

บทที่ 2

ผลงานวิจัยและงานเขียนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

การค้นคว้าอิสระเรื่องปัจจัยที่มีผลในการดูแลระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล จังหวัดนนทบุรี ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าแนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการค้นคว้าอิสระ ดังนี้

1. นิยามศัพท์
2. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้
3. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับพฤติกรรม
4. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับน้ำเสีย
5. ทฤษฎีของระบบ Activated Sludge Process
6. มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง

1. นิยามศัพท์

น้ำเสีย ตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 หมายถึง ของเสียที่อยู่ในสภาพเป็นของเหลว รวมทั้งมลสารที่ปะปน หรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น

น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่มีสิ่งเจือปนต่าง ๆ มากมาย จนกระทั่งกลายเป็นน้ำที่ไม่เป็นที่ต้องการ และน่ารังเกียจของคนทั่วไป ไม่เหมาะสมสำหรับใช้ประโยชน์อีกต่อไป หรือถ้าปล่อยลงสู่ลำน้ำธรรมชาติก็จะทำให้คุณภาพน้ำของธรรมชาติเสียหายได้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2545, น.1)

น้ำทิ้ง ตามความในประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม หมายถึง น้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียแล้วจนเป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งตามที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด

ผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียหรือผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย หมายถึง ผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบการเดินระบบ ดูแลรักษา จัดการและแก้ไขปัญหาในระบบบำบัดน้ำเสีย (International Hazard Datasheets on occupational, 2000)

โรงพยาบาล ตามความในกฎกระทรวงว่าด้วยลักษณะของสถานพยาบาลและลักษณะการให้บริการของสถานพยาบาล พ.ศ. 2545 หมายถึง สถานพยาบาลที่จัดให้บริการผู้ป่วย โดยสามารถรับผู้ป่วยไว้ค้างคืนเกินสามสิบเตียงขึ้นไป โดยมีบริการด้านเวชกรรม ด้านการพยาบาล ด้านเภสัชกรรม และด้านเทคนิคการแพทย์เป็นอย่างน้อย และอาจมีบริการด้านทันตกรรม หรือด้านการประกอบโรคศิลปะอื่น แต่สำหรับโรงพยาบาลของสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข ได้มีการแบ่งประเภทของโรงพยาบาลออกเป็น 3 ประเภท (สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข, 2552) ได้แก่

6.1 โรงพยาบาลศูนย์ (รพศ.) หมายถึง โรงพยาบาลที่ตั้งอยู่ในระดับจังหวัด มีขนาดและจำนวนเตียง ตั้งแต่ 500 เตียงขึ้นไป และมีแพทย์เฉพาะทางด้านต่าง ๆ ครบถ้วน

6.2 โรงพยาบาลทั่วไป (รพท.) หมายถึง โรงพยาบาลที่ตั้งอยู่ในระดับจังหวัดหรืออำเภอขนาดใหญ่ มีขนาดและจำนวนเตียงตั้งแต่ 200 – 500 เตียง

6.3 โรงพยาบาลชุมชน มี 3 ขนาด ได้แก่

6.3.1 โรงพยาบาลชุมชนขนาดใหญ่ หมายถึง โรงพยาบาลที่ตั้งอยู่ในระดับอำเภอ มีขนาดและจำนวนเตียง ตั้งแต่ 90 – 150 เตียง

6.3.2 โรงพยาบาลชุมชนขนาดกลาง หมายถึง โรงพยาบาลที่ตั้งอยู่ในระดับอำเภอ มีขนาดและจำนวนเตียง 60 เตียง

6.3.3 โรงพยาบาลชุมชนขนาดเล็ก หมายถึง โรงพยาบาลที่ตั้งอยู่ในระดับอำเภอมีขนาดและจำนวนเตียงตั้งแต่ 10 – 30 เตียง

2. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้

2.1 ความหมายของความรู้

ญาณวิทยา (Epistemology) หรือทฤษฎีแห่งความรู้ (the Theory of knowledge) ศึกษาว่าด้วยเรื่องความรู้ ธรรมชาติของความรู้ แหล่งเกิดหรือปัจจัยที่ก่อให้เกิดความรู้ ของเขตแห่งความรู้ กระบวนการตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ รวมทั้งสิ่งที่ถูกรู้ (พิสิฐ โคตรสุโพธิ์, 2543, น.1) และได้นิยามความรู้ไว้ว่า

ความรู้ (knowledge) หมายถึง ความฉลาด เซาร์ปัญญา วุฒิปัญญา รอบรู้ รู้แจ้ง ทราบ จำได้ รู้จัก ค้นเคยสิ่งใดสิ่งหนึ่งจากประสบการณ์ที่เป็นจริง สิ่งที่ได้รับมาจากการฝึกฝน

อบรม เรียนรู้ สิ่งที่มีคุณสมบัติประกอบด้วยความเชื่อ มโนคติ ข้อเท็จจริง จินตนาการ ความคิด การรับรู้ ความคิดเห็น ซึ่งได้รับการตรวจสอบว่าเป็นสิ่งที่ถูกต้อง (ฟิลิฐ์ โคตรสุโพธิ์, 2543, น.9)

ซึ่งระดับของความรู้มีหลายระดับ เพราะเกิดมาจากแหล่งที่เสนอวัตถุประสงค์แห่งการเรียนรู้ ต่างกัน ในปรัชญาตะวันตก ได้แสดงระดับของความรู้ไว้ โดยแบ่งตามทฤษฎีของนักปรัชญา แต่ละท่าน เช่น อริสโตเติล ได้แบ่งระดับความรู้ไว้ 3 ระดับ คือ

1. ความรู้ภาคทฤษฎี (Theoretical Knowledge) ได้มาจากการศึกษาหลักเกณฑ์เอง เช่น ความรู้ทางอภิปรัชญา คณิตศาสตร์ และฟิสิกส์

2. ความรู้ภาคปฏิบัติ (Practical Knowledge) ได้มาจากการปฏิบัติการโดยตรง เช่น ความรู้เรื่องจริยศาสตร์ และการเมือง เป็นต้น

3. ความรู้แบบสร้างสรรค์ (Productive Knowledge) เป็นความรู้ที่ได้รับเพื่อการผลิตหรือสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ เช่น ความรู้เรื่องการเกษตรกรรม วิศวกรรม หัตถกรรม เป็นต้น

2.2 พฤติกรรมการเรียนรู้

กระบวนการได้รับความรู้ ความเข้าใจ หรือทักษะ โดยผ่านการมีประสบการณ์ หรือจากการได้ศึกษาในสิ่งนั้นๆ เรียกว่า “การเรียนรู้” (จิรศักดิ์ เจริญพันธ์ และเฉลิมพล ต้นสกุล, 2549, น.54) และกลุ่มนักทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดจำพวกของวัตถุประสงค์ทางการศึกษา (Taxonomy of Educational Objectives) ได้แบ่งระดับการเรียนรู้ต่างๆ โดยแบ่งตามลักษณะของพฤติกรรมด้านความรู้ หรือพุทธิปัญญา (Cognition) ค่านิยม – ทัศนคติ (Affection) และการปฏิบัติ (Action) (จิรศักดิ์ เจริญพันธ์ และเฉลิมพล ต้นสกุล, 2549, น.55) รายละเอียดดังนี้

2.2.1 ด้านพุทธิพิสัยหรือพฤติกรรมด้านความรู้ (Cognitive Domain) เป็นพฤติกรรมเกี่ยวข้องกับการรับรู้ การจำข้อเท็จจริงต่างๆ รวมถึงการพัฒนาความสามารถทักษะทางสติปัญญา ประกอบด้วยขั้นตอน 6 ขั้นตอน ดังนี้

2.2.1.1 ความรู้ (Knowledge) จัดเป็นพฤติกรรมขั้นต้น ซึ่งผู้เรียนเพียงแต่จำได้ นึกได้ หรือจากการมองเห็น ได้ยิน

2.2.1.2 ความเข้าใจ (comprehension) เป็นความสามารถในการแปลความตีความหมาย และขยายความในเรื่องราวและเหตุการณ์ต่างๆ

2.2.1.3 การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำสาระสำคัญต่างๆ ไปใช้ในสถานการณ์จริง หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่าเป็นการใช้ความเป็นนามธรรมในสถานการณ์รูปธรรม ซึ่งความเป็นนามธรรมอาจอยู่ในรูปความคิดทั่วไป กฎเกณฑ์ เทคนิคและทฤษฎี ฯลฯ

2.2.1.4 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแยกการสื่อความหมายไปสู่หน่วยย่อย เพื่อให้ได้ลำดับขั้นของความคิด ความสัมพันธ์กัน การวิเคราะห์เช่นนี้มุ่งที่จะให้เกิดการสื่อความหมายที่มีความชัดเจนยิ่งขึ้น

2.2.1.5 การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในการนำหน่วยย่อยๆ หรือส่วนต่างๆ รวมเข้าเป็นเรื่องเดียวกัน จัดเรียงเรียงและรวบรวมเพื่อสร้างแบบแผน หรือโครงสร้างที่ไม่เคยมีมาก่อน อาจจำแนกได้ 3 ลักษณะ คือ การสังเคราะห์ข้อความ การสังเคราะห์แผนงาน การสังเคราะห์ความสัมพันธ์

2.2.1.6 การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการตัดสินคุณค่าของเนื้อหา วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพที่สอดคล้องกับสถานการณ์ ซึ่งอาจกำหนดเกณฑ์ขึ้นเอง หรือผู้อื่นกำหนด จำแนกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

2.2.1.6.1 การประเมินค่าตามเกณฑ์ภายใน เป็นการประเมินค่าความถูกต้องของวัสดุ อุปกรณ์ ข้อความ เหตุการณ์ตามคุณสมบัติประจำตัวของวัสดุอุปกรณ์ ข้อความหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

2.2.1.6.2 การประเมินตามเกณฑ์ภายนอก เป็นการประเมินค่าโดยอ้างอิงกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2.2.2 พฤติกรรมการเรียนรู้กลุ่มเจตพิสัย (Affective Domain) เป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทางจิตใจ ลักษณะนิสัย คุณธรรม และค่านิยม แบ่งเป็น 5 ชั้น ดังนี้

2.2.2.1 การรับ (Receiving) เป็นความสามารถในการรู้จักหรือความเข้าใจในการรับรู้สิ่งต่างๆ จำแนกเป็น 3 ลักษณะ คือ การรับรู้ ความรู้สึกเต็มใจที่จะรับรู้ และการควบคุมความสนใจต่อสิ่งเร้า

2.2.2.2 การตอบสนอง (Responding) เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสนใจ เต็มใจและพอใจในสิ่งเร้า จำแนกได้เป็น 3 ลักษณะ คือ การยินยอมที่จะตอบสนอง เต็มใจที่จะตอบสนอง และความพอใจที่จะตอบสนอง

2.2.2.3 การสร้างคุณค่าหรือค่านิยม (Value) เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกซึ่งความรู้สึกหรือสำนึกในคุณค่าหรือคุณธรรมของสิ่งต่างๆ จนกลายเป็นความนิยมชมชอบและเชื่อถือในสิ่งนั้น

2.2.2.4 การจัดระบบ (Organization) เป็นการจัดรวบรวมค่านิยมต่อสิ่งต่างๆ เข้ามาเป็นระบบ

2.2.2.5 การมีลักษณะที่ได้จากค่านิยมหรือลักษณะนิสัย เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกมาเป็นนิสัยตามธรรมชาติ เป็นคุณลักษณะหรือบุคลิกภาพของแต่ละบุคคล ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องจากระบบค่านิยมที่บุคคลยึดมั่น

2.2.3 พฤติกรรมการเรียนรู้กลุ่มทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) เป็นความสามารถในด้านการปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบการทำงานของอวัยวะต่างๆ ภายในร่างกาย แยกย่อยเป็น 5 ชั้น ดังนี้

2.2.3.1 การเลียนแบบ (Imitation) เป็นการลอกตัวแบบหรือตัวอย่างที่สนใจ

2.2.3.2 การทำตามแบบ (Manipulation) เป็นการลงมือทำตามแบบที่สนใจ

2.2.3.3 การมีความถูกต้อง (Precision) เป็นการตัดสินใจเลือกทำตามแบบที่เห็นว่าถูกต้อง

2.2.3.4 การกระทำอย่างต่อเนื่อง (Articulation) เป็นการกระทำที่เห็นว่าถูกต้องนั้นอย่างเป็นเรื่องเป็นราวต่อเนื่อง

2.2.3.5 การกระทำโดยธรรมชาติ (Naturalization) เป็นการกระทำจนเกิดทักษะสามารถปฏิบัติได้โดยอัตโนมัติเป็นธรรมชาติ

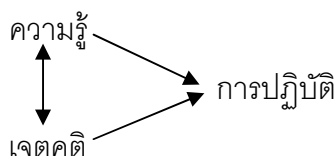
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ เจตคติ และการปฏิบัติ

