศวกรโยธา

2. ปัญหาจากระบบบำบัดน้ำเสียไม่สมบูรณ์

ตารางที่ 13 2.1 เครื่องเติมอากาศประเภท Submersible Aerator

ปัญหาและสาเหตุ	ผลที่เกิดขึ้น	การตรวจสอบ	แนวทางป้องกันแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ
1. มอเตอร์ชำรุด	- ทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียขาดออกซิเจนส่งผลให้จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศตายและน้ำทิ้งไม่ผ่านมาตรฐานฯ	- เมื่อเปิดเครื่องเติมอากาศแต่ไม่มีการกวนในถังเติมอากาศและไม่ได้ยินเสียงเครื่องเดิน - เอามือไปสัมผัสกับท่ออากาศแล้วแต่ไม่มีการดูดอากาศเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย	- ทำการปรับปรุงแก้ไขหากเสียหายมากส่วนใหญ่มักจะต้องทำการขดลวดทองแดงใหม่ - ตรวจสอบการทำงานเป็นประจำและทำการซ่อมแซมหากพบว่าชำรุด - จัดทำแผนการซ่อมบำรุงทุก 6 เดือน - ควรจัดให้มีเครื่องสำรองเพื่อสลับการทำงานและเป็นการยืดอายุการใช้งาน	- นายช่างเทคนิค/วิศวกรโยธา
2. ท่ออากาศหลุดจากเครื่องเติมอากาศ	- ไม่มีอากาศจ่ายเข้าระบบบำบัดน้ำเสียแต่มอเตอร์ยังคงทำงานส่งผลให้น้ำทิ้งไม่ผ่านมาตรฐานฯ	- ได้ยินเสียงเครื่องเดินแต่ไม่มีอากาศมาจ่ายในถังเติมอากาศ - เอามือไปสัมผัสกับท่ออากาศแล้วไม่มีการดูดอากาศเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย	- ยกเครื่องเติมอากาศขึ้นจากบ่อและต่อท่ออากาศให้แข็งแรง มั่นคง - ตรวจสอบการทำงานเป็นประจำ - จัดทำแผนการซ่อมบำรุงทุก 6 เดือน	

ตารางที่ 14 2.2 เครื่องเติมอากาศประเภท Air Blower

ปัญหาและสาเหตุ	ผลที่เกิดขึ้น	การตรวจสอบ	แนวทางป้องกันแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ
1. มอเตอร์ชำรุด	ทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียขาดออกซิเจนส่งผลให้จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศตายและน้ำทิ้งไม่ผ่านมาตรฐานฯ	1. มอเตอร์หยุดเดิน 2. มีความร้อนสูง 3. มีกลิ่นเหม็นไหม้ 4. มีเสียงดังไม่เรียบเหมือนปกติ	1. ทำการปรับปรุงแก้ไขหากเสียหายมากต้องทำการขดลวดทองแดงใหม่ 2. ตรวจสอบการทำงานเป็นประจำและทำการซ่อมแซมหากพบว่าชำรุด 3. จัดทำแผนการซ่อมบำรุงทุก 6 เดือน 4. ควรจัดให้มีเครื่องสำรองเพื่อสลับการทำงานและเป็นการยืดอายุการใช้งาน	- นายช่างเทคนิค/วิศวกรโยธา

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ปัญหาและสาเหตุ	ผลที่เกิดขึ้น	การตรวจสอบ	แนวทางป้องกันแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ
2. สายพานชำรุด	มีปริมาณอากาศจ่ายให้กับระบบน้อยกว่าปกติ ทำให้มีปริมาณออกซิเจนน้อย	1. ตรวจสอบสภาพสายพานด้วยสายตาว่ามีการชำรุดหรือไม่ 2. ฟังเสียงการเดินทางสายพานว่าเสียงเรียบเป็นปกติหรือไม่	1. เปลี่ยนสายพานใหม่ 2. ตรวจสอบการทำงานเป็นประจำ 3. จัดทำแผนการซ่อมบำรุงทุก 2 เดือน	- นายช่างเทคนิค/วิศวกรโยธา

ตารางที่ 15 2.3 เครื่องสูบน้ำ

ปัญหาและสาเหตุ	ผลที่เกิดขึ้น	การตรวจสอบ	แนวทางป้องกันแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ
1. มอเตอร์ชำรุด	1. เครื่องสูบน้ำเข้าระบบชำรุด-น้ำล้นถัง 2. เครื่องสูบตะกอนย้อนกลับชำรุด 3. ตะกอนลอยขึ้นที่ผิวหน้าถังตกตะกอน 4. มวลตะกอนจุลินทรีย์ (MLSS) ในถังเติมอากาศมีปริมาณน้อย 5. เครื่องสูบน้ำทิ้งชำรุดน้ำล้นถัง	- มอเตอร์หยุดเดิน - มีความร้อนสูง - มีกลิ่นเหม็นไหม้ - มีเสียงดังไม่เรียบเหมือนปกติ	- ตรวจสอบกระแสไฟฟ้าการทำงาน (Amp) เป็นประจำและทำการซ่อมแซมหากพบว่าชำรุด - จัดทำแผนการซ่อมบำรุงทุก 3 เดือน - ควรจัดให้มีเครื่องสำรองเพื่อสลับการทำงานและเป็นการยืดอายุการใช้งาน	- นายช่างเทคนิค/วิศวกรโยธา
2. สายไฟขาด	1. เครื่องสูบน้ำหยุดทำงาน	- ตรวจสอบว่าเครื่องสูบน้ำเป็นปกติหรือไม่กระแสไฟรั่วและเบรคเกอร์ควบคุมตัดกระแสไฟ (Trip)	- ตรวจสอบกระแสไฟฟ้าการทำงาน (Amp) เป็นประจำและทำการซ่อมแซมหากพบว่าชำรุด	