พฤติกรรมด้านความรู้หรือพุทธิปัญญา (Cognition) ค่านิยม – ทัศนคติ (Affection) และการปฏิบัติ (Action) เป็นพฤติกรรมที่ไม่เกิดขึ้นโดยลำพัง แต่มักจะเกิดขึ้นร่วมกัน ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ได้หลายรูปแบบ ดังนี้ (จิราพร มงคลประเสริฐ, 2539, น.43)

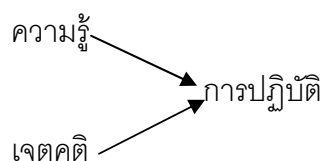
2.3.1 ความรู้มีความสัมพันธ์กับเจตคติ ซึ่งส่งผลให้เกิดการปฏิบัติ



2.3.2 ความรู้และเจตคติมีความสัมพันธ์กันและทำให้เกิดการปฏิบัติตามมา



2.3.3 ความรู้และเจตคติต่างก็ทำให้เกิดการปฏิบัติได้โดยที่ความรู้และเจตคติไม่จำเป็นต้องมีความสัมพันธ์กัน

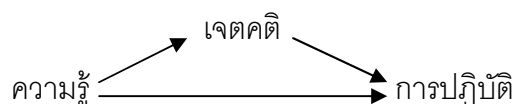


ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของ ชายันต์ คำมา (2544) ที่ทำการศึกษาความรู้ และการปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้สารกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร ในอำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ พบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างถูกต้องและปลอดภัยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ได้แก่ ประสบการณ์พื้นที่เกษตร จำนวนพืชที่ปลูก แหล่งข้อมูลข่าวสาร ความรู้เกี่ยวกับการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช และการศึกษาของ เนาวรัตน์ เสถียรปภิรณกร (2541) ที่ศึกษาความรู้และพฤติกรรมการจัดการมูลฝอยติดเชื้อของพยาบาลในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 381 คน พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความรู้เรื่องการจัดการมูลฝอยติดเชื้อในระดับปานกลาง และมีพฤติกรรมการจัดการมูลฝอยติดเชื้อระดับพอใช้ และพฤติกรรมการจัดการมูลฝอยติดเชื้อแตกต่างกันตามการรับรู้ข้อมูลข่าวสาร เรื่องการจัดการมูลฝอยติดเชื้อจากการอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ โฉมหญิง ประจักษ์ (2551) ยังได้ทำการศึกษาคำถาม และพฤติกรรมในการลดภาวะที่เกิดจากถุงพลาสติก ของประชาชน ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการศึกษาในประชาชน 320 คน ซึ่งพบว่า ความรู้และพฤติกรรมเกี่ยวกับการลดมลภาวะที่เกิดจากถุงพลาสติกของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีคะแนนเฉลี่ย 15.25 และ 2.05 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.27 และ 0.26 ตามลำดับ โดยคะแนนความของกลุ่มตัวอย่างมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับพฤติกรรมลดมลภาวะที่เกิดจากถุงพลาสติกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความสัมพันธ์อยู่ในลักษณะค่อนข้างต่ำโดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.30 ที่ $p \leq 0.01$

นอกจากความรู้จะมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมแล้วทัศนคติก็มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรม โดยการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้และพฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกับระดับโคลีนเอสเตอเรสในเลือดเกษตรกร หมู่บ้านท่าแลง ตำบลท่าแลง อำเภอท่าสาย จังหวัดเพชรบุรี ของ บุญตา กลิ่นมาลี (2540) พบว่าความรู้ในการใช้สารเคมีไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้สารเคมี เพราะเกษตรกรมีความรู้แต่ไม่นำไปปฏิบัติเนื่องจากเกษตรกรมีพฤติกรรมเลียนแบบตามกลุ่มชุมชนของตนหรือการปฏิบัติสืบทอดกันมาในครัวเรือน ซึ่งการศึกษาดังกล่าวมีความสอดคล้องกับการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เกี่ยวกับการจัดการของเสียและความตระหนักในปัญหาของเสียของผู้ประกอบการร้านอาหาร กับการจัดการของเสีย

ร้านอาหาร ในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่ ของ เพ็ญรทอง ชันติพงษ์ (2546) พบว่าผู้ประกอบการร้านอาหารมีความรู้ในการจัดการของเสียร้านอาหารอยู่ในระดับปานกลาง และมีความตระหนักในปัญหาและการจัดการของเสียมีคะแนนระดับสูง และความรู้ในการจัดการของเสียในร้านอาหารของผู้ประกอบการร้านอาหารไม่มีความสัมพันธ์กับการจัดการของเสียร้านอาหาร แต่ความตระหนักในปัญหาของเสียร้านอาหารมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการจัดการของเสียร้านอาหารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.3.4 ความรู้มีผลต่อการปฏิบัติทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยมีเจตคติเป็นตัวกลางทำให้เกิดการปฏิบัติตามมา



3. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับพฤติกรรม

นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของ พฤติกรรม ไว้ดังนี้

พฤติกรรม หมายถึง กิจกรรมหรือการกระทำ ของบุคคลที่สามารถสังเกตได้โดยบุคคลอื่น (จิรศักดิ์ เจริญพันธ์ และ เฉลิมพล ต้นสกุล, 2549, น.4)

พฤติกรรม หมายถึง การกระทำทุกประการที่มนุษย์ได้กระทำไม่ว่าสิ่งนั้นจะสังเกตได้หรือไม่ เช่น การทำงานของหัวใจ การทำงานของกล้ามเนื้อ การเดิน การพูด การคิด ความรู้สึก ความชอบ ความสนใจ ฯลฯ เป็นต้น (ประภาเพ็ญ สุวรรณ, 2537, อ้างถึงใน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2538, น.8)

พฤติกรรม หมายถึง กิจกรรมต่างๆ ที่สิ่งมีชีวิตกระทำและบุคคลอื่นสามารถสังเกตได้ หรือใช้เครื่องมือวัดได้ นอกจากนี้พฤติกรรมไม่ได้มีความหมายเฉพาะแต่การแสดงออกทางด้านร่างกายภายนอกเพียงอย่างเดียว แต่ยังรวมถึงการกระทำ หรือกิจกรรมภายในความรู้สึกนึกคิดด้วย (โสภา ชูพิกุลชัย, 2516, อ้างถึงใน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2538, น.8)

3.1 กระบวนการที่ทำให้เกิดพฤติกรรม

กระบวนการที่ทำให้เกิดพฤติกรรมแบ่งได้ 3 ประการ (Harold J. Leavitt, 1994, p.10, อ้างถึงใน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2538, น.8) คือ

3.1.1 การเกิดพฤติกรรมต้องมีปัจจัยที่เป็นสาเหตุให้เกิดพฤติกรรมขึ้น

3.1.2 พฤติกรรมต้องมีสิ่งจูงใจ หรือ มีแรงจูงใจให้บุคคลแสดงพฤติกรรมนั้นๆ ออกมา

3.1.3 พฤติกรรมย่อมมีจุดมุ่งหมาย คือ การที่บุคคลได้แสดงออกมาก็เพื่อจะให้บรรลุผลมุ่งหมาย

3.2 ปัจจัยที่กำหนดพฤติกรรมของมนุษย์

ปัจจัยที่กำหนดพฤติกรรมของมนุษย์ อาจแบ่งได้เป็น 4 ปัจจัย (มหาวิทยาลัยสุโขทัย ธรรมาธิราช, 2538, น.10) คือ

3.2.1 ปัจจัยทางชีวภาพ ได้แก่ องค์ประกอบต่างๆ ของร่างกาย เช่น โครโมโซม กล้ามเนื้อ ฮอร์โมน และระบบประสาท ซึ่งเป็นปัจจัยที่มนุษย์ได้รับการถ่ายทอดตั้งแต่กำเนิด

3.2.2 ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ เช่น กลางวันและกลางคืน ทำให้มนุษย์ต้องปรับพฤติกรรมให้เข้ากับกาลเวลาที่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะเป็นในเรื่อง อาชีพ เครื่องแต่งกาย อารมณ์ และสังคม เป็นต้น

3.2.3 ปัจจัยทางด้านสังคมและจิตวิทยา มีความสำคัญในการกำหนดพฤติกรรมมนุษย์ โดยเฉพาะการอบรมเลี้ยงดู การอบรมขัดเกลาทางสังคม เพื่อให้เป็นไปตามบรรทัดฐานและค่านิยมของแต่ละสังคม โดยผ่านตัวแทนของสังคมในระดับต่างๆ ทำให้มนุษย์เกิดพฤติกรรมที่แตกต่างกัน นอกจากนี้การเรียนรู้ของมนุษย์จากประสบการณ์และโดยอาศัยการสังเกตจากตัวแบบต่างๆ ช่วยทำให้มนุษย์รู้จักปรับเปลี่ยนพฤติกรรมให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมมากยิ่งขึ้น

3.2.4 ปัจจัยทางด้านวัฒนธรรม วัฒนธรรมเป็นระบบสัญลักษณ์ที่มนุษย์สร้างขึ้น และมีการถ่ายทอดโดยการเรียนรู้ วัฒนธรรมจึงมีความสำคัญมากในการกำหนดพฤติกรรมของมนุษย์ เช่น ในสังคมไทยมีวัฒนธรรมการทักทายกันโดยใช้การไหว้ ดังนั้นเมื่อคนไทยพบกันก็จะไหว้ซึ่งกันและกัน เป็นต้น

4. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับน้ำเสีย

4.1 ลักษณะของน้ำเสีย (wastewater characteristic) แบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพ (physical characteristics) ลักษณะทางเคมี (chemical characteristic) และลักษณะทางชีวภาพ (biological characteristic)

4.1.1 ลักษณะน้ำเสียทางกายภาพ (Physical characteristic) ประกอบด้วย ปริมาณของแข็งทั้งหมด กลิ่น อุณหภูมิ สี ความขุ่น

4.1.1.1 **ของแข็ง** (Total Solids หรือ TS) หมายถึง ปริมาณสารต่างๆ ที่มีอยู่ในน้ำเสีย ทั้งในลักษณะที่ไม่ละลายน้ำและละลายน้ำ ของแข็งบางชนิดมีน้ำหนักเบาและแขวนลอยอยู่ในน้ำ (suspended solids) บางชนิดหนักและจมตัวลงเบื้องล่าง (settleable solids) ของแข็งที่ไม่ละลายน้ำอาจทำให้เกิดความสกปรก หากปล่อยทิ้งให้สะสมในปริมาณมากตลอดจนบดบังแสงแดดที่ส่องลงสู่ท้องน้ำ ซึ่งส่งผลกระทบต่อพืชและสัตว์น้ำ ดังนั้นการหาปริมาณของแข็งในน้ำเสียจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมากและสามารถตรวจวิเคราะห์ได้ในหลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบมีประโยชน์มากในการพิจารณาคุณภาพน้ำเสียและควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1

ประโยชน์ของค่าปริมาณของแข็ง

ค่าปริมาณของแข็ง	ประโยชน์ของข้อมูล
ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solids : TS)	บอกถึงค่าความหนาแน่นของน้ำเสียว่ามีค่าสูงหรือต่ำ เพื่อใช้ในการเลือกวิธีการกำจัดความกระด้างของน้ำ
ปริมาณของแข็งที่แขวนลอย (Total Suspended Solids:TSS)	บอกถึงความเข้มข้นของความสกปรกของน้ำเสีย ใช้ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย และบ่งบอกประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ ได้
ปริมาณของแข็งที่ตกตะกอนได้ (Settleable Solids : SS)	ใช้ประมาณค่าปริมาณของตะกอนที่จะถูกกำจัดโดยถังตกตะกอน มีประโยชน์ในการออกแบบและควบคุมประสิทธิภาพของถังตกตะกอน
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Dissolved Solids : TDS)	บอกถึงปริมาณของธาตุเกลือในน้ำเสียได้โดยประมาณ เช่น คลอไรด์
ปริมาณของแข็งที่ระเหยได้ (Volatile Solids : VS)	บอกถึงปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย

ที่มา: “ประโยชน์ของค่าปริมาณของแข็ง”, โดยกรมอนามัย, 2551, การควบคุมดูแลและบำรุงรักษา ระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล ชนิดคลองวนเวียน, น.7.

4.1.1.2 **กลิ่น** (Odor) ส่วนใหญ่เกิดจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์หรือก๊าซไข่เน่า (H_2S) ซึ่งย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจนโดยเปลี่ยนสภาพจากซัลเฟตเป็นซัลไฟด์

4.1.1.3 อุณหภูมิ (Temperature) อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงมีผลต่อสภาพแวดล้อม คือ เมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นปริมาณออกซิเจนละลายจะลดลง ดังนั้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จะสูงขึ้น และอาจเกิดเชื้อราในแหล่งน้ำนั้นได้

4.1.1.4 สี (Color) มีผลเสียต่อแหล่งน้ำ คือ ทำให้น้ำมีลักษณะไม่น่าดู ขวางกันแสงแดดไม่ให้ส่องลงสู่ใต้น้ำ ทำให้การสังเคราะห์แสงของพืชใต้น้ำลดลง

4.1.1.5 ความขุ่น (Turbidity) ความขุ่นจะขวางกันแสงแดดไม่ให้ส่องลงถึงก้นบ่อ น้ำที่มีความขุ่นสูงจะทำให้ยากต่อการกรอง และต้องใช้คลอรีนมากกว่าปกติในกระบวนการฆ่าเชื้อโรค

4.1.2 ลักษณะน้ำเสียทางเคมี (Chemical characteristic)

4.1.2.1 สารอินทรีย์ ส่วนประกอบที่สำคัญของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน นอกจากนี้อาจพบการปนเปื้อนของ ผงซักฟอก และสารประกอบฟีนอล และยาฆ่าแมลงต่างๆ โดยปริมาณสารอินทรีย์สามารถประมาณได้จากปริมาณของแข็งระเหย (VS) แต่ผลที่ได้อาจมีค่าไม่ละเอียด ดังนั้นการวัดปริมาณสารอินทรีย์ในปัจจุบันจึงนิยมวัดในรูปของบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD) ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD) หรือ ทีโอดี (Total Organic Carbon, TOC) (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2549, น.5-5)

4.1.2.1.1 บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD) หมายถึง ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ในเวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร ค่าบีโอดีจึงสามารถใช้ประมาณปริมาณออกซิเจนที่ต้องใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ ดังนั้นจึงใช้ค่าบีโอดีในการบอกถึงระดับของปัญหามลพิษของน้ำ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2546, น.210) และเป็นค่าที่มีความสำคัญอย่างมากในการออกแบบและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ โดยใช้บ่งบอกถึงค่าภาระสารอินทรีย์ (Organic Loading) ใช้ในการหาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2549, น.5-6)

4.1.2.1.2 ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD) หมายถึง ปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่ต้องการใช้ในกระบวนการออกซิเดชันเพื่อออกซิไดซ์สารอินทรีย์ในน้ำให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ โดยอาศัยหลักการว่าสารประกอบอินทรีย์เกือบทั้งหมดจะถูกออกซิไดซ์ด้วย Strong Oxidizing Agents ($K_2Cr_2O_7$) ภายใต้สภาวะที่เป็นกรด โดยค่าซีโอดีจะมีค่าสูงกว่า บีโอดี ค่าซีโอดีมีความสำคัญในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง การควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย การตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำเช่นเดียวกับค่าบีโอดี และสามารถใช้ในการประเมินค่าบีโอดีอย่างคร่าวๆได้ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2549, น.5-6)

4.1.2.1.3 ทีโอซี (Total Organic Carbon, TOC) หมายถึง ปริมาณคาร์บอนที่มีอยู่ในน้ำประกอบด้วยอนินทรีย์คาร์บอน (Inorganic Carbon) ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ ไบคาร์บอเนต และคาร์บอเนตในน้ำ และอินทรีย์คาร์บอน (Inorganic carbon) หลักการวิเคราะห์ทีโอซี คือ การออกซิไดซ์คาร์บอนในสารอินทรีย์ให้เปลี่ยนสภาพไปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และทำการหาปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2549, น.5-6)

4.1.2.2 สารอนินทรีย์ สารอนินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสียอาจมีแหล่งกำเนิดมาจากบ้านเรือน อุตสาหกรรม สารอนินทรีย์บางอย่างถ้ามีปริมาณไม่มากอาจเป็นประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิต เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ เหล็ก ทองแดง สังกะสี ฯลฯ แต่ถ้าสารเหล่านี้มีปริมาณมากเกินไปก็ก่อให้เกิดโทษ สารอนินทรีย์บางชนิดมีในน้ำปริมาณเล็กน้อยก็เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นต้น แม้ว่าสารอนินทรีย์ที่พบในน้ำเสียมีหลายชนิด แต่พารามิเตอร์ที่สำคัญและมีผลก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำได้ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2546, น.211) มีดังนี้

4.1.2.2.1 พีเอช (pH) หมายถึง ค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน ค่าพีเอชของน้ำเสียมีความสำคัญเนื่องจากมีผลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำรวมถึงมีความสำคัญต่อการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพเป็นอย่างมาก จึงจำเป็นต้องควบคุมให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับสิ่งมีชีวิต พีเอชของน้ำเสียควรถูกควบคุมไม่ให้มีค่าต่ำกว่า 5 หรือสูงกว่า 9 (พัฒนา มูลพฤกษ์, 2550, น.160)

4.1.2.2.2 ความเป็นด่าง (Alkalinity) ความเป็นด่างในน้ำเสียอาจมีสาเหตุมาจากสารประกอบไฮดรอกไซด์ คาร์บอเนต และไบคาร์บอเนตของธาตุแคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) โซเดียม (Na) โพแทสเซียม (K) หรือแอมโมเนีย (NH_3) (พัฒนา มูลพฤกษ์, 2550, น.160) และค่าความเป็นด่างมีความสัมพันธ์กับค่า pH และมีประโยชน์ในการบำบัดน้ำเสีย เช่น การเลือกตำแหน่งสำหรับเติมสารเคมีในระบบบำบัดน้ำเสียให้มีประสิทธิภาพสูงสุด (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2549, น.5-6)

4.1.2.2.3 คลอไรด์ (Chloride) คลอไรด์ในน้ำเสียอาจปนเปื้อนจากกิจกรรมต่างๆ จากบ้านพักอาศัย เช่น การปรุงอาหาร สิ่งปฏิกูล เป็นต้น หรือจากอุตสาหกรรม เช่น การผลิตเกลือ การผลิตแก้ว เป็นต้น ซึ่งค่าความเข้มข้นของคลอไรด์ในน้ำเสียสามารถบ่งบอกถึงความสกปรกของน้ำเสียว่ามีมากน้อยเพียงใด สำหรับการวัดค่าคลอไรด์ในน้ำเสีย สามารถวัดได้โดยวิธี MOHR หรือใช้วิธี Mercuric nitrate (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2540, น.97)

4.1.2.2.4 ไนโตรเจน (Nitrogen) สารประกอบไนโตรเจนที่เกี่ยวข้องกับน้ำเสียแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ สารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจน เช่น โปรตีน กรดอะมิโน เป็นต้น และสารประกอบ อนินทรีย์ไนโตรเจน เช่น ไนไตรต์ และไนเตรต เป็นต้น สารประกอบไนโตรเจนในรูปต่างๆ มีความสัมพันธ์กันโดยสามารถเปลี่ยนรูปกลับไปมาได้โดยปฏิกิริยาชีวเคมีของแบคทีเรีย ไนโตรเจนเป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของน้ำ โดยถ้าพบสารประกอบไนโตรเจนในรูปสารอินทรีย์ไนโตรเจน และแอมโมเนียไนโตรเจนในปริมาณมาก อาจแสดงว่าน้ำนั้นมีความสกปรก นอกจากนี้ในระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดจะต้องมีเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของแบคทีเรียซึ่งอัตราส่วนที่เหมาะสมของ BOD : N คือ 100 : 5 (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2549, น.5-7)

4.1.2.2.5 ฟอสฟอรัส (Phosphorus) เป็นสารอาหารที่สำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิตในการสร้างเซลล์ใหม่ การปล่อยน้ำทิ้งที่มีฟอสฟอรัสสูงกว่าปกติ ทำให้สาหร่ายบางชนิดเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จนเกิดเป็นปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) ทำให้เกิดน้ำเน่าเสียได้

4.1.2.2.6 ซัลเฟอร์ (Sulfur) เกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์และแบคทีเรียในสภาวะที่น้ำมีพีเอชต่ำอาจอยู่ในรูปของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ โดยปริมาณซัลไฟด์ที่ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นมีค่าอยู่ในช่วง 0.025 - 0.25 $\mu\text{g/l}$ จุลินทรีย์สามารถออกซิไดซ์ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์เกิดเป็นกำมะถันมีฤทธิ์กัดโลหะทำให้ผุกร่อนได้ ถ้ามีซัลไฟด์มากเกินไป 200 mg/l อาจทำให้ระบบย่อยสลัดจลตประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์ลงอย่างมาก

4.1.2.2.7 โลหะหนัก (Heavy Metals) สารโลหะหนักเป็นสารที่มีพิษต่อสิ่งมีชีวิต เช่นปรอท แคดเมียม และตะกั่ว เป็นต้น ในการควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพจำเป็นต้องทราบว่าในน้ำเสียมโลหะหนักชนิดใดและปริมาณเท่าไร เนื่องจากปริมาณโลหะหนักจะส่งผลกระทบต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสีย

4.1.2.3 ก๊าซ (Gas) ก๊าซที่มีความสำคัญต่อการบำบัดน้ำเสียเป็นอย่างมาก คือ ออกซิเจน ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และมีเทน

4.1.2.3.1 ออกซิเจน (Oxygen) ก๊าซออกซิเจนในส่วนที่ละลายน้ำเรียกว่า ออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen, DO) ออกซิเจนเป็นตัวควบคุมการใช้พลังงานในแหล่งน้ำ ปริมาณการละลายของออกซิเจนในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ น้ำ ความกดอากาศ และความเค็ม ปริมาณการละลายของออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิน้ำลดลง ดังนั้นในฤดูร้อนปริมาณออกซิเจนจึงลดลง ทำให้น้ำเกิดการเน่าเหม็น

4.1.2.3.2 ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen sulfide) เป็นก๊าซที่ไม่มีสี มีความเป็นพิษ ไม่ติดไฟ กลิ่นเหมือนไข่เน่า เมื่อรวมตัวกับธาตุเหล็กจะกลายเป็นเฟอร์รัสซัลไฟด์ ซึ่งมีสีดำ มักเกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีธาตุซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ โดยจุลินทรีย์ ภายใต้สภาวะที่ไม่มีออกซิเจน ดังนั้นการเกิดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์อาจทำให้ทราบว่าน้ำมีการปนเปื้อนสารอินทรีย์และมีออกซิเจนละลายต่ำมากจนเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนขึ้น

4.1.2.3.3 มีเทน (Methane) เป็นก๊าซที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ติดไฟง่าย มีความเป็นพิษ การย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะที่ไม่มีออกซิเจนจะเกิดก๊าซมีเทนในปริมาณที่มากกว่าก๊าซชนิดอื่นๆ ดังนั้นการเกิดก๊าซมีเทนในน้ำจึงสามารถทำนายได้ว่าน้ำนั้นไม่มีออกซิเจนละลายและมีการปนเปื้อนสารอินทรีย์เป็นเวลานาน นอกจากนี้ก๊าซมีเทนยังมีความสามารถในการสันดาปได้ดีมากและระเบิดง่ายจึงต้องมีช่องระบายก๊าซมีเทนที่อาจเกิดขึ้นได้ตามจุดต่างๆ ในระบบรวบรวมและระบบระบายน้ำเสีย รวมถึงภายในระบบบำบัดน้ำเสียด้วย

4.1.3 ลักษณะน้ำเสียทางชีวภาพ (Biological characteristic) ได้แก่ แบคทีเรีย รา สาหร่าย โปรโตซัว ไวรัส

4.1.3.1 แบคทีเรีย (Bacteria) มีหลายชนิด แต่ละชนิดอาศัยอยู่ได้ในอุณหภูมิที่ต่างกัน ในระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพต้องควบคุมให้ pH อยู่ในช่วง 6 – 8 เพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.1.3.2 รา (Fungi) เป็นจุลินทรีย์ที่มีหลายเซลล์ และมีนิวเคลียสหลายอัน สามารถเติบโตได้ดีกว่าแบคทีเรียในสภาวะที่ pH ต่ำหรือมีปริมาณไนโตรเจนน้อย รามีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสียบางระบบ เช่น ระบบโปรยกรอง

4.1.3.3 สาหร่าย (Algae) เป็นจุลินทรีย์ที่มีเซลล์เดียว มีหลายประเภท พบอยู่ตามบริเวณที่มีความชื้นสูง มีบทบาทในระบบบำบัดน้ำเสียบางระบบ เช่น ระบบบ่อฝึ่ง สาหร่ายที่สำคัญ คือ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สามารถใช้ในโตรเจนจากอากาศเป็นอาหารในการสังเคราะห์เซลล์ได้

4.1.3.4 โปรโตซัว (Protozoa) เป็นจุลินทรีย์เซลล์เดียว ไม่มีผนังเซลล์ มีด้วยกันหลายประเภท บทบาทของโปรโตซัวในระบบบำบัดน้ำเสียนั้นไม่ค่อยเด่นชัด ส่วนมากจะกินแบคทีเรียทั้งที่มีชีวิตและตายแล้ว โดยมีความสำคัญในกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge Process)

4.1.3.5 **ไวรัส (Virus)** เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่สุด ไม่มีลักษณะเป็นเซลล์ ดำรงชีวิตแบบปรสิต สามารถทำให้เกิดโรคแก่ คน สัตว์ และพืช ไวรัสสามารถทำลายเซลล์ของแบคทีเรียซึ่งทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ในน้ำเสีย

4.2 คุณลักษณะน้ำเสียของโรงพยาบาล

น้ำเสียจากโรงพยาบาลมีลักษณะคล้ายคลึงกับน้ำเสียชุมชน มีค่าความสกปรกในรูปของบีโอดี (BOD) ต่ำ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 109.5 mg/l ค่าไนโตรเจนในรูปเจตาห์ลไนโตรเจน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 29.0 mg/l (สมชาย สกฤติสริยาภรณ์, 2540, น.72) ซึ่งน้ำเสียโรงพยาบาลมีองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