ตารางที่ 16 2.4 ระบบท่อและวาล์วชำรุด

ปัญหาและสาเหตุ	ผลที่เกิดขึ้น	การตรวจสอบ	แนวทางป้องกันแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ
1. ทำการเปิด-ปิดวาล์วไม่ได้	1. ไม่สามารถควบคุมการเดินระบบบำบัดน้ำเสียได้ตามความต้องการ เช่น หากวาล์วระบายตะกอนชำรุดอาจทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียล้มได้ เนื่องจากมีตะกอนสะสมในถังตกตะกอนสูงและปริมาณ MLSS ในถังเติมอากาศลดลง	- ทดลองเปิด-ปิดวาล์วว่ายังใช้งานได้สะดวกหรือไม่	- ตรวจสอบเป็นประจำและทำการซ่อมแซมหากพบว่าชำรุด	- นายช่างเทคนิค/วิศวกรโยธา

ตารางที่ 17 2.5 ระบบไฟฟ้าควบคุมชำรุด

ปัญหาและสาเหตุ	ผลที่เกิดขึ้น	การตรวจสอบ	แนวทางป้องกันแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ
1. ลูกลอยไม่ทำงาน	- น้ำล้นถัง - เครื่องสูบน้ำไม่ทำงาน	- ตรวจสอบกระแสไฟในรีเลย์ควบคุมลูกลอย - ตรวจสอบหม้อแปลงลูกลอย	- ตรวจสอบเป็นประจำและทำการซ่อมแซมหากพบว่าชำรุด	- นายช่างเทคนิค/วิศวกรโยธา
2. อุปกรณ์ตั้งเวลา (Timer) ชำรุด	- เครื่องสูบน้ำทำงานไม่ได้ตามที่กำหนด	- Timer ไม่ทำงาน - ตรวจสอบกระแสไฟที่จ่ายให้กับ Timer	- ตรวจสอบเป็นประจำและทำการซ่อมแซมหากพบว่าชำรุด	
3. รีเลย์และฟิวส์ชำรุด	- อุปกรณ์ไม่ทำงาน	- ตรวจสอบกระแสไฟที่เข้าและออกจากรีเลย์และฟิวส์	- ตรวจสอบเป็นประจำและทำการซ่อมแซมหากพบว่าชำรุด	
4. ไฟแสดงสถานะการทำงานชำรุด	- ทำให้ไม่ทราบว่าอุปกรณ์หรือเครื่องจักรกลในระบบกำลังทำงานหรือว่าชำรุด	- ตรวจสอบหลอดไฟแสดงสถานะ	- ตรวจสอบเป็นประจำและทำการซ่อมแซมหากพบว่าชำรุด	

3. ปัญหาในการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย

ตารางที่ 18 3.1 ปัญหาตะกอนลอยที่ผิวหน้าถังตกตะกอน

ปัญหาและสาเหตุ	ผลที่เกิดขึ้น	การตรวจสอบ	แนวทางป้องกันแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ
1. เครื่องสูบตะกอนย้อนกลับชำรุด	- ตะกอนค้างและสะสมในถังตกตะกอนมาก	- ตรวจสอบการทำงานของเครื่องสูบตะกอนย้อนกลับ	- ทำการปรับปรุงแก้ไขเครื่องสูบตะกอนย้อนกลับระบบท่อและวาล์ว	- นายช่างเทคนิค/วิศวกรโยธา
2. ท่อระบายตะกอนอุดตัน	- เกิดการหมักของตะกอนใต้ถังตกตะกอน	- ตรวจสอบการระบายท่อว่ามีการอุดตันหรือไม่ - ตรวจสอบสถานะการเปิด-ปิดวาล์วระบายตะกอน	- สูบตะกอนทิ้งออกจากระบบบำบัดน้ำเสียเพิ่มวันละ 10% จนกว่าระบบบำบัดน้ำเสียจะดีขึ้น	
3. ไม่มีการสูบตะกอนทิ้งออกจากระบบ	- เกิดก๊าซที่เกิดจากการหมัก - ก๊าซพาตะกอนลอยขึ้นสู่ผิวหน้าถังตกตะกอน	- ตรวจสอบความเหมาะสมในการทิ้งตะกอนออกจากระบบบำบัดน้ำเสีย	- สูบตะกอนที่สะสมบริเวณมุมถังตกตะกอน - กรณีที่ท่อระบายตะกอนจากถังตกตะกอนไปถังเก็บตะกอนชำรุดหรืออุดตันบ่อยอาจทำการย้ายเครื่องสูบตะกอนย้อนกลับมาไว้ในถังตกตะกอนเพื่อสามารถสูบตะกอนได้โดยตรง	

ตารางที่ 18 (ต่อ)

ปัญหาและสาเหตุ	ผลที่เกิดขึ้น	การตรวจสอบ	แนวทางป้องกันแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ
4. การเกิดสภาวะดีไนตริฟิเคชัน (Denitrification) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนไนไตรท์และไนเตรทเป็นก๊าซไนโตรเจน	- ก๊าซไนโตรเจนจะสะสมตัวอยู่ใต้ชั้นของตะกอนจุลินทรีย์ในถังตกตะกอนจนมากพอที่จะดันให้ตะกอนจุลินทรีย์เหล่านั้นลอยขึ้นมาเป็นก้อนใหญ่ๆ เมื่อลอยขึ้นมาจนถึงผิวน้ำแล้วจะแตกกระจายออกเป็นแผ่นมองเห็นฟองก๊าซเล็กๆ ลอยขึ้นมากับตะกอน	- มีฟองอากาศลอยในถังตกตะกอน	- การเพิ่มอัตราการสูบตะกอนกลับจากถังตกตะกอนเพื่อลดระยะเวลาเก็บกักตะกอนในถังตกตะกอน - ลดอายุสลัดจ์ (Sludge Age) โดยการเพิ่มอัตราการระบายตะกอนส่วนเกิน (Excess Sludge) ทิ้ง	- นายช่างเทคนิค/วิศวกรโยธา