4.2.1 **สารอินทรีย์** ได้แก่ สารที่มาจากคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน เช่น เศษข้าว ก๋วยเตี๋ยว น้ำแกง เศษใบตอง พืชผัก ชี้นเนื้อ เป็นต้น ซึ่งสามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน ทำให้ระดับออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen) ลดลงเกิดสภาพเน่าเหม็นได้ ปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำนิยมนวัดด้วยค่าบีโอดี (BOD) เมื่อค่าบีโอดีในน้ำสูง แสดงว่ามีสารอินทรีย์ปะปนอยู่มาก และสภาพแหล่งน้ำเน่าเสียเกิดขึ้นได้ง่าย

4.2.2 **สารอนินทรีย์** ได้แก่ แร่ธาตุต่างๆ ที่ไม่ส่งผลกระทบต่อตรงต่อการเน่าเสียของแหล่งน้ำแต่อาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ได้แก่ คลอไรด์ ซัลเฟต เป็นต้น

4.2.3 **โลหะหนักและสารพิษ** อาจอยู่ในรูปของสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์และสามารถสะสมอยู่ในวงจรอาหาร เกิดเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เช่น ปรอท โคเรเมียม ทองแดง จากการศึกษาของ พุฒิพงศ์ วรสุมันต์ (2546) ได้ทำการศึกษานิตและความเข้มข้นของโลหะหนักบางชนิดในน้ำทิ้งและตะกอนที่ผ่านจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลพุทธชินราช พิษณุโลก ได้แก่ Pb Mn Zn Ni Cu Cr Cd และ Ag พบว่า ค่าความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำทิ้งและตะกอนไม่เกินค่ามาตรฐาน ในแต่ละฤดูกาลความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำทิ้งไม่มีความแตกต่างกัน และมีความสอดคล้องกับการศึกษาของ ประเวศ เสรีเชษฐพงษ์ และคณะ (2549) ที่ได้ทำการศึกษาวิจัยคุณภาพน้ำทิ้งภายในบริเวณคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งมีการเรียนการสอนและให้บริการทันตกรรม โดยการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในน้ำเสีย น้ำทิ้ง และน้ำดี จำนวน 10 อาคาร พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในน้ำทิ้งของอาคารต่างๆ อยู่ในมาตรฐาน ตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ.2539) และประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ.2539) ยกเว้นอาคารทันต 10 (โรงอาหาร) อาคารทันต 5 (คลินิกรวม) และอาคารทันต 15 (อาคารสมเด็จย่า) ที่มีปริมาณปรอทในน้ำทิ้งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

4.2.4 **น้ำมันและสารลอยน้ำต่างๆ** เป็นอุปสรรคต่อการสังเคราะห์แสง และกีดขวางการกระจายของออกซิเจนจากอากาศลงสู่น้ำ นอกจากนั้นยังทำให้แหล่งน้ำเกิดสภาพไม่น่าดู

4.2.5 **ของแข็ง** เมื่อจมตัวสู่ก้นลำน้ำ ทำให้เกิดสภาพไร้ออกซิเจนที่ท้องน้ำ ทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน มีความขุ่นสูง มีผลกระทบต่อการดำรงชีพของสัตว์น้ำ

4.2.6 **สารก่อให้เกิดฟอง/สารซักฟอก** ได้แก่ ผงซักฟอก สบู่ ฟองจะกีดกันการกระจายของออกซิเจนในอากาศสู่น้ำ และอาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ

4.2.7 **จุลินทรีย์** น้ำเสียจะมีจุลินทรีย์เป็นจำนวนมาก จุลินทรีย์เหล่านี้ใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิตและสามารถลดระดับของออกซิเจนละลายน้ำ ทำให้เกิดสภาพเน่าเหม็น นอกจากนี้จุลินทรีย์บางชนิดอาจเป็นจุลินทรีย์ก่อโรค ซึ่งจากการศึกษาของ พวงเดือน ชุ่มศิริ (2542) ได้ศึกษาปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลในจังหวัดราชบุรี จำนวน 6 โรงพยาบาล รวม 238 ตัวอย่าง พบว่า ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด และพีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำเสีย อยู่ในช่วง 106 – 107 MPN/100 ml เมื่อผ่านการบำบัดแล้วแต่ยังไม่มีการเติมคลอรีนอยู่ในช่วง 104 – 106 MPN/100 ml และก่อนระบายน้ำทิ้งลงสู่ท่อสาธารณะมีค่าอยู่ในช่วง 103 – 105 MPN/100ml สำหรับน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วก่อนเติมคลอรีนและน้ำที่เติมคลอรีนแล้วมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกโรงพยาบาล และยังพบอีกว่าแบคทีเรียก่อโรคชนิด *Salmonella sp.*, *Shigella sp.* และ *Vibrio sp.* สามารถตรวจพบได้ในน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วทั้งก่อนและหลังเติมคลอรีน

4.2.8 **ธาตุอาหาร** ได้แก่ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส เมื่อมีปริมาณสูงจะทำให้เกิดการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วของสาหร่าย (Algae Bloom) ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญทำให้ระดับออกซิเจนในน้ำลดลงต่ำมากในช่วงกลางคืน อีกทั้งยังทำให้เกิดวัชพืชน้ำ ซึ่งเป็นปัญหาแก่การสัญจรทางน้ำ

4.2.9 **กลิ่น** เกิดจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์แบบไร้ออกซิเจน

4.2.10 **สารเคมีอันตราย** สารเคมีอันตรายจากโรงพยาบาลที่เป็นเป็อนในน้ำเสีย ได้แก่ สารเคมีจากการทำความสะอาด และสารเคมีที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรค

4.2.11 **เภสัชภัณฑ์** เภสัชภัณฑ์บางส่วนจากแผนกเภสัชกรรมและแผนกผู้ป่วยใน อาจมีการทิ้งลงสู่ท่อน้ำเสียซึ่งอาจมีการปนเปื้อนของยาปฏิชีวนะ และสารที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรม

4.2.12 **สารกัมมันตรังสี** สารกัมมันตรังสีบางส่วนจากหน่วยรักษามะเร็งอาจถูกทิ้งลงสู่ท่อน้ำเสีย

4.3 แหล่งกำเนิดน้ำเสียโรงพยาบาล

4.3.1 **แผนกผู้ป่วยนอก** เป็นแหล่งที่ผู้ป่วยและผู้ป่วยฉุกเฉิน รวมทั้งญาติผู้มาใช้บริการ โดยน้ำเสียเกิดจากกิจกรรมการรักษาผู้ป่วย และห้องส้วม เป็นต้น

4.3.2 **แผนกผู้ป่วยใน** น้ำเสียที่เกิดขึ้นมักเกิดจากกิจกรรมการรักษาพยาบาล การชำระล้างจากห้องส้วม

4.3.3 **โรงซักฟอก** เป็นแหล่งที่ใช้น้ำในการซักล้าง เสื้อผ้า ผ้าปูที่นอน ปลอกหมอน ฯลฯ ของผู้ป่วย ซึ่งอาจมีการปนเปื้อนของเชื้อโรค สารเคมีที่ใช้ในการซักล้าง เป็นต้น

4.3.4 **โรงครัวและโรงอาหาร** เป็นแหล่งใช้น้ำเพื่อการประกอบอาหารซึ่งน้ำเสียที่เกิดขึ้นจะมีความสกปรกสูง และมีไขมันเป็นจำนวนมาก

4.3.5 **ห้องปฏิบัติการ** เป็นแหล่งที่ทำการตรวจสอบและชันสูตรโรค น้ำเสียที่เกิดขึ้นจึงอาจมีการปนเปื้อนของเชื้อโรค สารเคมีที่ใช้ในการชันสูตรโรค สารเคมีฆ่าเชื้อโรค เป็นต้น

4.3.6 **ห้องผ่าตัด ห้องคลอด** น้ำเสียที่เกิดขึ้นมักมีการปนเปื้อนเลือด และสารเคมีฆ่าเชื้อโรค เป็นต้น

4.3.7 **ที่พักรักษาของเจ้าหน้าที่** น้ำเสียที่เกิดขึ้นมีลักษณะเช่นเดียวกับน้ำเสียชุมชน

4.3.8 **สถานที่ทำการต่าง ๆ** เช่น ตึกอำนวยการ เป็นน้ำเสียที่เกิดขึ้นเกิดจากกิจกรรมการชำระล้างและมีลักษณะคล้ายคลึงกับน้ำเสียจากแหล่งชุมชน

4.4 **การบำบัดน้ำเสีย** สามารถแบ่งได้ตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2545, น.26 – 27)

4.4.1 การบำบัดขั้นต้น (Preliminary Treatment)

การบำบัดเพื่อแยกทราย กรวด และของแข็งขนาดใหญ่ ออกจากของเหลวหรือน้ำเสีย โดยเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วย ตะแกรงหยาบ (Coarse Screen) ตะแกรงละเอียด (Fine Screen) ถังดักกรวดทราย (Grit Chamber) ถังตกตะกอนเบื้องต้น (Primary Sedimentation Tank) และเครื่องกำจัดไขมัน (Skimming Devices) การบำบัดน้ำเสียขั้นต้นสามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยได้ร้อยละ 50 - 70 และกำจัดสารอินทรีย์ซึ่งวัดในรูปของบีโอดีได้ ร้อยละ 25 - 40

4.4.2 การบำบัดขั้นที่สอง (Secondary Treatment) เป็นการบำบัดน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดขั้นต้นและการบำบัดเบื้องต้นมาแล้ว แต่ยังคงมีของแข็งแขวนลอยขนาดเล็กและสารอินทรีย์ที่ละลายและไม่ละลายในน้ำเสียเหลือค้างอยู่ โดยทั่วไปการบำบัดขั้นที่สองหรือเรียกอีกอย่างว่าการบำบัดทางชีวภาพ (Biological Treatment) จะอาศัยหลักการเลี้ยงจุลินทรีย์ในระบบ ภายใต้สภาวะที่สามารถควบคุมได้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกินสารอินทรีย์ได้รวดเร็วกว่าที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ และแยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำทิ้งโดยใช้ถังตกตะกอน (Secondary Sedimentation Tank) ทำให้น้ำทิ้งมีคุณภาพดีขึ้น จากนั้นจึงผ่านเข้าระบบฆ่าเชื้อโรค (Disinfection) เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคปนเปื้อน ก่อนจะระบายน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ หรือนำกลับไปใช้ประโยชน์ (Reuse) การบำบัดน้ำเสียในขั้นนี้สามารถกำจัดของแข็งแขวนลอย และสารอินทรีย์ซึ่งวัดในรูปของบีโอดีได้มากกว่าร้อยละ 80

4.4.3 การบำบัดขั้นสูง (Advance Treatment หรือ Tertiary Treatment) เป็นกระบวนการกำจัดสารอาหาร (ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส) สี สารแขวนลอยที่ตกตะกอนยาก และอื่นๆ ซึ่งยังไม่ได้ถูกกำจัดโดยกระบวนการบำบัดขั้นที่สอง ทั้งนี้เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ดียิ่งขึ้นเพียงพอที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) ได้ นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันการเติบโตผิดปกติของสาหร่ายที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดน้ำเน่าเสีย แก้ไขปัญหาความน่ารังเกียจของแหล่งน้ำอันเนื่องมาจากสี และปัญหาอื่นๆ ที่ระบบบำบัดขั้นที่สองไม่สามารถกำจัดได้ กระบวนการบำบัดขั้นสูง ได้แก่

4.4.3.1 การกำจัดฟอสฟอรัส ซึ่งมีทั้งแบบใช้กระบวนการทางเคมีและแบบใช้กระบวนการทางชีวภาพ

4.4.3.2 การกำจัดไนโตรเจน ซึ่งมีทั้งแบบใช้กระบวนการทางเคมีและแบบใช้กระบวนการทางชีวภาพ โดยวิธีการทางชีวภาพนั้นจะมี 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการเปลี่ยนแอมโมเนียไนโตรเจนให้เป็นไนเตรตที่เกิดขึ้นในสภาวะแบบใช้ออกซิเจน หรือที่เรียกว่า “กระบวนการไนตริฟิเคชัน (Nitrification)” และขั้นตอนการเปลี่ยนไนเตรตให้เป็นก๊าซไนโตรเจนซึ่งเกิดขึ้นในสภาวะไร้ออกซิเจน หรือที่เรียกว่า “กระบวนการดีไนตริฟิเคชัน (Denitrification)”

4.4.3.3 การกำจัดฟอสฟอรัสและไนโตรเจนร่วมกันโดยกระบวนการทางชีวภาพ ซึ่งเป็นการใช้ทั้งกระบวนการแบบใช้อากาศและไม่ใช้อากาศในการกำจัดไนโตรเจน โดยกระบวนการไนตริฟิเคชันและกระบวนการดีไนตริฟิเคชันร่วมกับกระบวนการจับใช้ฟอสฟอรัสอย่างฟุ่มเฟือย (Phosphorus Luxury Uptake) ซึ่งต้องมีการใช้กระบวนการแบบไม่ใช้อากาศต่อด้วยกระบวนการใช้อากาศด้วยเช่นกัน ทั้งนี้จะต้องมีการประยุกต์ใช้โดยผู้มีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการดังกล่าวเป็นอย่างดี