ตารางที่ 19 3.2 มวลตะกอนจุลินทรีย์ (MLSS) ในถังเติมอากาศมีปริมาณต่ำ

ปัญหาและสาเหตุ	ผลที่เกิดขึ้น	การตรวจสอบ	แนวทางป้องกันแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ
1. เครื่องสูบตะกอนย้อนกลับชำรุด **2. ท่อระบายตะกอนอุดตัน** **3. ไม่มีการสูบตะกอนทิ้งออกจากระบบ**	- ค่าบีโอดีไม่ผ่านมาตรฐานฯ เนื่องจากไม่มีจุลินทรีย์ไปย่อยสลายสารอินทรีย์ (บีโอดี) - ค่าของแข็งแขวนลอย (SS) ไม่ผ่านมาตรฐานฯ เนื่องจากมีปริมาณตะกอนน้อยและขนาดเล็กทำให้ตกตะกอนยากและหลุดไปกับน้ำทิ้ง	- สังเกตด้วยสายตาหาก MLSS น้อยน้ำในถังเติมอากาศมีลักษณะค่อนข้างใสไม่มีตะกอนจุลินทรีย์ - ตรวจวัดค่า MLSS - ในทางปฏิบัติอาจตรวจสอบค่า SV_{30} ซึ่งใช้ดูว่ามี MLSS ในระบบบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นได้	- ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์เครื่องจักรกลระบบสูบตะกอนย้อนกลับท่อระบายตะกอนให้ทำงานได้เป็นปกติ - ศึกษาวิธีการเดินระบบบำบัดน้ำเสียที่ถูกวิธี - ตรวจสอบการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียอย่างต่อเนื่อง - ดำเนินการเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสียใหม่ - เติมเชื้อจากระบบบำบัดน้ำเสียประเภทเดียวกัน	- นายช่างเทคนิค/วิศวกรโยธา

ตารางที่ 20 3.3 ตะกอนไม่จมและแนวทางในการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย

ปัญหาและสาเหตุ	ผลที่เกิดขึ้น	การตรวจสอบ	แนวทางป้องกันแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ
1. ตะกอนไม่จมตัว (Bulking Sludge)	- เกิดจากสภาวะที่มีจุลินทรีย์จำพวกเส้นใย (Filamentous Organism) มากเกินไปโดยจุลินทรีย์จำพวกเส้นใยเหล่านี้เป็นสาเหตุทำให้ตะกอน	- สังเกตลักษณะตะกอนในถังตกตะกอน	1. การควบคุมจุลินทรีย์จำพวกเส้นใยสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การเติมคลอรีนหรือไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ลงในตะกอนจุลินทรีย์ที่สูบกลับ	- นายช่างเทคนิค/วิศวกรโยธา

ตารางที่ 20 (ต่อ)

ปัญหาและสาเหตุ	ผลที่เกิดขึ้น	การตรวจสอบ	แนวทางป้องกันแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ
	จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศไม่จับตัวกันเป็นเนื้อเดียวกัน		(Return Sludge) การป้องกันการเกิดจุลินทรีย์เส้นใยในระบบนั้นต้องควบคุมให้ระบบมีสภาวะการทำงานที่เหมาะสม ได้แก่ การควบคุมค่าออกซิเจนละลายน้ำในถังเติมอากาศไม่ให้น้อยกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร และการเติมสารอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในปริมาณที่พอเหมาะการควบคุมพีเอชไม่ให้ต่ำกว่า 6.5 เป็นต้น 2. เลี้ยงเชื้อใหม่	- นายช่างเทคนิค/วิศวกรโยธา

4. ปัญหาด้านการจัดการน้ำเสีย

ตารางที่ 21 4.1 ผู้ดูแลระบบขาดความรู้ในการเดินระบบที่ถูกวิธี

ปัญหา	ผลที่เกิดขึ้นจากปัญหา	ข้อเสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบ
1. ผู้ดูแลระบบขาดความรู้ในการเดินระบบที่ถูกวิธี	- ระบบบำบัดน้ำเสียทำงานได้ไม่ดีเท่าที่ควรจะเป็น	- ส่งเสริมการเพิ่มความรู้เกี่ยวกับการเดินระบบบำบัดน้ำเสียแก่ผู้ดูแลระบบ เช่น การเข้าอบรมกับหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง หาข้อมูลความรู้จากหนังสือหรืออินเทอร์เน็ต	- นายช่างเทคนิค/วิศวกรโยธา
	- ไม่สามารถวิเคราะห์สาเหตุและแนวทางแก้ไข	- ขอคำแนะนำจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมควบคุมมลพิษ สถานบันการศึกษา บริษัทที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น	
	- น้ำทิ้งไม่ผ่านมาตรฐานฯ	- ว่าจ้างบริษัทเอกชนเข้าดูแลระบบบำบัดน้ำเสียเป็นระยะๆ	

ตารางที่ 22 4.2 ขาดงบประมาณในการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย

ปัญหา	ผลที่เกิดขึ้นจากปัญหา	ข้อเสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบ
1. ขาดงบประมาณในการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย	- ระบบบำบัดน้ำเสียทำงานได้ไม่สมบูรณ์อาจส่งผลให้น้ำทิ้งไม่ได้มาตรฐานฯ	- จัดทำแผนการใช้งบประมาณประจำปีโดยลำดับความสำคัญของปัญหาพร้อมชี้แจงเหตุผลทั้งด้านกฎหมายและความจำเป็นของระบบบำบัดน้ำเสียแก่ผู้บริหาร	- นายช่างเทคนิค/วิศวกรโยธา
	- อายุการใช้งานของอุปกรณ์เครื่องจักรกลในระบบบำบัดน้ำเสียลดน้อยลง	- ติดต่อประสานงานกับแหล่งเงินทุน เช่น กองทุนสิ่งแวดล้อม พร้อมทำแผนการกู้เงินแก่ผู้บริหาร กรณีที่มีข้อจำกัดด้านเงินงบประมาณ	

งานที่ผู้ควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสียจำเป็นต้องปฏิบัติเป็นประจำ

การดูและระบบบำบัดน้ำเสียเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ระบบบำบัดน้ำเสียถึงแม้ว่า จะออกแบบให้มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงเพียงใดถ้าขาดการดูแลเอาใจใส่ ระบบบำบัดน้ำเสียก็จะไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเต็มที่ ดังนั้นสิ่งต่าง ๆ ที่ควรปฏิบัติในการดูแลระบบบำบัดน้ำเสียมีดังนี้

1. จดบันทึกประจำวันเกี่ยวกับสภาพทั่วไปของระบบบำบัดน้ำเสีย
   - ลักษณะทางกายภาพของน้ำเสียที่เข้าระบบ เช่น สี กลิ่น ความขุ่น เป็นต้น
   - สังเกตการณ์ทำงานของเครื่องจักรต่าง ๆ ภายในระบบบำบัดน้ำเสียว่าทำงานปกติหรือไม่
2. การทิ้งตะกอน

การทิ้งตะกอนมีความสำคัญกับระบบบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากเมื่อเดินระบบไปนาน ๆ ตะกอนจุลินทรีย์จะสะสมอยู่ในถังเก็บตะกอน ปริมาณจำนวนมาก จำเป็นที่จะต้องสูบทิ้ง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหากับระบบบำบัดในหน่วยต่อไป

5.2 แนวทางแก้ไข และพัฒนางาน

1. ด้านการป้องกันความเสี่ยงของระบบการทำงาน

มีการตรวจสอบบำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อให้เครื่องจักรมีอายุการใช้งานยาวนาน และไม่ต้องหยุดทำงานเพื่อซ่อมแซมบ่อยครั้ง มีการจัดทำสมุดประวัติการใช้งานของเครื่องจักรในแต่ละเครื่อง และการบำรุงรักษา ตามตารางเวลาสำหรับตรวจสอบและซ่อมบำรุงรักษา โดยการตรวจสอบและบำรุงรักษา แบ่งเป็น 3 ประเภท (ตารางที่ 23-25) คือ

- การตรวจสอบประจำวัน
- การตรวจสอบทุก 6 เดือน
- การตรวจสอบประจำปี

2. ด้านบุคลากร จัดให้มีการอบรมทบทวนและเพิ่มในองค์ความรู้ใหม่ เพื่อสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย อย่างมีประสิทธิภาพ และมีการนิเทศความรู้ในการดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย ในบุคลากรที่รับผิดชอบโดยตรง ซึ่งใช้คู่มือจากบริษัท/คู่มือจากหน่วยงานผลิตขึ้น

สำหรับการตรวจสอบระบบและการบำรุงรักษาเครื่องมือ ของคู่มือฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตรวจสอบการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียรวมทั้งการบำรุงรักษาอุปกรณ์เบื้องต้น ส่วนรายการตรวจสอบอย่างละเอียดควรศึกษาคำแนะนำจากบริษัทผู้ผลิตหรือศึกษาจากคู่มือการใช้งาน เนื่องจากเครื่องจักรแต่ละประเภทมีวิธีการบำรุงรักษาที่แตกต่างกัน

- เครื่องสูบน้ำเสีย SP1- SP2

  ชนิดของเครื่องสูบน้ำ (Submersible Pump)

  การตรวจสอบและบำรุงรักษาประจำวัน มีดังนี้

  - ปริมาณการสูบน้ำของเครื่องสูบน้ำ
  - การกินกระแสไฟฟ้าของมอเตอร์

  การตรวจสอบและบำรุงรักษาทุก 6 เดือน มีดังนี้

  - การเติมน้ำมันหล่อลื่น ตามรายละเอียดในคู่มือการใช้งาน

- ตรวจสอบการสึก/ผุของใบพัด
- โซ่สำหรับใช้ยก
- การสั่นและเสียง

การตรวจสอบและบำรุงรักษาประจำปี มีดังนี้

- การซ่อมบำรุงกันรั่ว
- การเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่น /จาระบี

- เครื่องเติมอากาศ (SA1, SA2, SA3, SA4)

ชนิดของเครื่องเติมอากาศ (Submersible Aerator)

การตรวจสอบและบำรุงรักษาประจำวัน มีดังนี้

- การสั่นและเสียง
- การกินกระแสไฟฟ้าของมอเตอร์
- ลักษณะการเป่าอากาศของเครื่อง

การตรวจสอบและบำรุงรักษาทุก 1 เดือน มีดังนี้

- ทำความสะอาดตัวกรองอากาศ (Air Filter) เพราะถ้าตัวกรองอากาศอุดตันจะทำให้เสียงดัง ประสิทธิภาพของปั๊มจะลดลง ทำให้ความร้อนสูง สิ้นเปลืองน้ำมัน

การตรวจสอบและบำรุงรักษาทุก 6 เดือน มีดังนี้

- การเติม/เปลี่ยน น้ำมันหล่อลื่น ตามละเอียดในคู่มือการใช้งาน

การตรวจสอบและบำรุงรักษาประจำปี มีดังนี้

- การซ่อมบำรุงกันรั่ว

ภาพที่ 10 ภาพแสดงการบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำเสีย SP1, SP2