4.4.3.4 การกรอง (Filtration) ซึ่งเป็นการกำจัดสารที่ไม่ต้องการ โดยวิธีการทางกายภาพ ได้แก่ สารแขวนลอยที่ตกตะกอนได้ยาก เป็นต้น

4.4.3.5 การดูดติดผิว (Adsorption) ซึ่งเป็นการกำจัดสารอินทรีย์ที่มีในน้ำเสีย โดยการดูดติดบนพื้นผิวของของแข็ง รวมถึงการกำจัดกลิ่นหรือก๊าซที่เกิดขึ้นด้วยวิธีการเดียวกัน

4.5 วิธีการบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลที่ใช้ในปัจจุบัน (กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ, 2552)

4.5.1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ (Onsite Treatment) หมายถึง ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีการก่อสร้างหรือติดตั้งเพื่อบำบัดน้ำเสียจากอาคารเดี่ยว ๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความสกปรกของน้ำเสียก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ที่นิยมใช้กัน ได้แก่ บ่อดักไขมัน (Grease Trap) ระบบบ่อเกรอะ (Septic Tank) ระบบบ่อกกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter) เป็นต้น เนื่องจากเป็นระบบที่ก่อสร้างได้ง่าย และในปัจจุบันมีเป็นการทำเป็นสำเร็จรูปจำหน่าย ทำให้สะดวกในการติดตั้ง สำหรับอาคารพาณิชย์หรืออาคารสำนักงานขนาดใหญ่ อาจมีการก่อสร้างเป็นระบบขนาดใหญ่ เช่น ระบบ Activated sludge เป็นต้น เพื่อให้สามารถบำบัดน้ำเสียได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม โดยระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ (Onsite Treatment) ที่ใช้ในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุขนั้นจะเป็นระบบบำบัดน้ำเสียชนิดสำเร็จรูปที่ติดตั้งใกล้กับอาคารที่เกี่ยวข้องกับผู้ป่วยหรืออาคารสนับสนุนโดยไม่รวมบ้านพัก

4.5.1.1 บ่อดักไขมัน (Grease Trap) เป็นระบบที่ใช้แยกไขมัน น้ำมัน หรือสิ่งสกปรกที่มีน้ำหนักเบาและสามารถลอยตัวแยกออกจากน้ำเสียได้ บางกรณีอาจต้องเติมสารเคมีช่วยให้น้ำมันหรือไขมันแยกตัวออกจากน้ำก่อนจึงจะปล่อยเข้าสู่บ่อดักไขมัน บ่อดักไขมันจะทำหน้าที่พักน้ำเสียที่ไหลเข้ามาในสภาพที่นิ่งและกักเก็บน้ำเสียในระยะเวลาที่นานพอที่จะทำให้ไขมันหรือน้ำมันสามารถลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ ส่วนน้ำเสียที่อยู่ด้านล่างใต้ชั้นไขมันหรือน้ำมันก็จะถูกระบายออกโดยไหลเข้าทางปลายท่อด้านล่างที่จมใต้ผิวน้ำ ส่วนไขมันหรือน้ำมันที่ลอยอยู่ผิวน้ำนั้นไม่สามารถไหลเข้าท่อระบายได้จึงถูกกักไว้ภายในบ่อ เมื่อมีไขมันสะสมในปริมาณมากพอก็ต้องกำจัดทิ้งด้วยวิธีการที่เหมาะสมต่อไป บ่อดักไขมันเป็นวิธีการที่เหมาะสมกับการบำบัดน้ำเสียที่มีปริมาณไม่มาก เช่น น้ำเสียจากโรงครัว ร้านอาหาร เพื่อช่วยลดปริมาณน้ำมันหรือไขมันก่อนที่จะระบายน้ำเสียเข้าสู่ท่อสาธารณะหรือก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียในขั้นต่อไป

4.5.1.2 ระบบบ่อเกรอะ (Septic Tank) บ่อเกรอะมีลักษณะเป็นบ่อปิด ซึ่งน้ำซึมไม่ได้และไม่มีการเติมอากาศ ดังนั้นสภาวะในบ่อจึงเป็นแบบไร้อากาศ (Anaerobic) โดยทั่วไปมักใช้สำหรับการบำบัดน้ำเสียจากส้วม แต่จะใช้บำบัดน้ำเสียจากครัวหรือน้ำเสียอื่นๆ ด้วยก็ได้ ถ้าหากสิ่งที่ไม่ไหลเข้ามาในบ่อเกรอะมีแต่อุจจาระหรือสารอินทรีย์ที่ย่อยง่าย หลังการย่อยแล้วก็จะกลายเป็นก๊าซกับน้ำและกากตะกอน (Septage) ในปริมาณที่น้อยจึงทำให้บ่อไม่เต็มได้ง่าย (อัตราการเกิดกากตะกอนประมาณ 1 ลิตร/คน/วัน) แต่อาจต้องมีการสูบกากตะกอนในบ่อเกรอะ (Septage) ออกเป็นครั้งคราว (ประมาณปีละหนึ่งครั้ง สำหรับบ่อเกรอะมาตรฐาน)

เนื่องจากประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของบ่อเกรอะไม่สูงนัก คือประมาณร้อยละ 40 - 60 ทำให้น้ำทิ้งจากบ่อเกรอะยังคงมีค่าบีโอดีสูงเกินค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนดไว้ จึงไม่สามารถปล่อยทิ้งแหล่งน้ำธรรมชาติหรือท่อระบายน้ำสาธารณะได้ จึงจำเป็นต้องผ่านระบบบำบัดขั้นสองเพื่อลดค่าบีโอดีต่อไป

4.5.1.3 ระบบบ่อกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter) บ่อกรองไร้อากาศเป็นระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศเช่นเดียวกับบ่อเกรอะ แต่มีประสิทธิภาพในการบำบัดของเสียมากกว่า โดยภายในถังช่วงกลางจะมีชั้นตัวกลาง (Media) บรรจุอยู่ ตัวกลางที่ใช้กันมีหลายชนิด เช่น หิน หลอดพลาสติก ลูกบอลพลาสติก กรงพลาสติก และวัสดุโปร่งอื่นๆ ตัวกลางเหล่านี้จะมีพื้นที่ผิวมาก เพื่อให้จุลินทรีย์ยึดเกาะได้มากขึ้น

น้ำเสียจะไหลเข้าทางด้านล่างของถังแล้วไหลขึ้นผ่านชั้นตัวกลาง จากนั้นจึงไหลออกทางท่อด้านบน ขณะที่น้ำเสียไหลผ่านชั้นตัวกลาง จุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้อากาศจะย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย เปลี่ยนสภาพให้กลายเป็นก๊าซกับน้ำ น้ำทิ้งที่ไหลล้นออกไปจะมีค่าบีโอดีลดลง จากการที่จุลินทรีย์กระจายอยู่ในถังสม่ำเสมอ น้ำเสียจะถูกบำบัดเป็นลำดับจากด้านล่างจนถึงด้านบน ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดีของระบบนี้จึงสูงกว่าระบบบ่อเกรอะ แต่อาจเกิดปัญหาจากการอุดตันของตัวกลางภายในถังและทำให้น้ำไม่ไหล ดังนั้นจึงต้องมีการกำจัดสารแขวนลอยออกก่อน เช่น มีตะแกรงดักขยะและบ่อดักไขมันไว้หน้าระบบหรือถ้าใช้บำบัดน้ำส้วมก็ควรผ่านเข้าบ่อเกรอะก่อน

4.5.2 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยธรรมชาติในการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย บ่อปรับเสถียรเป็นระบบที่มีค่าก่อสร้างและค่าดูแลรักษาต่ำ วิธีการเดินระบบไม่ยุ่งยากซับซ้อน ผู้ควบคุมระบบไม่ต้องมีความรู้สูง มีคุณภาพน้ำทิ้งที่สม่ำเสมอ แต่ต้องใช้พื้นที่ก่อสร้างมาก จึงเป็นที่นิยมสำหรับโรงพยาบาลชุมชนที่มีพื้นที่มาก ซึ่งแบ่งตามลักษณะการทำงานได้ 3 รูปแบบ คือ บ่อแอนแอโรบิก (Anaerobic pond)

บ่อแพคคัลเททีฟ (Facultative pond) บ่อแอโรบิก (Aerobic pond) และหากมีบ่อหลายบ่อต่อเนื่องกัน บ่อสุดท้ายจะทำหน้าที่เป็นบ่อบ่ม (Maturation Pond) เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม

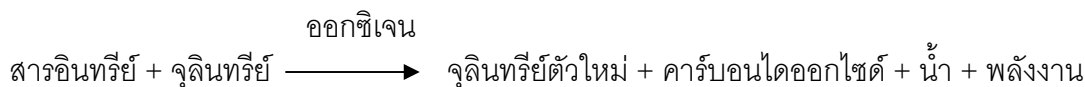
4.5.3 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge Process) เป็นวิธีบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการทางชีววิทยา โดยใช้แบคทีเรียพวกที่ใช้ ออกซิเจน (aerobic bacteria) ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ในปัจจุบันระบบแยกที่เวเตดส์ลัดจ์มีการพัฒนาใช้งานหลายรูปแบบ เช่น ระบบแบบกวนสมบูรณ์ (Completely mix) กระบวนการปรับเสถียรสัมผัส (Contact stabilization process) ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch) หรือระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor) เป็นต้น แต่การเดินระบบประเภทนี้จะมีความยุ่งยากซับซ้อนเนื่องจากจำเป็นต้องมีการควบคุมสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพต่างๆ ให้เหมาะสมแก่การทำงานและการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุด ซึ่งรายละเอียดจะกล่าวในหัวข้อทฤษฎีของระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge Process) ต่อไป

5. ทฤษฎีของระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge Process)

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge Process) เป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพแบบใช้ออกซิเจนโดยอาศัยจุลินทรีย์ในการย่อยสลาย ดูดซับ และเปลี่ยนรูปมลสารต่างๆ ที่มีอยู่ในน้ำเสียให้ลดลง ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งมีค่าประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียในพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ BOD ร้อยละ 80 – 95, COD ร้อยละ 80 – 85, SS ร้อยละ 80 – 90, ฟอสฟอรัส ร้อยละ 10 – 15, สารอินทรีย์ในโตรเจน ร้อยละ 15 – 50, แอมโมเนียไนโตรเจน ร้อยละ 8 – 15 (Metcalf&Eddy,1991,p.170)

5.1 หลักการทำงานของระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge Process)

หลักการทำงานของระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge Process) เป็นวิธีเลียนแบบธรรมชาติ ซึ่งปฏิกิริยาชีวเคมีของกระบวนการสามารถเขียนได้ดังนี้ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2549, น.5-22)



มลสารที่อยู่ในน้ำเสียจะถูกจุลินทรีย์ใช้เป็นอาหารและเจริญเติบโตขยายพันธุ์ต่อไป และสารอินทรีย์ในน้ำเสียเมื่อถูกเปลี่ยนมาเป็นจุลินทรีย์จะมีน้ำหนักมากกว่าน้ำ และสามารถแยกออกได้ง่ายด้วยการตกตะกอน ส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะลอยขึ้นไปในอากาศ

5.2 ส่วนประกอบระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge Process)

ระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge Process) มีส่วนประกอบสำคัญ 7 ส่วนประกอบ (มันสิน ตันกุลเวศม์, 2542, น.6/1-6/3) ได้แก่

5.2.1 ถังเติมอากาศ มีหน้าที่บำบัดน้ำเสีย

5.2.2 ระบบเติมอากาศ มีหน้าที่เติมออกซิเจนให้แบคทีเรีย และกวนน้ำให้ปั่นป่วน

5.2.3 ถังตกตะกอน มีหน้าที่แยกน้ำและแบคทีเรียให้ออกจากกัน

5.2.4 ระบบหมุนเวียนตะกอน มีหน้าที่นำแบคทีเรียจากถังตกตะกอนกลับคืนมายังถังเติมอากาศ

5.2.5 ระบบระบายตะกอนทิ้ง มีหน้าที่ควบคุมระบบ

5.2.6 ระบบฆ่าเชื้อโรคในน้ำทิ้งสุดท้าย

5.2.7 ระบบบำบัดน้ำออกจากสลัดจ์

5.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge Process)

5.3.1 ความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย

สารอินทรีย์ในน้ำเสียเป็นอาหารของจุลินทรีย์ในระบบตะกอนเร่ง ดังนั้นความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำเสียจะมีผลต่อภาระเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในระบบ ในกรณีที่อัตราส่วนของอาหารต่อจุลินทรีย์สูง จำนวนจุลินทรีย์จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนมีลักษณะกระจายตัวไปทั่วไม่รวมตัวเป็นกลุ่มก้อนทำให้ตกตะกอนได้ไม่ดี ทำให้น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วยังมีความขุ่นและค่าสารอินทรีย์หรือบีโอดีเหลืออยู่สูง ถ้าอัตราสารอาหารต่อจุลินทรีย์ต่ำ จุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้น้อยลงและตกตะกอนอย่างรวดเร็วแต่ไม่สามารถจับส่วนเล็กๆ ลงมาได้หมด ทำให้น้ำที่ผ่านการบำบัดยังมีความขุ่นสูงอยู่ ดังนั้นการควบคุมการทำงานที่ดีจึงต้องควบคุมอัตราส่วนของอาหารต่อจุลินทรีย์ในระบบให้เหมาะสม

5.3.2 ธาตุอาหาร

จุลินทรีย์ต้องการธาตุอาหาร (Nutrient) ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และเหล็ก นอกเหนือไปจากสารอินทรีย์ที่นำมาใช้เป็นพลังงาน โดยปกติแร่ธาตุเหล่านี้มีอยู่อย่างพอเพียงในน้ำเสียชุมชน (Domestic Wastewater) การขาดธาตุอาหารที่สำคัญเหล่านี้จะทำให้จุลินทรีย์ชนิดที่สร้างฟล็อกเจริญเติบโตได้ไม่ดีและทำให้จุลินทรีย์ชนิดที่เป็นเส้นใย (Filamentous microorganisms) เจริญเติบโตได้มากกว่า เป็นผลให้สลัดจ์ไม่จมตัวหรือตะกอนตกลง (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2549, น.5-26) ซึ่งทำให้ยากต่อการตกตะกอนในถังตกตะกอน (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2543, น.34)

5.3.3 ออกซิเจนละลาย

ในถังเติมอากาศจะต้องมีค่าออกซิเจนละลายไม่ต่ำกว่า 2 mg/l ซึ่งปริมาณของอากาศหรือออกซิเจนที่ใช้เพื่อรักษาค่าความเข้มข้นของออกซิเจนละลายนี้จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเมื่ออุณหภูมิของน้ำในถังเติมอากาศสูง จุลินทรีย์จะสามารถทำงานได้มากและออกซิเจนจะมีค่าการละลายอิมิตัวต่ำจึงทำให้ต้องการออกซิเจนมาก ในทางตรงกันข้ามถ้าอุณหภูมิของน้ำในถังเติมอากาศต่ำ ความต้องการในการเติมอากาศเพื่อที่จะรักษาระดับ ความเข้มข้นของออกซิเจนละลายจะน้อยกว่าที่อุณหภูมิสูง

5.3.4 ระยะเวลาในการบำบัด

ระยะเวลาการบำบัดน้ำเสียในถังเติมอากาศจะต้องมีมากเพียงพอที่จะให้จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายมลสารต่างๆ หากระยะเวลามีไม่เพียงพอ มลสารบางอย่างโดยเฉพาะสารที่ย่อยสลายยากจะถูกย่อยสลายได้ไม่หมด ทำให้มีค่าบีโอดีเหลืออยู่ในน้ำเสียมาก สำหรับระยะเวลาที่ใช้ในถังตกตะกอนชั้นที่ 2 ก็เช่นเดียวกัน หากมีน้อยเกินไปก็จะทำให้สลัดจ์ตกตะกอนได้ไม่ดี แต่ถ้านานเกินไปก็จะทำให้สลัดจ์ขาดออกซิเจนและเน่าได้

5.3.5 พีเอช

ค่าพีเอชมีผลต่อการทำงานของแบคทีเรีย โดยแบคทีเรียสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่ค่าพีเอชระหว่าง 6.5 - 8.5 ถ้าพีเอชต่ำกว่า 6.5 รา (Fungi) จะเจริญเติบโตได้ดีกว่าแบคทีเรีย ทำให้ประสิทธิภาพต่ำลงและสลัดจ์ตกตะกอนไม่ดี ถ้าค่าพีเอชสูงจะทำให้ฟอสฟอรัสตกตะกอนผลึก (Precipitate) แยกตัวออกจากน้ำ ทำให้จุลชีพไม่สามารถนำฟอสฟอรัสไปใช้ประโยชน์ได้ ส่งผลให้ระบบทำงานได้ไม่ดีเช่นเดียวกัน ส่วนในกรณีที่ค่าพีเอชต่ำมากหรือสูงมาก จุลชีพก็ไม่สามารถดำรงชีพอยู่ในระบบได้ ทำให้เกิดความล้มเหลวของระบบบำบัดน้ำเสียตามมา

5.3.6. สารพิษ

สารพิษแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ สารพิษเฉียบพลัน ซึ่งจุลินทรีย์จะตายหมดในระยะเวลาอันสั้น (Acute Toxicity) เช่น ไซยาไนด์ สารหนู และสารพิษแบบออกฤทธิ์ช้า (Chronic Toxicity) จุลินทรีย์จะค่อยๆ สะสมสารพิษไว้ในเซลล์ จนเกิดเป็นพิษและตายในที่สุด เช่น ทองแดง และโลหะหนักต่างๆ นอกจากนี้ความเป็นพิษอาจเกิดจากสารอินทรีย์ก็ได้ เช่น แอมโมเนีย ที่มีค่าความเข้มข้นสูงเกิน 500 mg/l เป็นต้น

5.3.7 อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญในการทำงานและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ในกระบวนการ Activated Sludge โดยทั่วไปการเพิ่มอุณหภูมิขึ้นทุก 10 องศาเซลเซียส จะทำให้

จุลินทรีย์เจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอีกเท่าตัว จนกระทั่งถึงอุณหภูมิประมาณ 37 องศาเซลเซียส อุณหภูมิจะมีค่าสูงเกินไป และจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้น้อยลง

5.3.8 การกวนผสม

ภายในถังเติมอากาศจะต้องมีการกวนผสมอย่างทั่วถึง เพื่อป้องกันมิให้จุลินทรีย์ตกตะกอนและเพื่อให้จุลินทรีย์ได้สัมผัสกับน้ำเสียที่เข้าระบบ ทำให้สลัดจ์จับตัวกันเป็นฟล็อกแข็งแรง การกวนที่ถูกต้องจะป้องกันมิให้น้ำเสียล้นดวงจร และทำให้ระบบมีประสิทธิภาพในการกำจัดมลสารสูง การกวนที่สมบูรณ์ (Completely Mixed) จะต้องมีค่า MLSS (Mixed Liquor Suspended Solid) และค่าความเข้มข้นของออกซิเจนละลายสม่ำเสมอทั่วทั้งถังเติมอากาศ

5.3.9 อัตราการไหลของน้ำเสีย

การเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของน้ำเสียที่ส่งมาเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย มีผลโดยตรงต่อการทำงานของกระบวนการทางชีววิทยาและถังตกตะกอน หากน้ำเสียมีอัตราการไหลเพิ่มขึ้น ระยะเวลาในการบำบัดน้อยลง ค่าสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งจะเพิ่มมากขึ้น ถ้าระยะเวลาในการตกตะกอนในถังตกตะกอนชั้นที่ 2 ลดลง จะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบลดลง ส่วนอัตราไหลที่น้อยเกินไปก็มีผลเสียเช่นเดียวกัน ดังนั้นจึงควรควบคุมให้มีการส่งน้ำเสียเข้ามายังระบบบำบัดน้ำเสียอย่างสม่ำเสมอในอัตราที่ใกล้เคียงกับที่ได้ออกแบบไว้โดยใช้ถังปรับเสมอ (Equalizing Tank) เป็นต้น

5.4 ประเภทของ Activated Sludge Process

กระบวนการ Activated Sludge มีส่วนประกอบหลัก คือ ถังเติมอากาศ และถังตกตะกอน ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายกระบวนการขึ้นอยู่กับการจัดวางรูปแบบของถังเติมอากาศ อันมาจากการวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยคำนึงถึงการประหยัดพลังงาน ประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสีย และการควบคุมดูแลระบบ ในปัจจุบันกระบวนการ Activated Sludge มีหลายชนิด (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2549, น.5-25) ได้แก่

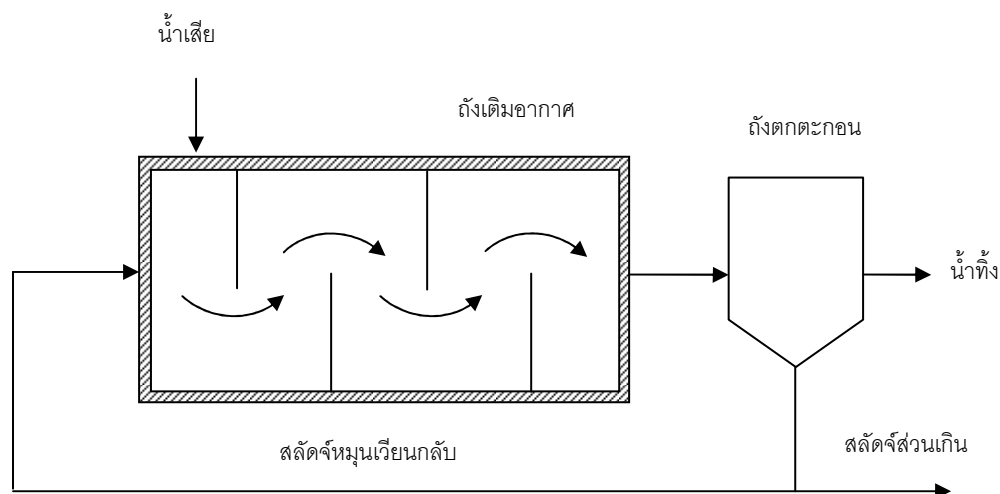
5.4.1 กระบวนการ Activated Sludge แบบธรรมดา (Conventional Activated Sludge)

หมายถึง ระบบที่ประกอบด้วยถังตกตะกอน และถังเติมอากาศ ดังภาพที่ 2.1 การเติมอากาศจะใช้เครื่องเติมอากาศแบบใบพัดหรือแบบฟองอากาศก็ได้ โดยปกติระบบจะมีระยะเวลากักตะกอน (Sludge Retention Time , SRT) ประมาณ 5-10 วัน ทำให้ต้องมีการกำจัดสลัดจ์ที่ระบายทิ้งด้วย ในอดีตระบบนี้มักเป็นระบบที่มีการกวนแบบไหลตามกัน (Plug Flow) แต่ในปัจจุบันการกวนจะเป็นแบบกวนสมบูรณ์ (Completely Mixed) ก็ได้ การกวนแบบไหลตามกันจะทำให้เกิด Concentration Gradient ซึ่งเป็นปัจจัยที่ช่วยให้แบคทีเรียแบบสร้างฟล็อกเจริญเติบโตได้ดีกว่าแบบเส้นใย ในทาง

ตรงกันข้ามการกวนแบบสมบูรณ์นี้จะสามารถใช้ได้ดีกับน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งอาจมีสารพิษเจือปนอยู่ เนื่องจากการเจือจางจะเกิดขึ้นทันทีทำให้สารพิษมีความเข้มข้นลดน้อยลง

ภาพที่ 2.1

กระบวนการ Activated Sludge แบบธรรมดา

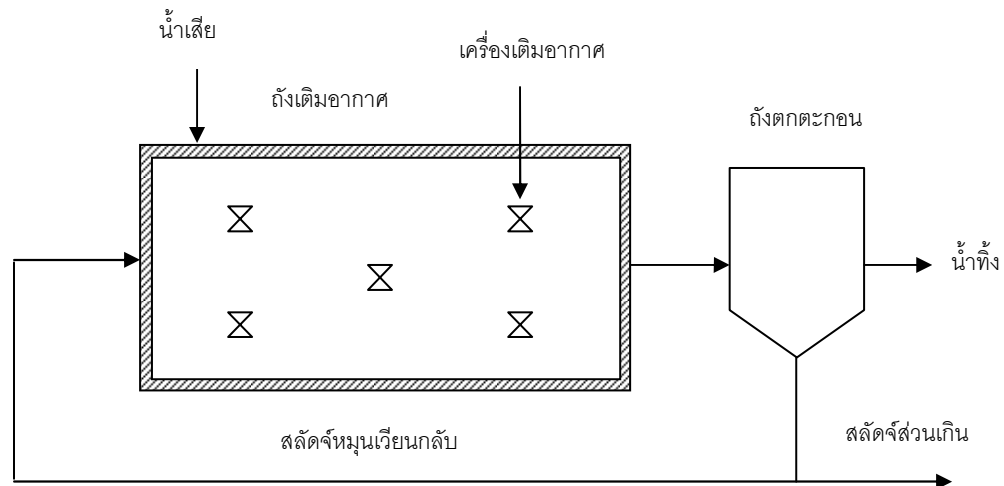


5.4.2 กระบวนการ Activated Sludge แบบยืดเวลา (Extended Aeration Activated Sludge)