ภาพที่ 11 ภาพแสดงการบำรุงรักษาเครื่องสูบตะกอนเวียนกลับ SRP1, SRP2

ในส่วนงานบำรุงรักษาในลักษณะ Preventive Maintenance ของระบบบำบัดน้ำเสีย มีรายการทำความสะอาดเครื่องจักรและอุปกรณ์ อย่างน้อย 2 ครั้ง / เดือน

- เครื่องสูบน้ำเสีย จำนวน 5 ตัว
- Submersible Aerator จำนวน 4 ตัว
- Chlorine Feeding Pump จำนวน 1 ตัว
- Chlorine Mixer จำนวน 1 ตัว
- ถังผสมและจ่ายคลอรีน จำนวน 2 ถัง
- ถังวัดอัตราการไหล จำนวน 4 ถัง
- ระบบท่อและวาล์วควบคุม จำนวน 1 ชุด
- เติมวัสดุสิ้นเปลือง เช่น น้ำมันหล่อลื่น, จารบี ฯลฯ
- จัดทำเอกสารรายงานการตรวจสอบสภาพเครื่องจักร
- กวาดพื้นและปัดกวาดใยแมงมุมที่ติดค้างอยู่ในที่ต่างๆ ของห้องควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย

การจดบันทึกผลการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย

การควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องมีการดูแลอย่างต่อเนื่องเป็นประจำ และจดบันทึกผลการทำงานของระบบฯ รวมทั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ในแต่ละวัน และจัดทำรายงานสรุปอย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง การจดบันทึกผลการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

- บันทึกการบำบัดน้ำเสียประจำวัน (Operation Daily Report)
- บันทึกการบำบัดน้ำเสียประจำเดือน

บันทึกการบำบัดน้ำเสียประจำวัน และประจำเดือน

หมายถึง บันทึกเหตุการณ์ต่างๆ ที่ผู้ควบคุมระบบกระทำในแต่ละวัน เพื่อควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียให้ทำงานเป็นไปตามปกติ และให้ผู้เกี่ยวข้องสามารถตรวจสอบสภาวะการบำบัดน้ำเสียได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ สิ่งที่ควรจดบันทึกได้แก่

- พลังงานที่ใช้ไป
- สารเคมีที่ใช้งาน
- ผลการบำบัดน้ำเสีย
- สภาวะการใช้งานของหน่วยบำบัดและอุปกรณ์สำคัญ

ตัวอย่างบันทึกประจำวัน และประจำเดือนการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย แสดงในตารางที่ 23 ตารางที่ 24 และตารางที่ 25

แนวปฏิบัติที่ดีด้านการป้องกัน และลดมลพิษในการจัดการน้ำเสีย

- ติดตั้งถังดักไขมันที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับโรงครัว ห้องอาหาร และจุดที่คาดว่าจะเกิดไขมันต่างๆ
- มีตะแกรงกรองเศษอาหารก่อนที่จะระบายน้ำทิ้งลงสู่บ่อดักไขมัน
- จัดทำรางระบายน้ำ หรือท่อระบายน้ำเสียโดยเฉพาะจากโรงครัว และบริเวณที่ชำระล้างภาชนะเพื่อระบายลงสู่บ่อดักไขมัน
- ตักไขมันในถังดักเพื่อนำไปกำจัดอย่างเหมาะสมทุกสัปดาห์
- หมุนเวียนน้ำทิ้งจากบางกิจกรรมที่ปลอยภัยจากเชื้อโรค ซึ่งผ่านการบำบัดแล้วมาใช้รดน้ำต้นไม้
- จัดให้มีระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ และนำน้ำที่บำบัดแล้วกลับมาใช้ประโยชน์
- ใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำจุลินทรีย์สร้างสรรค์ ผลิตภัณฑ์ฉลากเขียว ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากธรรมชาติแทนสารเคมีเป็นอันตราย เป็นต้น
- ควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียให้ทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพอยู่เสมอ
- ติดตั้งตะแกรงดักขยะก่อนน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัด และมีการเก็บขยะออกจากตะแกรงดักขยะทุกวัน

5.3 ข้อเสนอแนะ

1) ปริมาณน้ำที่เข้าบำบัดในระบบของคณะเวชศาสตร์เขตร้อนปัจจุบันมีน้ำเข้าปริมาณ 300 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน แต่ระบบสามารถรับน้ำได้ถึง 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน จะทำอย่างไรให้ระบบทำงานเต็มประสิทธิภาพ

เสนอแนะ ทางคณะเวชศาสตร์เขตร้อน ควรสำรวจน้ำเสียจากแหล่งต่าง ๆ ที่ยังไม่ได้ผ่านการบำบัด มาบำบัดให้ถูกต้องและถึงปล่อยสู่ท่อสาธารณะต่อไป เป็นการช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ให้ถูกต้องอีกทางหนึ่ง

2) เนื่องจากปัญหาปริมาณน้ำเสียเข้าระบบมีปริมาณ 300 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน น้อยกว่าความสามารถของระบบที่รองรับได้ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ทำให้อัตราส่วนปริมาณอาหารของจุลชีพต่อปริมาณจุลชีพในถังเติมอากาศ (F/M) มีค่าลดลงส่งผลให้จุลชีพในถังเติมอากาศ (MLSS) มีปริมาณน้อยและไม่เสถียร เราสามารถเพิ่มจำนวนจุลชีพให้มีความเสถียรได้โดยใส่ตัวกลางมีเดียเข้าไปในถังเติมอากาศ เพื่อให้แบคทีเรียยึดเกาะและเพิ่มจำนวนแบคทีเรีย ทำให้แบคทีเรียภายในถังเติมอากาศมีความเสถียรมากขึ้น และมีประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำเสียมากขึ้น