เนื่องจากกระบวนการ Activated Sludge แบบธรรมดาจะมีสลัดจ์เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก จึงจำเป็นต้องมีถังหมักสำหรับย่อยสลายสลัดจ์ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ ร่วมกับสารอินทรีย์อื่นๆ ที่เน่าเหม็นได้ง่ายให้เป็นสลัดจ์ที่มีความคงตัวและสามารถนำไปทิ้งได้ กระบวนการ Activated Sludge แบบยืดเวลา เป็นกระบวนการที่มีระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียและกักตะกอนนานกว่าระบบ Activated Sludge แบบอื่นๆ โดยมีความมุ่งหมายให้แบคทีเรียที่อยู่ในถังเติมอากาศนานๆ และได้รับอาหารน้อยๆ เพื่อให้เกิดการย่อยสลายตัวเอง เป็นผลให้มีสลัดจ์ส่วนเกินเกิดขึ้นน้อยและอยู่ในรูปที่สามารถนำไปทิ้งได้ ดังนั้นระบบนี้จึงไม่จำเป็นต้องมีถังย่อยสลัดจ์หรือถังหมัก

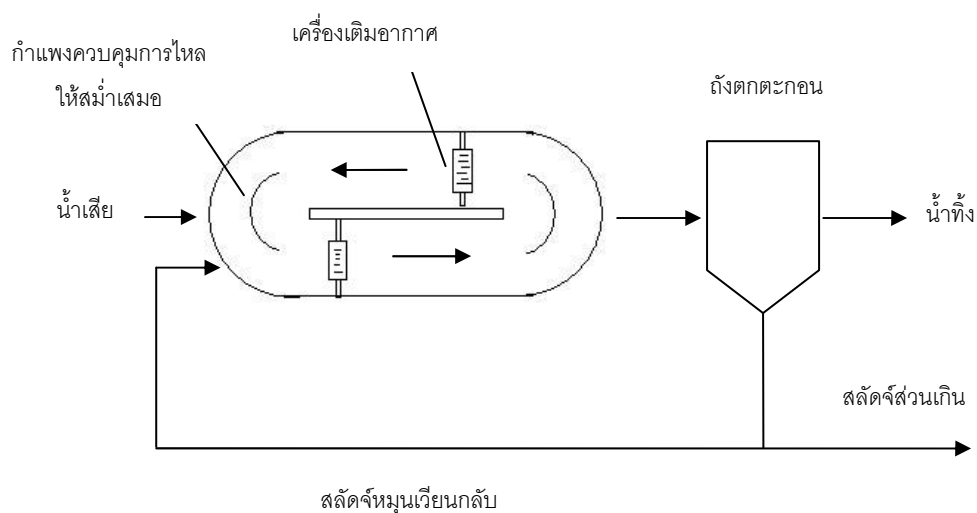
การที่ระบบมีค่า SRT สูง ส่งผลทำให้เกิดการย่อยสลายตัวเองของมวลจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ ดังนั้นผู้ออกแบบจึงนิยมออกแบบให้น้ำเสียไหลเข้าถังเติมอากาศได้โดยไม่ต้องมีถังตกตะกอนชั้นแรก ทั้งนี้เนื่องจากสลัดจ์ในน้ำเสียจะถูกย่อยในถังเติมอากาศได้พร้อมๆ กับสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำเสีย แสดงการเดินระบบดังภาพที่ 2.2

ภาพที่ 2.2
กระบวนการ Activated Sludge แบบยัดเวลา



5.4.3 กระบวนการคววนเวียน (Oxidation Ditch Process) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่มีหลักการเช่นเดียวกับกระบวนการแบบยัดเวลา เพียงแต่จะมีรูปแบบของถังเป็นลักษณะคูหรือคลองที่สร้างให้เป็นรูปวงรี ทำให้น้ำสามารถหมุนเวียนไปมาได้โดยรอบ ดังภาพที่ 2.3 กระบวนการคววนเวียนเป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่นิยมใช้กันมากในประเทศไทย เพราะเป็นระบบที่มีการควบคุมดูแลไม่ยุ่งยาก

ภาพที่ 2.3
กระบวนการคววนเวียน

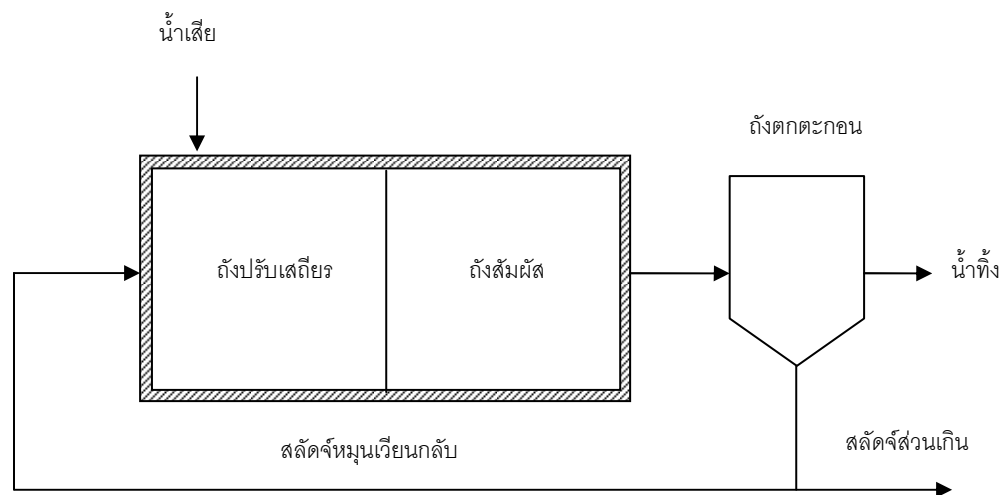


5.4.4 กระบวนการ Activated Sludge แบบปรับเสถียรสัมผัส (Contact Stabilization Activated Sludge) กระบวนการปรับเสถียรสัมผัสจะแบ่งถังเติมอากาศออกเป็น 2 ถังอิสระจากกัน ดังภาพที่ 2.4 โดยสลัดจ์ที่สูบมาจากถังตกตะกอนชั้นที่สองจะถูกส่งมาเติมอากาศใหม่ในถังปรับเสถียร โดยปกติจะใช้เวลาประมาณ 4-8 ชั่วโมง จากนั้นสลัดจ์ที่ย่อยสลายสารอินทรีย์หมดแล้วจะถูกส่งมาสัมผัสกับน้ำเสียในถังสัมผัส (Contact Tank) เป็นเวลาประมาณ 30 – 60 นาที เพื่อลดสารอินทรีย์ ในถังสัมผัสนี้ความเข้มข้นของสลัดจ์จะลดลงตามปริมาณของน้ำเสียที่ผสมเข้ามาใหม่ น้ำเสียที่ถูกบำบัดแล้วและสลัดจ์จะไหลไปยังถังตกตะกอนชั้นที่สอง น้ำเสียส่วนบนจะถูกปล่อยทิ้งออกจากระบบ สลัดจ์ส่วนหนึ่งจะถูกสูบกลับไปเข้าถังย่อยสลายและอีกส่วนหนึ่ง จะถูกนำไปทิ้ง

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของกระบวนการนี้กับกระบวนการแบบอื่นๆ จะพบว่า กระบวนการนี้สามารถรับภาระสารอินทรีย์ในระบบได้มากกว่าเมื่อเทียบกับปริมาตรของถังเติมอากาศที่เท่ากัน จุลชีพตกตะกอนได้ดี และสามารถรับภาระสารอินทรีย์ที่เปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหันได้ดี

ภาพที่ 2.4

กระบวนการ Activated Sludge แบบปรับเสถียรสัมผัส

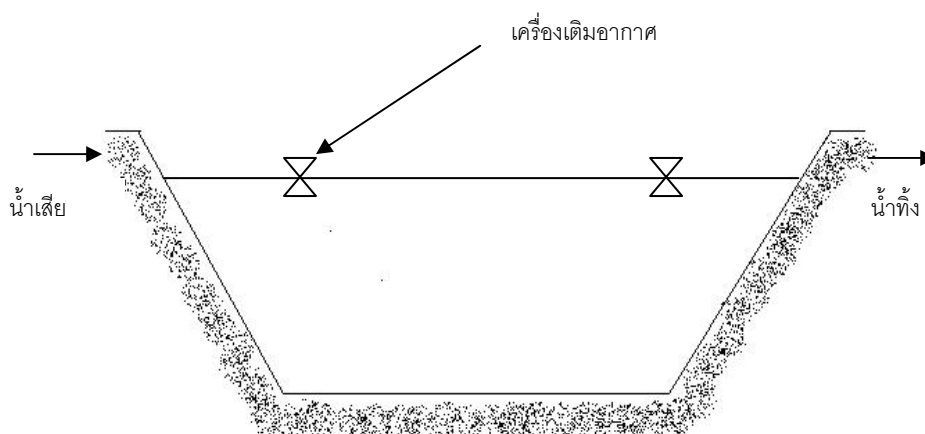


5.4.5 บ่อหรือสระเติมอากาศ (Aerated Lagoon) อาจถือเป็นกระบวนการ Activated Sludge แบบไม่มีการหมุนเวียนสลัดจ์ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบนี้มักเป็นบ่อดินขนาดใหญ่ที่มีระยะเวลากักน้ำหลายวัน มีการเติมอากาศด้วยเครื่องเติมอากาศแบบลอยน้ำแต่ไม่มีถังตกตะกอน ดังภาพที่ 2.5 ด้วยเหตุนี้ น้ำทิ้งจึงมีจุลชีพติดออกไปด้วย ทำให้ประสิทธิภาพของ

ระบบต่ำกว่ากระบวนการ Activated Sludge แบบอื่นๆ และเนื่องจากระบบไม่มีการหมุนเวียน สลัดจ์ ความเข้มข้นของ MLSS ในบ่อเติมอากาศจึงมีค่าต่ำกว่าระบบอื่นๆ (น้อยกว่า 1,000 mg/l)

ภาพที่ 2.5

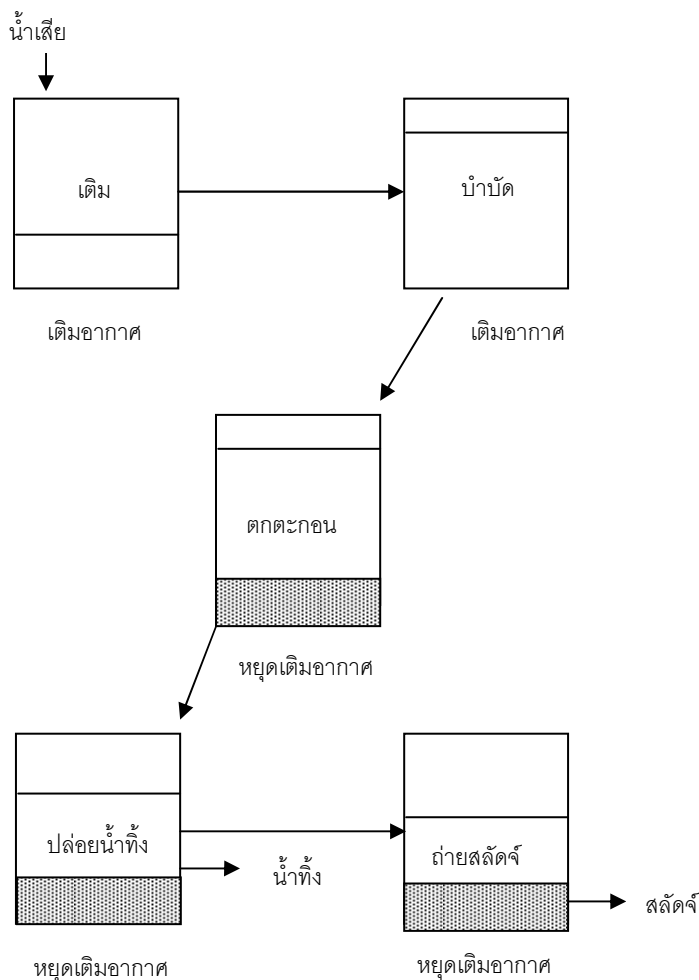
บ่อเติมหรือสระเติมอากาศ



5.4.6 ระบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor, SBR) สำหรับระบบบำบัด

น้ำเสียขนาดเล็กและน้ำเสียไหลเป็นบางช่วง เช่น น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก ซึ่งอาจมีน้ำเสียไหลเพียง 4-8 ชั่วโมง/วัน การใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไหลต่อเนื่อง (Continuous Flow Process) จำเป็นต้องมีบ่อเก็บกักน้ำเสียขนาดใหญ่เพื่อควบคุมให้น้ำเสียเข้าสู่ระบบอย่างสม่ำเสมอ ระบบเอสบีอาร์เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้ถังเติมอากาศ ทำหน้าที่ทั้งการเติมอากาศ เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์และทำหน้าที่แยกสลัดจ์ด้วยการตกตะกอนภายในถังเดียวกัน ดังภาพที่ 2.6 โดยขั้นตอนการทำงานจะปล่อยให้ให้น้ำเสียไหลเข้าถังที่มีจุลินทรีย์อยู่ภายในถังแล้วและเติมอากาศอยู่ เมื่อถึงเวลาที่กำหนด (ประมาณ 22 ชั่วโมง) จะหยุดเติมอากาศเพื่อทิ้งให้ตกตะกอน (ประมาณ 2 ชั่วโมง) ซึ่งจะได้น้ำใสส่วนบนที่สามารถปล่อยทิ้งออกได้เป็นการเสร็จสิ้นกระบวนการบำบัดจากนั้นก็เริ่มกระบวนการใหม่ การทำงานแบบไม่ติดต่อกันของระบบนี้ทำให้ระบบมีความเหมาะสมกับโรงงานที่มีขนาดเล็กและมีปริมาณน้ำเสียน้อย ในทางปฏิบัติอาจมีการใช้ถังบำบัดน้ำเสียมากกว่า 2 ถังขึ้นไป เพื่อให้การดำเนินการบำบัดน้ำเสียเป็นไปได้อย่างต่อเนื่อง