เสนอแนะ ทางคณะฯ จัดทำโครงสร้างเพื่อติดตั้ง และยึดมีเดีย (ลักษณะเป็นแท่งสี่เหลี่ยม ขนาด ก x ย x หนา, 0.5 x 1.0 x 0.5 ม.) ภายในถังเติมอากาศ โดยติดตั้งมีเดียปริมาตร 140 ลูกบาศก์เมตร ปริมาตรถังเติมอากาศ 450 ลูกบาศก์เมตร

3) ในปัจจุบันตะกอนใต้ถังตกตะกอนจะถูกสูบขึ้นมาจากถังตกตะกอนโดยตรง เนื่องจากระบบท่อ และวาล์วที่เชื่อมต่อระหว่างถัง ตกตะกอนกับบ่อพักตะกอนเวียนกลับมีการอุดตันทำให้ประสิทธิภาพในการเวียนตะกอนของระบบน้อยลง

เสนอแนะ ทางคณะฯ จัดการปรับปรุงแก้ไขระบบท่อที่อุดตันดังกล่าว

4) จุดปล่อยน้ำเวียนตะกอนในบ่อเติมอากาศมีตำแหน่งใกล้กับจุดน้ำล้นจากบ่อเติมอากาศล้นไปบ่อตกตะกอน ซึ่งทำให้อาจมีน้ำเวียนตะกอนบางส่วนล้นไปบ่อตกตะกอนโดยตรง

เสนอแนะ ย้ายจุดปล่อยน้ำเวียนตะกอนในบ่อเติมอากาศให้อยู่ตำแหน่งที่ไกลจากบริเวณน้ำล้นไปถังตกตะกอนให้มากที่สุด

5) เครื่องสูบน้ำเวียนตะกอนกลับปัจจุบันประสิทธิภาพในการทำงานลดลง เวลาใช้งาน 1 เครื่อง จะไม่สามารถดูดน้ำเวียนตะกอนได้ ปัจจุบันต้องเปิดใช้งาน 2 เครื่อง พร้อมกันถึงจะสามารถเวียนตะกอนมายังถังเติมอากาศได้

เสนอแนะ จัดซื้อเครื่องสูบน้ำเวียนตะกอนใหม่

6) ระบบบำบัดยังสามารถรองรับการใช้งานได้เพิ่มอีก

เสนอแนะ เพื่อรองรับการขยายตัวของอาคารในบริเวณนี้

บรรณานุกรม

1. เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. การออกแบบโรงบำบัดน้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 2. นนทบุรี: เอส.อาร์. พริ้นติ้ง แมสโปรดักส์; 2547. หน้า 174.
2. เสริมพล รัตนสุข และ ไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์. การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชน. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย; 2525.
3. Metcalf & Eddy, lnc. Wastewater engineering: treatment and resource recovery. 5th ed. New York: McGraw-Hill; 2014.
4. กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. ตำราระบบบำบัดมลพิษน้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: จัดพิมพ์โดย สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2548.
5. กรมควบคุมมลพิษ (อินเตอร์เนต). กรุงเทพฯ: กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม; [ปรับปรุงเมื่อ 8 ตุลาคม 2552 ; เข้าถึงเมื่อ 6 กรกฎาคม 2559]. เข้าถึงได้จาก: http://www.pcd.go.th/info_serv/water_wt.html#s10.
6. มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม เล่ม 2. กรุงเทพฯ: แซน. อี. 68 คอนซัลติ้ง เอ็นจิเนียรส์; 2542. หน้า 245
7. Syed R. Qasim. Wastewater treatment plants: planning, design and operation. 2nd ed. USA: CRC Press LLC United State of America; 1999.
8. เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. การบำบัดน้ำเสีย. กรุงเทพฯ: มิตรนราการพิมพ์; 2539.
9. วีระ ตั้งชวาล. เคมีของน้ำและการบำบัดน้ำเสีย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ; 2545.
10. เสวก ชมมิ่ง, พิทยา พิรุณอมรพันธุ์, พิสิฏฐ์ ชินบุตร, อัญชลี ตั้งตรงจิตร. ปริมาณและชนิดของโรติเฟอร์ในระบบบำบัดน้ำเสียก่อนและหลังการบำบัดของอาคารจากคณะต่างๆ วิทยาเขตพญาไทมหาวิทยาลัยมหิดล. วารสารอายุรศาสตร์เขตร้อนและปรสิตวิทยา 2559; 39: 1-11.
11. สนอง ทองปาน. การศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้พลังงานในตัวเอง บำบัดตัวเอง: กรณีศึกษาเพื่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้สัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมศึกษา. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ; 2540.
12. Oswald WJ, Golueke CG. Biological transformation of solar energy. Adv Appl Microbiol 1960; 2: 223–262.
13. เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ. ระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจนในการควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2538: 274-301.

ภาคผนวก

ตารางที่ 23 ตารางบันทึกการบำบัดน้ำเสียประจำวัน

อาคารสันต์ศิริ ศรมณี คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล สัปดาห์ที่ ..... เดือน..... ปี.....

วันที่	บ่อพักน้ำเสีย EQ ค่า PH (5-9)	บ่อเติมอากาศ				ค่า pH บ่อเติมอากาศ (5-9)	บ่อตกตะกอน		บ่อน้ำทิ้งภายนอก			สภาพอากาศ	หมายเหตุ	ผู้ตรวจสอบ
		ลักษณะน้ำ (ปกติสีน้ำตาลอ่อน)		เชื้อจุลินทรีย์			มีตะกอนลอย	ไม่มีตะกอนลอย	ลักษณะน้ำทิ้ง (ปกติใส)		ค่า pH (5-9)			
		สีน้ำตาลเข้ม	สีน้ำตาลอ่อน	ดี	แก้ไข				ขุ่น	ใส				

ตารางที่ 24 ตารางบันทึกการบำบัดน้ำเสียประจำเดือน

สภาพอากาศ	วันที่ เดือน ปี							
อุณหภูมิ		จ	อ	พ	พฤ	ศ	ส	อา

1) การวัดปริมาตรสูบน้ำจากมิเตอร์วัดชั่วโมงการทำงาน (Counter Hour Meter)

	SP1	SP2	SRP1	SRP2
เลขที่อ่านได้				

2) อ่านค่าระดับน้ำที่เวียร์ได้

เวลาที่วัด	ความสูงของน้ำเหนือเวียร์ (ซม.)			
	AT #1	AT #2	SR #1	SR #2

3) ค่าที่อ่านได้จาก Volt meter

4) ค่าที่อ่านได้จาก Amp meter (Amp) AMP Meter เสีย

SP1	SP2	SP3	SRP1	SRP2	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	MIXER	CHLP

5) ค่าการใช้กระแสไฟฟ้าที่อ่านได้จาก Watt hourmeter _____ hr.

6) ตู้ควบคุม

6.1) สภาพทั่วไป _____

6.2) ปัญหา _____

_____

6.3) ข้อแก้ไข _____

_____

7) สภาพทั่วไปของระบบบำบัดน้ำเสีย

	ลักษณะน้ำในบ่อ	สภาพการตีกวนน้ำในบ่อ
7.1) ถังเติมอากาศ AT #1		
7.2) ถังเติมอากาศ AT #2		
7.3) ถังตกตะกอน 1		
7.4) ถังตกตะกอน 2		
7.5) ถังเติมคลอรีน		

ตารางที่ 24 (ต่อ)

7.6) ปัญหา _____

_____

_____

_____

7.7) ข้อแก้ไข _____

_____

8) ปริมาณการเติมสารคลอรีน

8.1) ระดับสารละลายคลอรีนที่เหลือในถัง _____ ลิตร

8.2) ปริมาณการเติมคลอรีน (ผง) _____ กิโลกรัม/ครั้ง

8.3) ปริมาตรของถังคลอรีน _____ ลิตร

8.4) ความเข้มข้นของสารละลายคลอรีน _____ มิลลิกรัม/ลิตร

8.5) อื่นๆ _____

9) การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์การทำงานของระบบ (เก็บทุกสัปดาห์ที่ 1 ของเดือน)

จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์
น้ำเข้า	pH, SS, TDS, Settle able Solids, BOD, COD, TKN, Sulfide, Cl_2 Residual
ถังเติมอากาศ 1	pH, DO, MLSS, MLVSS, SVI, Settle able Solids
ถังเติมอากาศ 2	
น้ำออก	pH, SS, TDS, Settle able Solids, BOD, COD, TKN, Sulfide, Cl_2 Residual

เจ้าหน้าที่ ผู้บันทึก .....

ตารางที่ 25 รายงานการตรวจสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์ ระบบบำบัดน้ำเสีย

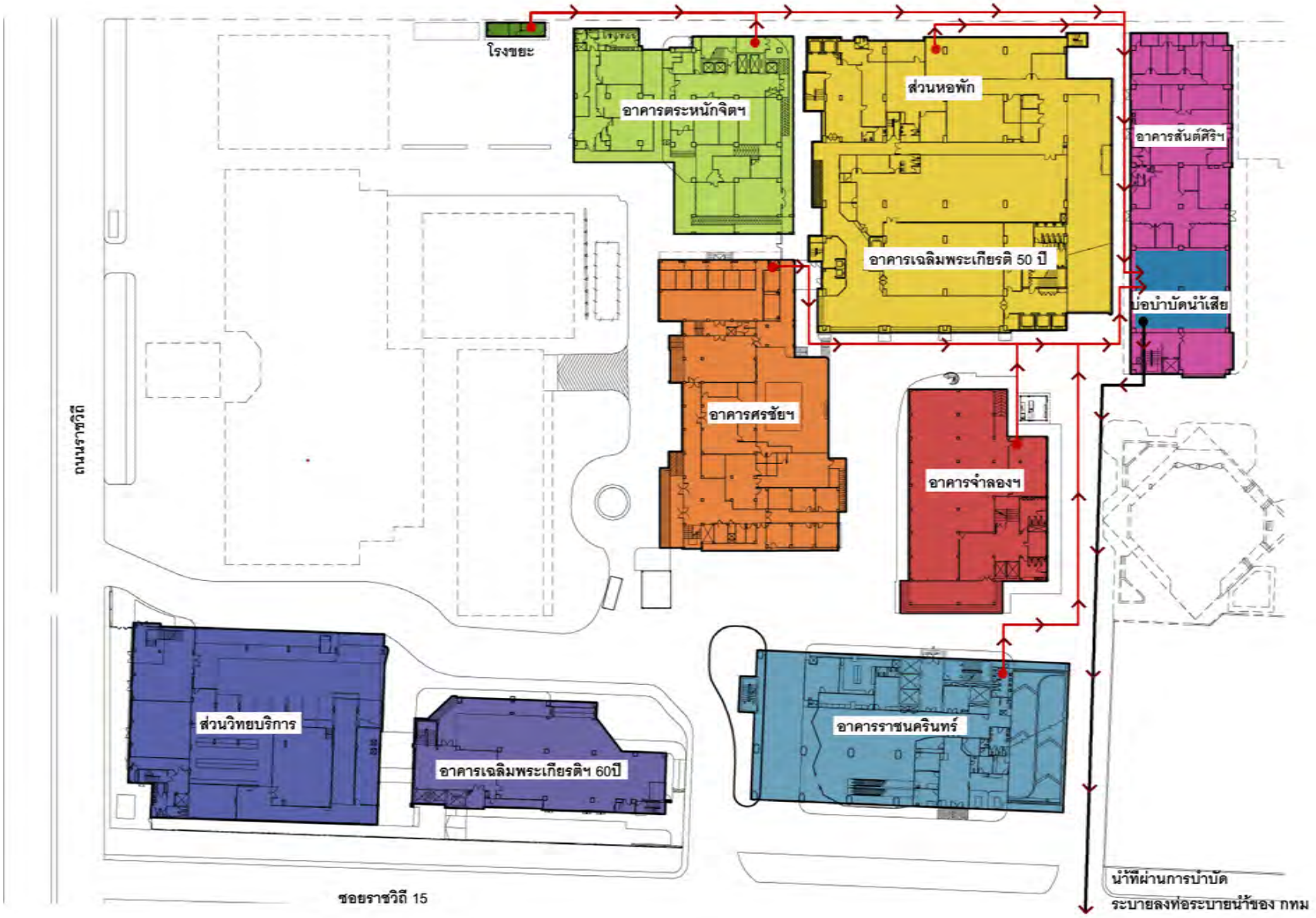
ประจำวันที่ .....

เครื่องจักร	รายละเอียดเครื่องจักร	ตำแหน่งติดตั้ง	สภาพการทำงานของเครื่องจักร (การทำงาน เสียง การสั่นสะเทือน อุณหภูมิ)	ความเห็นจากเจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมระบบ		ปัญหาที่พบ	การแก้ไข/ข้อแนะนำ	หมายเหตุ
				ปัญหา	ข้อเสนอแนะ/การแก้ไข			
SP1	Self Priming Centrifugal Pump Motor 4.0 kW/ 380/ 3 Ø 50 Hz Q = 35 CMH. @10 m. ยี่ห้อ/รุ่น T3A3 – B, Gorman-Rupp	ข้างตู้ควบคุม						
SP2	Self Priming Centrifugal Pump Motor 4.0 kW/ 380/ 3 Ø 50 Hz Q = 35 CMH. @10 m. ยี่ห้อ/รุ่น T3A3 – B, Gorman-Rupp	ข้างตู้ควบคุม						
SP3	Self Priming Centrifugal Pump Motor 4.0 kW/ 380/ 3 Ø 50 Hz ความเร็ว 1440 rpm ยี่ห้อ13C20B, Gorman-Rupp	บ่อเก็บกักตะกอน						
SA1	Submersible Aerator Motor 3.7 kW/ 380/ 3 Ø 50 Hz Q = 55 m^3 /hr. @ 4.0 m. ยี่ห้อ/รุ่น 50TRN 43.7, TSURUMI	บ่อเติมอากาศ #1						
SA2	Submersible Aerator Motor 3.7 kW/ 380/ 3 Ø 50 Hz Q = 55 m^3 /hr. @ 4.0 m. ยี่ห้อ/รุ่น 50TRN 43.7, TSURUMI	บ่อเติมอากาศ #1						
SA3	Submersible Aerator Motor 3.7 kW/ 380/ 3 Ø 50 Hz Q = 55 m^3 /hr. @ 4.0 m. ยี่ห้อ/รุ่น 50TRN 43.7, TSURUMI	บ่อเติมอากาศ #2						

ตารางที่ 25 (ต่อ)

ประจำวันที่ .....

เครื่องจักร	รายละเอียดเครื่องจักร	ตำแหน่งติดตั้ง	สภาพการทำงานของเครื่องจักร (การทำงาน เสียง การสั่นสะเทือน อุณหภูมิ)	ความเห็นจากเจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมระบบ		ปัญหาที่พบ	การแก้ไข/ข้อแนะนำ	หมายเหตุ
				ปัญหา	ข้อเสนอแนะ/การแก้ไข			
SA4	Submersible Aerator Motor 3.7 kW/ 380/ 3 Ø 50 Hz Q = 55 m^3 /hr. @ 4.0 m. ยี่ห้อ/รุ่น 50TRN 43.7, TSURUMI	บ่อเติมอากาศ #2						
SA5	Submersible Aerator Motor 3.7 kW/ 380/ 3 Ø 50 Hz Q = 55 m^3 /hr. @ 4.0 m. ยี่ห้อ/รุ่น 50TRN 43.7, TSURUMI	บ่อเก็บกักตะกอน						
SRP1	Self Priming Centrifugal Pump Motor4.0 kW/ 380/ 3 Ø 50 Hz ความเร็วรอบ 1440 rpm ยี่ห้อ/รุ่น 13C20B, Gorman-Rupp	ข้างถังตกตะกอน						
SRP2	Self Priming Centrifugal Pump Motor4.0 kW/ 380/ 3 Ø 50 Hz ความเร็วรอบ 1440 rpm ยี่ห้อ/รุ่น 13C20B, Gorman-Rupp	ข้างถังตกตะกอน						
MIXER	Motor 0.37 kW Power 380 V/ 3 Ø /50 Hz ความเร็วรอบ 1450 rpm ยี่ห้อ/รุ่น Local made	ถังผสมคลอรีน						
CHLP	Chlorine metering Pump 12 L/h, 2.0 bar ยี่ห้อ/รุ่น IWAKI Model ES-B 30VC-230N4	ถังจ่ายคลอรีน						



ภาพที่ 1 ภาพแสดงแผนผังอาคารต่างๆ ของคณะเวชศาสตร์เขตร้อน

ระบบบำบัดน้ำเสีย

คณะเวชศาสตร์เขตร้อน
มหาวิทยาลัยมหิดล