ภาพที่ 2.6
ระบบเอสปีอาร์



5.5 วิธีควบคุมการทำงานของระบบตะกอนเร่ง

การควบคุมการทำงานของระบบมีวัตถุประสงค์เพื่อให้การดำเนินการบำบัดน้ำเสียสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างต่อเนื่อง และคุณภาพของน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วมีค่ามลสารไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งตามกฎหมายกำหนดไว้

5.5.1 การควบคุมอัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์

จุลินทรีย์ที่มีสมรรถภาพในการทำงานจะต้องมีปริมาณอาหารที่พอเหมาะซึ่งควบคุมได้โดยการรักษาสัดส่วนของน้ำหนักรีโอดีนที่ส่งเข้ามาบำบัดต่อน้ำหนักจุลินทรีย์ ซึ่งวัดในรูปของแข็งแขวนลอย (MLSS) ให้มีค่าตามที่ต้องการ และเรียกค่าที่ใช้ควบคุมนี้ว่า อัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ (Food to Microorganism Ratio, F/M ratio) ซึ่งในทางปฏิบัติการควบคุม

ปริมาณอาหารหรือบีโอดีในน้ำเสียที่เข้านั้นจะควบคุมได้ยาก ดังนั้นการที่จะควบคุมค่า F/M ให้เหมาะสมจะอาศัยการเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักของจุลินทรีย์ ซึ่งวัดในรูป MLSS โดยการเพิ่มหรือลดการนำสลัดจ์ส่วนเกินไปทิ้ง

รูปแบบของกระบวนการ Activated Sludge สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทตามอัตราส่วนของอาหารต่อจุลินทรีย์ (F/M Ratio) หรือภาระอินทรีย์ (Organic Loading) คือ อัตราการบำบัดสูง (High Rate) อัตราการบำบัดธรรมดา (Conventional Rate) และอัตราการบำบัดต่ำ (Low Rate หรือ Extended Aeration) โดยช่วงการทำงานตามค่า F/M คือ 0.5 – 2.0, 0.2 – 0.5 และ 0.05 – 0.15 ต่อวัน ตามลำดับ ในทางปฏิบัติผู้ควบคุมต้องปรึกษาผู้ออกแบบว่าได้ออกแบบระบบไว้ในช่วงใด เพื่อที่จะควบคุมระบบให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

5.5.2 การควบคุมอายุสลัดจ์

อายุสลัดจ์ หรือเวลากักพักของแข็ง (Sludge Retention Time , SRT) หมายถึงระยะเวลาเฉลี่ยที่จุลินทรีย์หมุนเวียนอยู่ในระบบ เป็นตัวแปรที่สำคัญในการออกแบบและควบคุมการทำงานของระบบและมีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าอัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ การควบคุมค่าอายุสลัดจ์ให้มีค่าคงที่จะทำให้อัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์มีค่าคงที่ตามไปด้วย ซึ่งค่าที่ควบคุมเหล่านี้จะเป็นตัวกำหนดคุณภาพของน้ำทิ้ง ในการควบคุมระบบจะต้องทดลองหาค่าอายุสลัดจ์ที่เหมาะสม โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าอายุสลัดจ์กับคุณภาพน้ำทิ้ง เช่น บีโอดี และของแข็งแขวนลอย แล้วเลือกค่าที่เหมาะสมที่สุด อายุสลัดจ์สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{อายุสลัดจ์} = \frac{\text{น้ำหนักของจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ}}{\text{น้ำหนักของจุลินทรีย์ที่ออกจากระบบต่อวัน}}$$

วิธีควบคุมการทำงานของกระบวนการ Activated Sludge โดยใช้ค่าอายุสลัดจ์ เป็นวิธีที่ดีที่สุด เพราะเป็นการควบคุมค่าภาระอินทรีย์ไปในตัว และสามารถคำนวณค่าสลัดจ์ส่วนเกินที่ต้องนำไปทิ้งได้อย่างถูกต้อง วิธีการควบคุมทำได้ง่ายและไม่ต้องใช้การวิเคราะห์ที่ยุ่งยาก ดังตารางที่ 2.2 (มันลิน ตันจุลเวศม์, 2542, น.6 อ้างถึงใน กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2549, น.5-32)

ตารางที่ 2.2
ค่าอายุสลัดจ์ที่ช่วงการทำงานต่างๆ

รูปแบบของกระบวนการ	ค่าอายุสลัดจ์ (วัน)
อัตราการบำบัดสูง	น้อยกว่า 3
อัตราการบำบัดธรรมดา	5 – 15
อัตราการบำบัดต่ำ	มากกว่า 20

ที่มา: “ค่าอายุสลัดจ์ที่ช่วงการทำงานต่างๆ”, โดยกรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2549, ตำราบำบัดมลพิษทางน้ำ, น.5-32.

การควบคุมหรือเปลี่ยนแปลงค่าอายุสลัดจ์ ทำได้โดยการปรับอัตราการนำสลัดจ์ส่วนเกินไปทิ้ง หากนำไปทิ้งมากเกินไปค่าอายุสลัดจ์ก็จะลดลง และหากนำไปทิ้งน้อยค่าอายุสลัดจ์ก็จะเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ การลดอายุสลัดจ์จะทำให้มีน้ำหนักรวมของจุลินทรีย์ที่ต้องนำไปทิ้งเพิ่มขึ้น เนื่องจากจุลินทรีย์มีอัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้น และถ้าเพิ่มอายุสลัดจ์ก็จะทำให้เกิดผลตรงข้ามในการปรับค่าอายุสลัดจ์ในแต่ละครั้งจะต้องใช้เวลาประมาณ 1-3 เท่าของค่าอายุสลัดจ์เพื่อให้ระบบปรับตัวอยู่ในสภาวะคงที่ โดยผู้ควบคุมระบบจะต้องติดตามค่านวนค่าน้ำหนักของ MLSS และปริมาณจุลินทรีย์ที่ต้องนำไปทิ้ง จนกว่าจะมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

6. มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง

ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ออกตามความมาตรา 55 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 แสดงมาตรฐานคุณภาพน้ำ ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3

ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุดตามประเภทมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง				
		ก	ข	ค	ง	จ
1. ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	5-9	5-9	5-9	5-9	5-9
2. บีโอดี (BOD)	mg/l	≤20	≤30	≤40	≤50	≤200
3. ปริมาณของแข็ง (Solids)						
3.1 ค่าสารแขวนลอย (Suspended Solids)	mg/l	≤30	≤40	≤50	≤50	≤60
3.2 ค่าตะกอนหนัก(Settleable Solids)	mg/l	≤0.5	≤0.5	≤0.5	≤0.5	-
3.3 ค่าที่ละลายได้ทั้งหมด (total Dissolved Solids)	mg/l	≤500	≤500	≤500	≤500	-
4. ค่าซัลไฟด์ (Sulfide)	mg/l	≤1.0	≤1.0	≤3.0	≤4.0	-
5. ไนโตรเจน (Nitrogen) ในรูป ที เค เอ็น (TKN)	mg/l	≤35	≤35	≤40	≤40	-
6. น้ำมันและไขมัน (Fat, Oil and Grease)	mg/l	≤20	≤20	≤20	≤20	≤100

ที่มา: “ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด”, โดยกรมอนามัย, 2551, คู่มือมาตรฐานการสุขาภิบาลและความปลอดภัยในโรงพยาบาล, น. 116.

หมายเหตุ

- ก. หมายถึง สถานพยาบาลที่มีจำนวนเตียงมากกว่า 30 เตียง
- ข. หมายถึง สถานพยาบาลที่มีจำนวนเตียงตั้งแต่ 10 เตียงแต่ไม่ถึง 30 เตียง
- ค. หมายถึง อาคารชุดที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นที่อยู่อาศัยรวมกันทุกชั้นของอาคาร หรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 10 ห้อง แต่ไม่ถึง 100 ห้องนอน
- ง. หมายถึง หอพักที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นที่อยู่อาศัยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 10 ห้อง แต่ไม่ถึง 50 ห้อง
- จ. หมายถึง ภัตตาคารหรือร้านอาหารที่มีพื้นที่ให้บริการรวมกันทุกชั้นไม่ถึง 100 ตารางเมตร

โดยการระบายน้ำทิ้งจากโรงพยาบาลต้องเป็นไปตามมาตรฐานของอาคารประเภท ก และประเภท ข และต้องมีค่าแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria) ไม่เกิน 5000 MPN/100 ml (กรมอนามัย, 2551, น.6)

ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลแต่ละแห่งขึ้นอยู่กับการบริหารจัดการระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล ซึ่งจากการศึกษาของ กำพล นันทพงษ์ (2545) ได้ทำการศึกษาปริมาณและลักษณะน้ำเสียที่เกิดขึ้นในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต และรูปแบบการจัดการที่เหมาะสม โดยในส่วนของการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ ซึ่งเป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Surface Contact Biological Aerator (SCBA) ซึ่งสามารถรองรับน้ำเสียในอัตรา 500 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ด้วยการตรวจสอบลักษณะน้ำเสียที่เข้าระบบและน้ำทิ้งที่ออกจากระบบพบว่าสามารถลดค่า BOD, COD, SS, และค่า Oil and Grease ลงได้ร้อยละ 84, 89, 88 และ 96 ตามลำดับ โดยน้ำทิ้งที่ออกจากระบบไม่เกินมาตรฐานทุกพารามิเตอร์ และจากการศึกษาของ อุไรวรรณ อินทร์ม่วง เกียรติศักดิ์ คุหรินญรัตน์ และพณา พักอ่อน (2540) ที่ทำการศึกษาคูณลักษณะของน้ำทิ้งก่อนและหลังบำบัดด้วยระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน จำนวน 18 แห่ง แบ่งเป็นระบบคลองวนเวียน 10 แห่ง และระบบบ่อผันสภาพ 8 แห่ง พบว่าคุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วของโรงพยาบาลทุกแห่งมีคุณภาพไม่ได้มาตรฐานน้ำทิ้งตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด โดยพารามิเตอร์ที่ไม่ได้มาตรฐานทุกโรงพยาบาลคือ ค่าตะกอนหนัก ส่วนพารามิเตอร์อื่นที่ไม่ได้มาตรฐาน ได้แก่ สารแขวนลอย มีค่าเฉลี่ยไม่ได้มาตรฐานร้อยละ 66.66 บีโอดีมีค่าเฉลี่ยไม่ได้มาตรฐาน ร้อยละ 33.33 ซัลไฟด์มีค่าเฉลี่ยไม่ได้มาตรฐาน ร้อยละ 0.06 ประสิทธิภาพในการลดค่าความสกปรกของระบบคลองวนเวียนมีประสิทธิภาพในการลด BOD สารแขวนลอย ตะกอนหนัก ซัลไฟด์ ทีเคเอ็น โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด และพีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เฉลี่ยร้อยละ 69.05, 65.41, 58.39, 45.49, 61.98, 82.69 และ 83.63 และบ่อผันสภาพมีประสิทธิภาพในการลดค่าพารามิเตอร์ข้างต้นเฉลี่ยร้อยละ 55.58, 36.94, 48.95, 36.61, 54.82, 92.45 และ 87.32 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดพบว่าระบบคลองวนเวียนมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงกว่าระบบบ่อผันสภาพ ยกเว้นค่า โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด และพีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย โดยสาเหตุเกิดจากอุปกรณ์ชำรุดเสียหายและขาดที่ปรึกษาด้านวิชาการ นอกจากนี้ สุจิตรา โพธิ์พรม (2550) ได้ทำการศึกษากาการประเมินการจัดการระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลเพ็ญ อำเภอพะนัง จังหวัดอุดรธานี พบว่าคุณภาพน้ำทิ้งเมื่อเทียบกับ

ค่ามาตรฐานการระบายน้ำทิ้งของอาคารประเภท ก ผ่านมาตรฐาน ยกเว้นพีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียซึ่งตรวจพบถึง 8000 MPN/100ml เมื่อพิจารณาจากงานวิจัยข้างต้น อาจพิจารณาได้ว่าเกิดจากการขาดที่ปรึกษาด้านวิชาการซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาสถานการณ์การบริหารจัดการสุขาภิบาลและสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยในโรงพยาบาลสังกัดสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุขปี 2550 ของ สุพร ผดุงศุภไฉย (2551) ที่ระบุว่าปัญหาในการดูแลระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลคือ ขาดงบประมาณ ขาดความรู้ และที่ปรึกษาในการดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย