การศึกษาแนวทางการจัดการน้ำเสียแบบติดกับที่ของโรงพยาบาลชุมชน ขนาด 30-60 เตียงในจังหวัดกระบี่

The Study of Appropriate Management for Onsite Wastewater Treatment Plants of Some Municipal Hospitals (30-60 beds) in Krabi Province.

บุญฤทธิ์ การุญเมธี

Boonyarit Karoonmatee

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Environmental Management
Prince of Songkla University
2553

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การศึกษาแนวทางการจัดการน้ำเสียแบบติดกับที่ของโรงพยาบาลชุมชน ขนาด 30-60 เตียงในจังหวัดกระบี่

ผู้เขียน นายบุญฤทธิ์ การุญเมธี

สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก **คณะกรรมการสอบ**

.... ประธานกรรมการ

(ดร.ชัยศรี สุขสาโรจน์) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนาลี ชีวกิดาการ)

..... กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นุกูล อินทระสังขา)

.... กรรมการ

(ดร.ธันวดี สุขสาโรจน์) (รองศาสตราจารย์ ดร.อุดมผล พืชน์ไพบูลย์)

..... กรรมการ

(ดร.ชัยศรี สุขสาโรจน์)

..... กรรมการ

(ดร.ธันวดี สุขสาโรจน์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.เกริกชัย ทองหนู)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ การศึกษาแนวทางการจัดการน้ำเสียแบบติดกับที่ของโรงพยาบาลชุมชน ขนาด 30-60 เตียงในจังหวัดกระบี่

ผู้เขียน นายบุญฤทธิ์ การุญเมธี

สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม

ปีการศึกษา 2552

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสาเหตุของปัญหาและแนวทางการจัดการน้ำเสียแบบติดกับที่ของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30-60 เตียง โดยกำหนดให้โรงพยาบาลชุมชนในจังหวัดกระบี่ จำนวน 3 แห่ง (โรงพยาบาล ก ข และ ค) เป็นกรณีศึกษา โรงพยาบาลทั้ง 3 แห่ง มีระบบรวบรวมน้ำเสียแบบแยกไม่รวมกับน้ำฝน ส่วนระบบบำบัดน้ำเสียเป็นระบบสำเร็จรูปแบบติดกับที่ติดตั้งแยกตามอาคารต่างๆ แบ่งออกได้ 2 รูปแบบ ได้แก่ ระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้และใช้ออกซิเจน ร่วมกับการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน (สำหรับอาคารผู้ป่วยนอก ผู้ป่วยใน และโรงครัว) และระบบบำบัดอาศัยจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจน (สำหรับอาคารซักฟอก) ดำเนินการศึกษาภาคสนาม โดยเก็บข้อมูลปฐมภูมิ ประกอบด้วย ข้อมูลจากแบบสอบถามข้อมูลทั่วไป แบบตรวจสอบระบบบำบัด การระดมสมองร่วมกับเทคนิค Ishikawa วิเคราะห์ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสีย และศึกษาข้อมูลทุติยภูมิจากรายงานต่างๆ ของโรงพยาบาล ข้อมูลทั้งหมดนำมาจัดกลุ่มสาเหตุของปัญหา จัดทำแนวทางการจัดการน้ำเสียสำหรับโรงพยาบาลชุมชน และทดลองแนวทางการจัดการน้ำเสียที่จัดทำขึ้นกับโรงพยาบาล ข

ผลการตรวจวัดปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัดโรงพยาบาลทั้ง 3 แห่ง พบว่า มีปริมาณน้ำเสียเกิดขึ้นอยู่ในช่วง 23.0-28.5 ลบ.ม./วัน ส่วนผลการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยนอก ผู้ป่วยใน โรงครัว และซักฟอก ของโรงพยาบาล ก ข และ ค พบว่ามีค่า TSS อยู่ในช่วง 158-1,875 64-635 543-1,130 และ 26-171 มก./ล. BOD_5 อยู่ในช่วง 64-515 59-196 929-1,212 และ 18-31 มก./ล. TKN อยู่ในช่วง 39-234 26-134 42-55 และ1-4 มก./ล. มีค่า pH อยู่ในช่วง 6.7-8.1 7.4-7.7 5.3-6.8 และ 8.2-9.8 และมีปริมาณ TCB อยู่ในช่วง 5.4 x 10^3 - >1.6 x10^9 4.9 x 10^4->1.6 x 10^9 4.6 x 10^5 และ <1.8-34 MPN/100 มล. ตามลำดับ จากการวิเคราะห์สามารถจัดกลุ่มสาเหตุของปัญหาการจัดการน้ำเสียได้ 5 กลุ่ม ได้แก่ นโยบาย ปริมาณและลักษณะ

สมบัติของน้ำเสีย ระบบรวบรวมน้ำเสีย ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ และการควบคุมระบบ ซึ่งสรุปเป็นปัญหาหลักสำคัญในการจัดการน้ำเสียได้ 2 ประการ ได้แก่ ปัญหาด้านนโยบายและการจัดการระบบบำบัดน้ำเสีย ทั้งนี้จึงได้จัดทำแนวทางการจัดการน้ำเสียสำหรับโรงพยาบาลชุมชนที่มีองค์ประกอบสำคัญ 5 ส่วน ได้แก่ นโยบาย แผนงาน/โครงการ การจัดการน้ำเสีย การประเมินผล และการทบทวนแผนงาน/โครงการ/นโยบาย และนำแนวทางดังกล่าวมาทดลองใช้กับโรงพยาบาล ข พบว่า หลังการทดลองคุณภาพน้ำทิ้งส่วนใหญ่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นกระบวนการฆ่าเชื้อ ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียหลังดำเนินการของระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยนอก 1 และ 2 ผู้ป่วยใน โรงครัว และซักฟอก สามารถบำบัดน้ำเสียในรูปของ TSS ร้อยละ 81.80 93.06 97.12 97.09 และ 96.22 BOD_5 ลดลงร้อยละ 93.89 98.21 94.54 99.47 และ 19.82 TKN ลดลงร้อยละ 83.72 78.20 61.91 57.65 ยกเว้นอาคารซักฟอกมีปริมาณ TKN เพิ่มขึ้น และ น้ำทิ้งจากระบบมีค่า pH เท่ากับ 7.5 7.7 7.4 7.2 และ 9.2 ตามลำดับ ซึ่งแนวทางการจัดการน้ำเสียที่จัดทำขึ้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโรงพยาบาลชุมชนอื่น ให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ และทำให้สามารถควบคุมประสิทธิภาพของระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนต่อไป

Thesis Title	The Study of Appropriate Management for Onsite Wastewater Treatment Plants of Some Municipal Hospitals (30-60 beds) in Krabi Province.
Author	Mr.Boonyarit Karoonmatee
Major Program	Environmental Management
Academic Year	2009

Abstract

This study aims to find the causes of the problems and management approach for the onsite wastewater treatment plant (WWTP) management of the municipal hospital (30 – 60 beds). There were 3 hospitals in Krabi province which were studied (A B and C). Their WWTP were separation system and were installed at each building including 2 types, biological process using anaerobic and aerobic processed combined with chlorination (used for out patient, in patient building and cafeteria) and anaerobic biological process (used for washing building). The data used in this study included primary data obtained from the questionnaire, surveying checklist, brainstorming using Ishikawa technique and wastewater analysis and the secondary data from hospital reports. After that the cause of problems were arranged, the WWTP management guideline was introduced and then this guideline was applied in the Hospital B.

The result of the wastewater quantity measurement showed that the wastewater quantity generated from each hospital was in ranged of 23.0-28.5 m^3/day. The wastewater from out patient, in patient, cafeteria and washing building of hospital A, B and C contained TSS about 158-1,875, 64-635, 543-1 and 26-171 mg/L, BOD_5 about 64-515, 59-196, 929-1,212 and 18-31 mg/L, TKN in ranged of 39-234, 26-134, 42-55 and 1-4 mg/L, pH was in range of 6.7-8.1, 7.4-7.7, 5.3-6.8 and 8.2-9.8 and TCB by 5.4×10^3 ->1.6×10^9, 4.9×10^4->1.6×10^9, 4.6×10^5 and <1.8-34 MPN/100 mL, respectively. The cause of problems found could be divided into 5 groups; namely, policy, quantity and characteristic, collection system, onsite treatment and operation. These groups were summarized to be two principle of problems, the policy and onsite treatment operation. Therefore an appropriate guideline for WWTP including policy, planning/program,

WWTP management, evaluation and reviewing was introduced. The result of management approach application in hospital B was found that the effluent from WWTP after the guideline implementation met the standard except the amount of total coliforms. The removal efficiency of out patient 1, 2, in patient, cafeteria and washing onsite treatment unit obtained in terms of TSS were 81.80, 93.06, 97.12, 97.09 and 96.22%, in terms of BOD_5 were 93.89, 98.21, 94.54, 99.47 and 19.82 % and in terms of TKN were 83.72, 78.20, 61.91 and 57.65%, respectively. But the efficiency of washing building treatment unit decreased. Whereas the pH of these effluent were 7.5, 7.7, 7.4, 7.2 and 9.2, respectively. Therefore, it could be concluded that the proposed implementation could be applied for other municipal hospital to initiate the learning process and sustainable effective WWTP management.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
รายการตาราง	(11)
รายการตารางผนวก	(14)
รายการภาพ	(16)
คำอธิบายศัพท์/คำย่อ	(19)
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 บทนำต้นเรื่อง	1
1.2 การตรวจเอกสาร	3
1.2.1 ความหมายและโครงสร้างของโรงพยาบาล	3
1.2.2 น้ำเสีย	6
1.2.3 น้ำเสียจากโรงพยาบาล	8
1.2.4 กระบวนการบำบัดน้ำเสียและการฆ่าเชื้อโรคในระบบบำบัดน้ำเสีย	13
1.2.5 การบำบัดน้ำเสียจากโรงพยาบาล	19
1.2.6 ระบบบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาล	23
1.2.7 การบริหารจัดการ	37
1.2.8 การนำน้ำเสียกลับมาใช้ซ้ำ	39
1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	40
1.4 วัตถุประสงค์	44
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	44
1.6 ขอบเขตการวิจัย	45
1.7 กรอบแนวคิด	46

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2. วิธีการศึกษา	47
2.1 ข้อมูลที่ใช้เพื่อการวิจัย	47
2.2 ประชากรและกลุ่มเป้าหมาย	47
2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	47
2.4 วัสดุ สารเคมี และอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง	48
2.5 การเก็บตัวอย่าง การรักษาสภาพตัวอย่าง และการวิเคราะห์ตัวอย่าง	49
2.6 ขั้นตอนการวิจัย	52
2.7 การรายงานผล	56
3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล	57
3.1 ข้อมูลสถานการณ์ปัญหาการจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาลชุมชน กรณีศึกษาในจังหวัดกระบี่	57
3.1.1 ข้อมูลจากแบบสอบถามการจัดการน้ำเสียโรงพยาบาลกรณีศึกษา	57
3.1.2 ข้อมูลจากแบบตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลกรณีศึกษา	84
3.1.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสีย	90
3.1.4 สรุปสาเหตุของปัญหาจากการเก็บรวบรวมข้อมูลของโรงพยาบาลกรณีศึกษา	111
3.2 ผลการวิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางการแก้ไขปัญหาการจัดการน้ำเสีย	119
3.2.1 ผลการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาการจัดการน้ำเสีย	119
3.2.2 ข้อเสนอแนะในการแก้ไขปัญหาการจัดการน้ำเสีย	122
3.3 แนวทางการจัดการน้ำเสียสำหรับโรงพยาบาลชุมชน	124
3.3.1 นโยบาย	127
3.3.2 แผนงาน/โครงการด้านการจัดการน้ำเสีย	127
3.3.3 แนวทางการจัดการน้ำเสีย	128
3.3.4 การประเมินผล	132
3.3.5 การทบทวน ปรับปรุง แผนงาน/โครงการ และนโยบาย	132

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4 ผลการทดลองแนวทางการจัดการน้ำเสียในโรงพยาบาลชุมชน ข	133
3.4.1 ขั้นตอนการดำเนินงานแนวทางการจัดการน้ำเสีย	133
3.4.2 ผลการดำเนินงานตามแนวทางการจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาล ข	141
4. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	151
4.1 สรุปผลการศึกษา	151
4.2 ข้อเสนอแนะ	156
เอกสารอ้างอิง	157
ภาคผนวก	164
ก. แบบสอบถาม แบบตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลชุมชน และผลการทดสอบความตรงตามเนื้อหา	164
ข. แบบตรวจสอบและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย	177
ค. ผลการวิเคราะห์ปริมาณและลักษณะสมบัติน้ำเสีย	182
ง. ขั้นตอนการจัดทำแนวทางการจัดการน้ำเสียสำหรับโรงพยาบาลชุมชน การตรวจสอบระบบรวบน้ำเสีย การตรวจสอบระบบบำบัด และโครงสร้างงานจัดการน้ำเสียโรงพยาบาลชุมชน	205
ประวัติผู้เขียน	228

รายการตาราง

ตาราง		หน้า
1-1	ลักษณะสำคัญน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียโรงพยาบาล	7
1-2	ชนิดของสิ่งตกค้างในน้ำเสียที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	9
1-3	จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในน้ำเสียจากชุมชน	10
1-4	ปริมาณและประสิทธิภาพการกำจัดจุลชีพในน้ำเสียของระบบบำบัดทั่วไป	13
1-5	หลักการและขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย	17
1-6	ประสิทธิภาพการกำจัดเชื้อโรคในกระบวนการบำบัดน้ำเสียประเภทต่างๆ	18
1-7	ลักษณะของตะกอนในบ่อเกรอะ	24
1-8	เกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบธรรมดา	25
1-9	เกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองวนเวียน (oxidation ditch)	26
1-10	เกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (stabilization pond)	28
1-11	เกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบเติมอากาศ (aerated lagoon)	29
1-12	ข้อดีข้อเสียของระบบบำบัดน้ำเสีย	30
1-13	ค่ากำหนดการออกแบบและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลชุมชน	35
1-14	สรุปแนวทางสำหรับการนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่	40
1-15	ค่าพารามิเตอร์ในน้ำเสียจากโรงพยาบาล	41
1-16	ประสิทธิภาพการบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็กแบบติดกับที่	44
2-1	การให้คะแนนสาเหตุของปัญหาการจัดการน้ำเสียที่ไม่มีประสิทธิภาพ	55
3-1	จำนวนผู้รับบริการประจำปี 2551 ของโรงพยาบาลกรณีศึกษา	59
3-2	หน่วยบริการที่ก่อให้เกิดน้ำเสียของโรงพยาบาลแยกตามระยะเวลาที่ให้บริการและระบบบำบัด	60
3-3	ความจุและเวลาเก็บกักน้ำเสียของระบบบำบัดแต่ละหน่วยของโรงพยาบาล ข ซึ่งเป็นแบบ typical	69
3-4	ปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับจุลินทรีย์ในถังเกรอะ	73
3-5	เครื่องเติมอากาศสำหรับถังเติมอากาศ	76
3-6	ปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ	77

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
3-7	ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมระบบโรงพยาบาลกรณีศึกษา	80
3-8	ข้อมูลคุณภาพน้ำทิ้งของโรงพยาบาลกรณีศึกษาในปี 2550	83
3-9	สภาพปัญหาระบบรวบรวมน้ำเสียที่พบจากการสำรวจ	85
3-10	สภาพปัญหาระบบบำบัดน้ำเสียที่พบจากการสำรวจ	87
3-11	ข้อมูลการใช้น้ำและน้ำเสียของโรงพยาบาลกรณีศึกษา	91
3-12	เปรียบเทียบปริมาณน้ำเสียกับค่าการออกแบบของระบบบำบัด	94
3-13	ประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล ข	98
3-14	ปริมาณโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์มในน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดโรงพยาบาลทั้ง 3 แห่ง	104
3-15	ภาระบรรทุกของมลพิษในน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดโรงพยาบาลทั้ง 3 แห่ง	105
3-16	ประสิทธิภาพของระบบบำบัดจากการวิเคราะห์ภาระบรรทุกในรูปของ BOD_5	107
3-17	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งของโรงพยาบาลทั้ง 3 แห่ง	108
3-18	สาเหตุของปัญหาการจัดการน้ำเสียและการแก้ไข	112
3-19	การให้น้ำหนักและจัดลำดับความสำคัญของปัญหา	121
3-20	ข้อเสนอแนะการแก้ปัญหาการจัดการน้ำเสียที่ไม่มีประสิทธิภาพ	122
3-21	ขั้นตอนการจัดทำแนวทางการจัดการน้ำเสีย	129
3-22	ผลการสำรวจแหล่งกำเนิดน้ำเสียที่ปล่อยลงสู่ระบบบำบัดของโรงพยาบาล ข	134
3-23	ผลการศึกษาหน้าที่ระบบรวบรวมน้ำเสียโรงพยาบาล ข	135
3-24	ผลการศึกษาหน้าที่ของหน่วยย่อยภายในระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล ข	136
3-25	วิธีการตรวจสอบและควบคุมระบบบำบัดจากการทดลองในโรงพยาบาล ข	137
3-26	บุคลากรที่มีความสำคัญในการควบคุมระบบ	140
3-27	ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมระบบในช่วงสัปดาห์แรก	142
3-28	สภาวะถังเติมอากาศภายในระบบบำบัดที่ใช้ในการทดสอบหาปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ	143

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
3-29	ผลการวิเคราะห์น้ำเสียก่อนเข้าถังเติมอากาศและค่า SVI ถังเติมอากาศ	146
3-30	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งหลังการทดลองควบคุมระบบบำบัดเป็นระยะเวลา 4 เดือน ของโรงพยาบาล ข	148

รายการตารางผนวก

ตารางผนวก		หน้า
ก-1	ผลการทดความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์แบบสอบถาม	174
ก-2	ผลการทดสอบความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์แบบตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย	175
ค-1	ผลการวัดอัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบบำบัดโรงพยาบาล ก ในช่วงวันทำการ (10 กรกฎาคม 2552)	183
ค-2	ผลการวัดอัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบบำบัดโรงพยาบาล ก ในช่วงวันหยุด (11 กรกฎาคม 2552)	184
ค-3	ผลการวัดอัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบบำบัดโรงพยาบาล ข ในช่วงวันทำการ (11 ธันวาคม 2551)	185
ค-4	ผลการวัดอัตราไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดโรงพยาบาล ข ช่วงวันหยุด (3 มกราคม 2552)	186
ค-5	ผลการวัดอัตราไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดโรงพยาบาล ค ช่วงวันทำการ (18 กันยายน 2552)	187
ค-6	ผลการวัดอัตราไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดโรงพยาบาล ค ช่วงวันหยุด (19 กันยายน 2552)	188
ค-7	การคำนวณเก็บตัวอย่างแบบผสมระบบบำบัดผู้ป่วยนอก โรงพยาบาล ก	189
ค-8	การคำนวณเก็บตัวอย่างแบบผสมระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยใน อาคารโรงครัวและซักฟอก โรงพยาบาล ก	190
ค-9	การคำนวณเก็บตัวอย่างแบบผสมระบบบำบัดอาคารโรงครัวและอาคารซักฟอก โรงพยาบาล ข	191
ค-10	การคำนวณเก็บตัวอย่างแบบผสมระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล ค	192
ค-11	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล ก	193
ค-12	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล ข	193
ค-13	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล ค	194

รายการตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวก		หน้า
ค-14	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งโรงพยาบาล ก	194
ค-15	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งโรงพยาบาล ข	195
ค-16	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งโรงพยาบาล ค	195
ค-17	ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียอาคารผู้ป่วยนอก (OPD) อาคารผู้ป่วยใน (IPD) และอาคารโรงครัวและซักฟอก (C&W) โรงพยาบาล ก	196
ค-18	ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียอาคารผู้ป่วยนอก (OPD) โรงพยาบาล ข	197
ค-19	ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียอาคารผู้ป่วยใน (IPD) และ อาคารซักฟอก (Cafeteria)โรงพยาบาล ข	198
ค-20	ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียอาคารซักฟอก โรงพยาบาล ข	199
ค-21	ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียอาคารผู้ป่วยนอก (OPD) และ อาคารผู้ป่วย ใน (IPD) โรงพยาบาล ค	199
ค-22	ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียอาคารซักฟอก โรงพยาบาล ค	199
ค-23	ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมระบบระหว่างการทดลองแนวทางการจัดการนำเสียโรงพยาบาล ข	200
ค-24	ลักษณะสมบัติทางกายภาพของน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย	203
ค-25	ลักษณะสมบัติทางเคมีของน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย	203
ค-26	ประสิทธิภาพการบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสียในรูปของ BOD_5 TKN และ TSS	204
ง-1	บุคคลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำเสีย	226

รายการภาพ

ภาพ		หน้า
1-1	โครงสร้างโรงพยาบาลชุมชน	4
1-2	กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศหรือแบบแอนแอโรบิก	15
1-3	รูปแบบการจัดการน้ำเสียโรงพยาบาล	22
1-4	แบบแปลนระบบรวบรวมน้ำเสีย	32
1-5	แบบแปลนระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับอาคารผู้ป่วยนอกและผู้ป่วยใน	32
1-6	แบบแปลนระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับอาคารโรงครัว	33
1-7	แบบแปลนระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับอาคารซักฟอก	33
1-8	ขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับอาคารผู้ป่วยนอกและผู้ป่วยใน	34
1-9	ขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับอาคารโรงครัว	34
1-10	ขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับอาคารซักฟอก	35
1-11	โครงสร้างของ PDCA	37
1-12	Ishika diagram	38
3-1	คณะกรรมการที่เกี่ยวข้องกับงานบำบัดน้ำเสียตามโครงสร้างงานคุณภาพโรงพยาบาลชุมชน	62
3-2	ระบบรวบรวมน้ำเสียแบบแยก (separated system)	63
3-3	แบบแปลนระบบรวบรวมน้ำเสียโรงพยาบาลชุมชน ข	64
3-4	ท่อลำเลียงน้ำเสีย	64
3-5	บ่อดักกลิ่น	65
3-6	บ่อพักน้ำเสีย	65
3-7	บ่อดักขยะ	66
3-8	บ่อดักไขมัน	66
3-9	แบบแปลนระบบบำบัดน้ำเสียอาคารผู้ป่วยนอกและผู้ป่วยในโรงพยาบาลชุมชน ข	67
3-10	แบบแปลนระบบบำบัดน้ำเสียอาคารโรงครัวโรงพยาบาลชุมชน ข	67
3-11	แบบแปลนระบบบำบัดน้ำเสียอาคารซักฟอกในโรงพยาบาลชุมชน ข	68
3-12	การติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลชุมชน	70

รายการภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
3-13	ลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยนอกและผู้ป่วยใน	71
3-14	ลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัดอาคารโรงครัว	71
3-15	ลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัดอาคารซักฟอก	72
3-16	ถังเกรอะ	72
3-17	ถังกรองไร้อากาศ	74
3-18	ถังเติมอากาศ อุปกรณ์และเครื่องมือในถังเติมอากาศ	75
3-19	ถังตกตะกอน	78
3-20	ถังเติมคลอรีน	79
3-21	อัตราไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดทั้งหมดโรงพยาบาลทั้ง 3 แห่งในช่วงวันทำการ	92
3-22	อัตราไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดทั้งหมดโรงพยาบาลทั้ง 3 แห่ง ในช่วงวันหยุดราชการ	92
3-23	ลักษณะอัตราไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยนอกในวันทำการ	95
3-24	ลักษณะอัตราไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยในในวันทำการ	96
3-25	ลักษณะอัตราไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดอาคารโรงครัวโรงพยาบาล ข ในวันทำการ	96
3-26	ลักษณะอัตราไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดอาคารซักฟอกโรงพยาบาล ข และ ค ในวันทำการ	97
3-27	อุณหภูมิน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดของโรงพยาบาลกรณีศึกษา	99
3-28	ปริมาณของแข็งในน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดของโรงพยาบาลกรณีศึกษา	100
3-29	พีเอชน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดของโรงพยาบาลกรณีศึกษา	101
3-30	ปริมาณมลพิษในรูปของ COD BOD_5 และ TKN ในน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดของโรงพยาบาลกรณีศึกษา	102
3-31	ประสิทธิภาพการบำบัด TSS BOD_5 และ TKN ระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลทั้ง 3 แห่ง	110
3-32	กระบวนการค้นหาสาเหตุของปัญหาด้วยเทคนิค Ishikawa	120

รายการภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
3-33	กิจกรรมการระดมสมอง	122
3-34	เปรียบเทียบองค์ประกอบแนวทางการจัดการน้ำเสียกับหลักการ PDCA	125
3-35	แนวทางการจัดการน้ำเสียสำหรับโรงพยาบาลชุมชน	126
3-36	การสำรวจภาคสนามโรงพยาบาล ข	133
3-37	ลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยนอก ผู้ป่วยใน และโรงครัว โรงพยาบาล ข	134
3-38	ลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัดอาคารซักฟอกโรงพยาบาล ข	134
3-39	ขั้นตอนการตรวจสอบและควบคุมระบบบำบัด	138
3-40	เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมระบบบำบัด	139
3-41	ตัวกลางระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยใน	142
3-42	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำภายในถังเติมอากาศเมื่อหยุดเติมอากาศ ระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยนอก อาคารผู้ป่วยใน และอาคารโรงครัว โรงพยาบาล ข	144
3-43	ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเมื่อมีการเติมและหยุดเติมอากาศภายในถังเติมอากาศ ช่วงเวลาต่างๆ ของระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยนอก ผู้ป่วยใน และโรงครัว โรงพยาบาล ข	145
3-44	พีเอช ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในถังเติมอากาศ และปริมาณคลอรีนตกค้างในน้ำทิ้ง ระหว่างการควบคุมระบบตามแนวทางการจัดการน้ำเสียเป็นระยะเวลา 4 เดือน	147
3-45	ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียในรูปของ TSS BOD_5 และ TKN ก่อนและหลังดำเนินการควบคุมระบบโรงพยาบาล ข	149
4-1	ปัญหาการจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาลชุมชน	153

อธิบายศัพท์/คำย่อ

คำศัพท์		ความหมาย
AL	=	Aerated lagoon
AS	=	Activated sludge
BGLB	=	Brilliant green lactose bile broth
BOD_5	=	Total 5 day biochemical oxygen demand
C	=	Cafeteria
C & W	=	Cafeteria and washing building
CFU	=	Colony forming unit
COD	=	Chemical oxygen demand
DO	=	Dissolved oxygen
E. coli	=	Escherichia coli
EM	=	Effective microorganisms
ENV	=	Environmental
EQ tank	=	Equaling tank
F/M ratio	=	Food to microorganism ratio
FCB	=	Fecal coliform bacteria
FRP	=	Fiber reinforced plastic
HA	=	Hospital accreditation
HRM	=	Human resource management
HRT	=	Hydraulic retention time
IC	=	Infection control
IM	=	Information management
IOC	=	Index of items objective congruence

อธิบายศัพท์/คำย่อ (ต่อ)

คำศัพท์		ความหมาย
IPD	=	In patient department
LTB	=	Lauryl tryptose broth
MED	=	Medical
MLSS	=	Mixed-liquor suspended solids
MLVSS	=	Mixed-liquor volatile suspended solids
MPN	=	Most probable number
N	=	Nitrogen
NR	=	Non-reaction
NUR	=	Nursing
OHC	=	Organic hydrogen carbon
OLR	=	Organic loading rate
OPD	=	Out patient department
ORP	=	Oxidation-reduction potential
P	=	Phosphorus
PVC	=	Polyvinyl chloride
Qr/Q	=	Recycle ratio
RM	=	Risk management
SLR	=	Surface loading rate
SS	=	Settleable solids
SV_{30}	=	30 min settled sludge volume
SVI	=	Sludge volume index
TCB	=	Total coliform bacteria
TDS	=	Total dissolve solids

อธิบายศัพท์/คำย่อ (ต่อ)

คำศัพท์		ความหมาย
TKN	=	Total Kjeldahl nitrogen
TOC	=	Total organic carbon
TOR	=	Term of reference
TP	=	Total phosphorus
TS	=	Total solids
TSS	=	Total suspended solids
U.S.EPA	=	United States Environmental Protection Agency
W	=	Washing building
WHO	=	World Health Organization
WWTP	=	Wastewater treatment plant

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำต้นเรื่อง

องค์การอนามัยโลกได้ให้ความหมายของ “การสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม” (environmental sanitation) ไว้ว่า การสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม คือ งานที่กระทำเพื่อควบคุมปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบทางกายภาพทั้งหมดที่มนุษย์เป็นผู้กระทำ ซึ่งอาจก่อให้เกิดผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อการพัฒนาทางด้านร่างกาย และการดำรงชีวิตอยู่รอดของมนุษย์ ซึ่งมีความหมายเช่นเดียวกับ “การอนามัยสิ่งแวดล้อม” (environmental health) (กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ, 2548)

โรงพยาบาลเป็นสถานที่ให้บริการรักษาพยาบาลผู้ป่วยด้วยโรคติดต่อและไม่ติดต่อ กิจกรรมที่ให้บริการก่อให้เกิดของเสีย เช่น มูลฝอยทั่วไป มูลฝอยติดเชื้อ มูลฝอยอันตราย และน้ำเสีย ซึ่งต้องได้รับการจัดการที่ถูกต้องและเหมาะสม เพื่อให้มั่นใจได้ว่า ของเสียจากโรงพยาบาลไม่ได้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์

สำหรับน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมการให้บริการของโรงพยาบาล มีปริมาณเฉลี่ย 800 ลิตรต่อเตียงต่อวัน (กรมควบคุมมลพิษ, 2545) น้ำเสียที่มีการปนเปื้อนมลพิษ ได้แก่ เชื้อโรค ยา สารรังสี สารเคมี และสารพิษต่างๆ จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเกิดสภาวะเสียสมดุลของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศและเกิดโรคระบาดในมนุษย์ เช่น โรคอุจจาระร่วง โรคบิด และโรคพยาธิ เป็นต้น ประเทศไทยมีสถานพยาบาลทั้งภาครัฐและเอกชนจำนวน 27,804 แห่ง มีจำนวนเตียงทั้งหมด 140,961 เตียง (กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ, 2550) ประกอบด้วย โรงพยาบาลศูนย์ โรงพยาบาลทั่วไป โรงพยาบาลชุมชน โรงพยาบาลนอกสังกัดสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข โรงพยาบาลสังกัดกระทรวงอื่นๆ ศูนย์บริการสาธารณสุข สถานีอนามัย โรงพยาบาลเอกชนและคลินิก และโพลีคลินิก ดำเนินงานให้บริการครอบคลุมกิจกรรมหลักทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ การส่งเสริมสุขภาพ การป้องกันและควบคุมโรค การรักษาพยาบาล และการฟื้นฟูสุขภาพ น้ำเสียที่เกิดจากการให้บริการอาจก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม หากไม่มีการควบคุม ดูแล และบำบัดที่ถูกต้องอย่างเหมาะสม เช่น เกิดการปนเปื้อนในแหล่งน้ำธรรมชาติ แหล่งแพร่กระจายเชื้อโรคสู่ชุมชน และผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย เป็นต้น ส่วนใหญ่โรงพยาบาลเกือบทุกแห่งมีระบบบำบัดน้ำเสีย

อยู่แล้ว เช่น ระบบคลองวนเวียน (oxidation ditch) ระบบบ่อปรับเสถียร (stabilization ponds) และระบบถังกรองไร้อากาศ (anaerobic filter) เป็นต้น (อุไรวรรณ อินทร์ม่วง และคณะ, 2544)

โรงพยาบาลชุมชนซึ่งกระจายอยู่ในส่วนภูมิภาคของประเทศจำนวน 725 แห่ง มีจำนวนเตียงทั้งหมด 30,886 เตียง (กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ, 2550) แบ่งเป็นโรงพยาบาลชุมชนขนาด 10 30 60 90 และ 120 เตียง ปริมาณน้ำเสียขึ้นอยู่กับขนาดของโรงพยาบาล สำหรับโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 – 60 เตียง แต่เดิมได้มีการใช้ระบบถังเกรอะ (septic tank) ในการบำบัดน้ำเสีย ต่อมากระทรวงสาธารณสุขได้จัดทำโครงการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาลชุมชนตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ที่กำหนดให้โรงพยาบาลที่มีขนาด 30 เตียงขึ้นไปต้องมีการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือสิ่งแวดล้อม (กรมควบคุมมลพิษ, 2551) ในวันที่ 21 มีนาคม 2538 คณะรัฐมนตรีได้อนุมัติโครงการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาลชุมชนที่ยังไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียจำนวน 547 แห่ง โดยการประมูลแบบเหมารวมก่อสร้าง (lump sum turnkey) และได้แบ่งการดำเนินโครงการเป็น 2 ระยะ คือระยะที่ 1 จำนวน 302 แห่ง ในพื้นที่ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน และระยะที่ 2 จำนวน 245 แห่ง ในพื้นที่ภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง การดำเนินงานในระยะที่ 1 นั้น ได้แล้วเสร็จเมื่อเดือนมิถุนายน 2541 ส่วนระยะที่ 2 นั้นได้มีการชะลอการดำเนินการเนื่องจากการปรับแผนการลงทุน (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2542) และวันที่ 27 พฤศจิกายน 2544 คณะรัฐมนตรีมีมติให้กระทรวงสาธารณสุขดำเนินโครงการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลชุมชน (ตามรูปแบบของกรมอนามัย) ระยะที่ 2 จำนวน 270 แห่ง (สำนักเลขานุการคณะรัฐมนตรี, 2544) ระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลชุมชนทั้ง 2 ระยะเป็นระบบ onsite treatment แบบสำเร็จรูป คือ ถังเกรอะ กำหนดแบบติดตั้งเหมือนกันทั่วประเทศ โดยมีการติดตั้ง 2 ลักษณะ ได้แก่ แบบแยกบำบัดตามหน่วยที่ให้บริการ และแบบรวมน้ำเสียเข้าระบบบำบัดเพียงจุดเดียว ปัญหาและสภาพที่อาจก่อให้เกิดปัญหาในปัจจุบัน ได้แก่ ระบบบำบัดน้ำเสียถูกติดตั้งและใช้งานมาเป็นระยะเวลา 7 – 10 ปี โรงพยาบาลเกือบทุกแห่งมีปัญหาหลักในการจัดการน้ำเสีย ได้แก่ ปริมาณน้ำเสียมากเกินไป ขาดผู้ชำนาญในการดูแลบำรุงรักษา น้ำทิ้งไม่ซึมและล้นออกสู่สิ่งแวดล้อมหรือไหลย้อนกลับ ฯลฯ หากควบคุมดูแลระบบบำบัดไม่ดี จะทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดต่ำ คุณภาพน้ำทิ้งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เกิดความเสี่ยงต่อผู้ให้บริการ ผู้รับบริการ ชุมชน และสิ่งแวดล้อม และโรงพยาบาลไม่ได้รับการรับรองผลการประเมินด้านคุณภาพ (hospital accreditation, HA) เนื่องจากการจัดการน้ำเสียถูกกำหนดเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญในการพิจารณาเพื่อรับรองมาตรฐานบริการของสถานพยาบาลในระดับขั้นที่ 2

จังหวัดกระบี่ มีโรงพยาบาลชุมชนทั้งหมด 8 แห่ง ได้แก่ โรงพยาบาลชุมชนขนาด 60 เตียง จำนวน 1 แห่ง โรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียง จำนวน 5 แห่ง และโรงพยาบาลชุมชนขนาด 10 เตียง จำนวน 2 แห่ง พบว่า มีสภาพปัญหาด้านการจัดการน้ำเสียเช่นเดียวกับโรงพยาบาลชุมชนอื่นๆ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาวิจัย เรื่อง “การจัดการระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 – 60 เตียงในจังหวัดกระบี่” เนื่องจากมีความสะดวกในการเก็บข้อมูลสำหรับการศึกษาวิจัย ได้รับการสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงาน และผลการวิจัยที่ได้สามารถนำมาใช้ประโยชน์กับโรงพยาบาลชุมชนอื่นๆ ที่มีระบบบำบัดน้ำเสียรูปแบบเดียวกันได้ โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล วิธีการดำเนินงาน และสภาพปัญหาการจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาลชุมชนในจังหวัดกระบี่ นำมาวิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางการแก้ปัญหา ดำเนินการจัดทำแนวทางการจัดการน้ำเสียสำหรับโรงพยาบาลชุมน ทดลองแนวทางที่สร้างขึ้นในภาคสนาม และสรุปแนวทางการจัดการน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับโรงพยาบาลชุมชน เพื่อให้สามารถนำไปปฏิบัติได้จริงอย่างเป็นรูปธรรมต่อไป

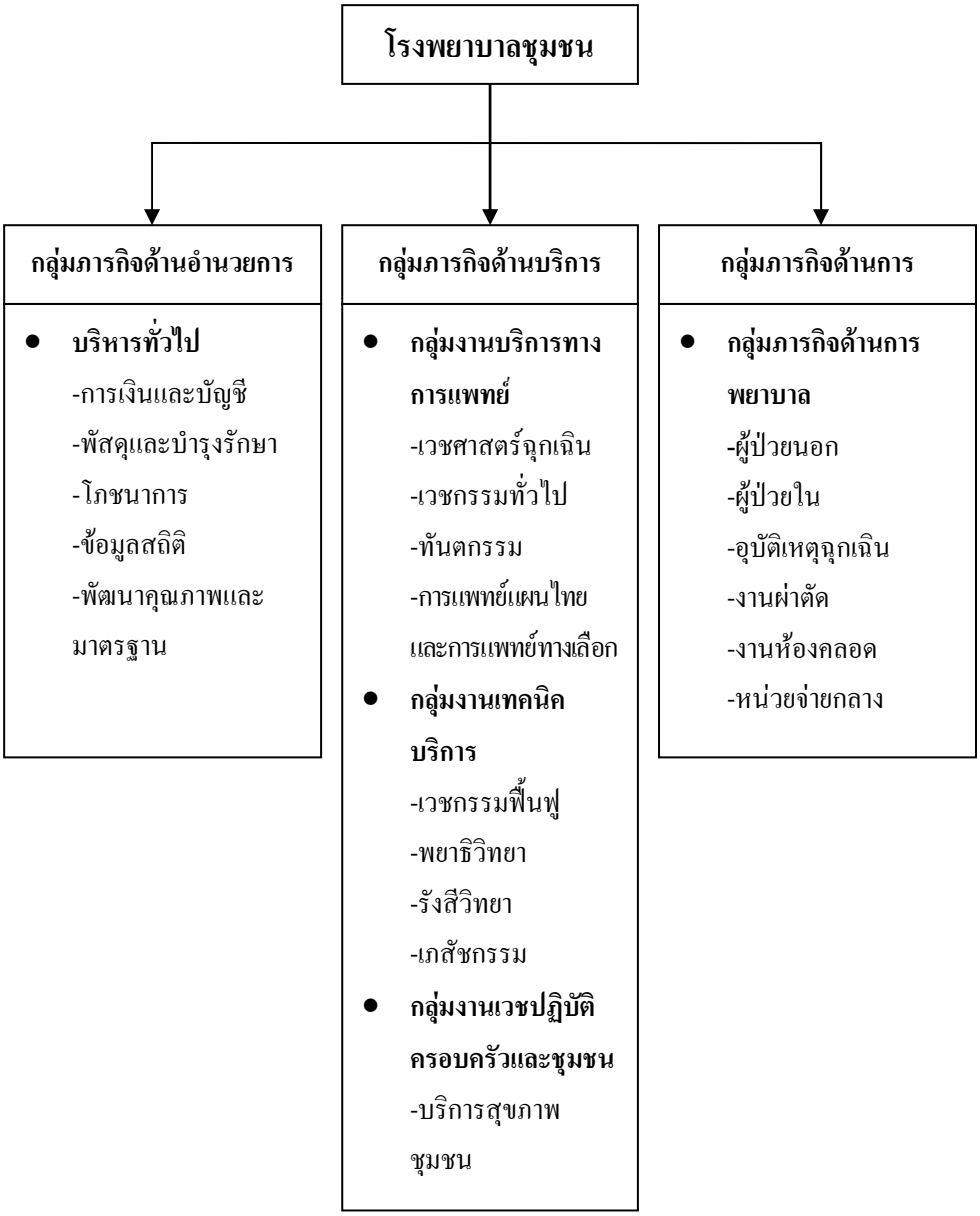
1.2 การตรวจเอกสาร

1.2.1 ความหมายและโครงสร้างของโรงพยาบาล

สถานพยาบาลตามพระราชบัญญัติสถานพยาบาล (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2547 หมายถึง สถานที่รวมตลอดถึงยานพาหนะซึ่งจัดไว้เพื่อการประกอบโรคศิลปะตามกฎหมายว่าด้วยการประกอบโรคศิลปะ การประกอบวิชาชีพเวชกรรมตามกฎหมายว่าด้วยวิชาชีพเวชกรรม การประกอบวิชาชีพการพยาบาลและการผดุงครรภ์ตามกฎหมายว่าด้วยวิชาชีพการพยาบาลและการผดุงครรภ์ การประกอบวิชาชีพทันตกรรมตามกฎหมายว่าด้วยวิชาชีพทันตกรรม การประกอบวิชาชีพกายภาพบำบัดตามกฎหมายว่าด้วยวิชาชีพกายภาพบำบัด หรือการประกอบวิชาชีพเทคนิคการแพทย์ตามกฎหมายว่าด้วยวิชาชีพเทคนิคการแพทย์ ทั้งนี้ โดยกระทำเป็นปกติธุระไม่ว่าจะได้รับประโยชน์ตอบแทนหรือไม่ (สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา, 2551)

โรงพยาบาล หมายถึง “สถานพยาบาลใดๆ ซึ่งได้รับอนุญาตให้ตั้งและดำเนินการสถานพยาบาลตามพระราชบัญญัติสถานพยาบาล พ.ศ. 2541 เพื่อประกอบการรักษาพยาบาลคนไข้หรือผู้ป่วย ซึ่งมีเตียงรับคนไข้ไว้ค้างคืนและจัดให้มีการวินิจฉัยโรค การศัลยกรรมผ่าตัดใหญ่ (major surgery) และให้บริการด้านพยาบาลเต็มเวลา” (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2551)

โรงพยาบาลชุมชน หมายถึง สถานบริการทางการแพทย์และสาธารณสุขที่มีเตียงรับผู้ป่วยไว้รักษาภายในตั้งแต่ 10-120 เตียง (ไม่เกิน 150 เตียง) ประจำชุมชนระดับอำเภอ เป็นศูนย์บริการและวิชาการทางด้านส่งเสริมสุขภาพ การรักษาพยาบาล การควบคุมป้องกันโรค การปรับปรุงสุขาภิบาลและสิ่งแวดล้อมชุมชน และการฟื้นฟูสภาพ (กระทรวงสาธารณสุข, 2551) โครงสร้างของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30-60 เตียง ดังภาพที่ 1-1



ภาพที่ 1-1 โครงสร้างโรงพยาบาลชุมชน

ที่มา : สมาคมอนามัยแห่งประเทศไทย (2551)

โครงสร้างของโรงพยาบาลชุมชนมีความสัมพันธ์ในการกำหนดบทบาทหน้าที่และกิจกรรมการให้บริการแก่ประชาชน ซึ่งก่อให้เกิดน้ำเสียจากการให้บริการดังกล่าว ได้แก่

1. กลุ่มภารกิจด้านอำนวยการ ประกอบด้วย งานบริหารทั่วไป การเงินและบัญชี งานพัสดุงานซ่อมบำรุงรักษา งานโภชนาการ งานข้อมูลสถิติ งานพัฒนาคุณภาพและมาตรฐาน งานสารบรรณ งานการเจ้าหน้าที่ งานเคหะบริการและงานอาคารสถานที่ งานสวัสดิการและรักษาความปลอดภัย

2. กลุ่มภารกิจด้านบริการ ประกอบด้วย

2.1 กลุ่มงานบริการทางการแพทย์รับผิดชอบงานบริการรักษาผู้ป่วยนอกและผู้ป่วยใน ได้แก่ การตรวจ วินิจฉัย และสั่งการ หรือให้การรักษาผู้ป่วยทั่วไป ผู้ป่วยเฉพาะโรค หรือผู้ป่วยฉุกเฉิน ด้วยวิธีการต่าง ๆ ตามหลักวิชาการแพทย์ การฟื้นฟูสมรรถภาพ ส่งเสริมสุขภาพ และป้องกันความพิการทุพพลภาพในผู้ป่วย

2.2 กลุ่มงานเทคนิคบริการ รับผิดชอบงานให้บริการตรวจทางห้องปฏิบัติการและการตรวจทางรังสีวินิจฉัย สนับสนุนการควบคุมป้องกันโรค และการบริการด้านเภสัชกรรมแก่ผู้ป่วยในและผู้ป่วยนอก โดยใช้วิธีการและเทคนิคทางเภสัชกรรม

2.3 กลุ่มงานเวชปฏิบัติครอบครัวและชุมชน รับผิดชอบงานบริการสุขภาพชุมชน งานอนามัยแม่และเด็ก งานส่งเสริมภูมิคุ้มกันโรค งานวางแผนครอบครัว งานสุขศึกษา งานอนามัยโรงเรียน งานโภชนาการ งานฝึกอบรม งานสุขภาพจิต งานควบคุมและป้องกันโรค งานอนามัยสิ่งแวดล้อม งานเฝ้าระวังโรค งานควบคุมและป้องกันโรคเอดส์ และงานอาชีวอนามัย

3.กลุ่มภารกิจด้านการพยาบาล ประกอบด้วย

3.1 งานผู้ป่วยนอกและอุบัติเหตุ ให้บริการพยาบาลผู้ป่วยที่มีอาการรุนแรง ผู้ป่วยที่ได้รับอุบัติเหตุ และผู้ป่วยที่มีภาวะเจ็บป่วยฉุกเฉิน เพื่อช่วยชีวิตเบื้องต้นให้รอดพ้นจากภาวะวิกฤตและความพิการ คัดกรองผู้ป่วยและช่วยแพทย์ในการตรวจรักษาโรคทั่วไป ให้การพยาบาลผู้ป่วยระหว่างและหลังการตรวจรักษา

3.2 งานผู้ป่วยใน ให้บริการพยาบาลผู้ป่วยที่เข้ารับรักษาในโรงพยาบาล อย่างต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมงจนกระทั่งจำหน่ายครอบคลุมทั้งด้านการรักษาพยาบาล การฟื้นฟูสภาพ การส่งเสริมสุขภาพ และการป้องกันโรค เพื่อให้ผู้ป่วยได้รับการดูแลทั้งด้านร่างกายและจิตใจ รวมทั้งให้การสนับสนุนผู้ป่วยในรายที่จำเป็นต้องให้บริการรับ-ส่งต่องานผ่าตัด ให้บริการผู้ป่วยที่ได้รับการตรวจวินิจฉัยและหรือรักษาโรค โดยการผ่าตัดแบบครบวงจรอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การตรวจเยี่ยมเพื่อประเมินอาการผู้ป่วย การเตรียมและดูแลผู้ป่วยทั้งด้านร่างกายและจิตใจ

การให้บริการระงับความรู้สึกเฉพาะที่และทั่วไป ในระยะก่อนผ่าตัดและหลังผ่าตัด รวมทั้งการประสานงานเพื่อการส่งต่อทางการพยาบาล

3.3 งานห้องคลอด ให้บริการดูแลการรอคลอด การคลอด หลังคลอดระยะต้น และการดูแลทารกแรกเกิดให้ปลอดภัยในทุกระยะของการคลอด รวมทั้งการส่งเสริมการเลี้ยงบุตรด้วยนมมารดา

3.4 หน่วยจ่ายกลางรับผิดชอบจัดเตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์ในการรักษาพยาบาล ซึ่งผ่านกระบวนการทำลายเชื้อ การทำให้สะอาด และทำให้ปลอดเชื้อ

น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมการให้บริการจะมีความแตกต่างกันขึ้นกับแหล่งกำเนิดน้ำเสีย เช่น น้ำเสียจากห้องน้ำห้องส้วม โรงครัว อาคารซักฟอก ห้องตรวจ ห้องผ่าตัด และห้องคลอด เป็นต้น ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสียเป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกใช้ระบบบำบัด น้ำเสียที่เหมาะสม

1.2.2 น้ำเสีย

น้ำเสีย หมายถึง ของเสียที่อยู่ในสภาพเป็นของเหลวรวมทั้งมวลสารที่ปะปนหรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลวทำให้ก่อให้เกิดภาวะมลพิษทางน้ำในแหล่งน้ำ (สุบัณฑิต นิ่มรัตน์, 2548) ลักษณะสมบัติของน้ำเสียโดยทั่วไป จะพบว่าลักษณะทางกายภาพของน้ำเปลี่ยนไป ได้แก่ สี กลิ่น ความขุ่น น้ำเสียส่วนใหญ่มีองค์ประกอบของน้ำ ร้อยละ 99.9 ส่วนสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์มีเพียงประมาณ ร้อยละ 0.1 ที่ต้องดำเนินการบำบัด ซึ่งอยู่ในรูปของ ซีโอดี บีโอดี สารอินทรีย์คาร์บอน ธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส เป็นต้น รวมทั้งจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคและมลพิษอื่นๆที่ต้องกำจัดออกเพื่อให้คุณภาพน้ำดีขึ้น ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและมนุษย์น้อยที่สุด ลักษณะน้ำเสียจากชุมชนและโรงพยาบาล แสดงดังตารางที่ 1-1

ตารางที่ 1-1 ลักษณะสำคัญน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียโรงพยาบาล

พารามิเตอร์	หน่วย	ความเข้มข้น		
		ชุมชน[1)]	โรงพยาบาล[2)]	
			ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด
1. ของแข็ง (total solids)	มก./ล.	270	-	-
ของแข็งละลายน้ำ (dissolved solids)	มก./ล.	500	-	-
ของแข็งแขวนลอย (suspended solids)	มก./ล.	210	214	36
2. ปริมาณตะกอนหนัก (settleable solids)	มก./ล.	10	-	-
3. ค่าบีโอดี (biochemical oxygen demand; BOD)	มก./ล.	190	481	28
4. ค่าซีโอดี (chemical oxygen demand; COD)	มก./ล.	430	631	92
5. ไนโตรเจนทั้งหมด (total as N)	มก./ล.	40	73	13
อินทรีย์ไนโตรเจน (organic nitrogent)	มก./ล.	15	-	-
แอมโมเนีย (free ammonia)	มก./ล.	25	-	-
ไนไตรท์ (nitrite)	มก./ล.	0	-	-
ไนเตรท (nitrate)	มก./ล.	0	-	-
6. ฟอสฟอรัสทั้งหมด (total as P)	มก./ล.	7	-	-
สารอินทรีย์ (organic phosphorus)	มก./ล.	2	-	-
สารอนินทรีย์ (inorganic phosphorus)	มก./ล.	5	-	
7. คลอไรด์ (chloride)[(a)]	มก./ล.	50	-	-
8. ซัลเฟต (sulfate)[(a)]	มก./ล.	30	-	-
9. ไขมัน (grease)	มก./ล.	90	39.20	0.80
10. โคลิฟอร์มทั้งหมด (total coliform bacteria)[3)]	MPN/ 100 มล.	10^7-10^9	1.7×10^9	-
11. ฟีคัลโคลิฟอร์ม (fecal coliform bacteria)[3)]	MPN/ 100 มล.	10^4-10^6	3.5×10^8	-

หมายเหตุ : (a) เป็นค่าที่เพิ่มจากค่าที่ตรวจพบในน้ำใช้ปกติ

ที่มา : 1) Metcalf & Eddy (2004)

2) กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2537 – 2538)

3) โรงพยาบาลศรีสังวาลย์ (2547)

จะเห็นได้ว่าปริมาณของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ในน้ำเสียเป็นส่วนประกอบที่สำคัญทำให้เกิดความสกปรกของน้ำเสียมากที่สุด ปริมาณสารอินทรีย์สามารถตรวจวัดได้ในรูปของ

1) ค่าบีโอดี (biochemical oxygen demand, BOD) เป็นวิธีการวัดปริมาณสารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำที่ได้รับความนิยมมากที่สุด อาศัยหลักการที่ว่าสารอินทรีย์ในน้ำเสียจะถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน โดยจะวัดปริมาณออกซิเจนที่ลดลง คือ วิธีหาค่าบีโอดี 5 วัน (BOD_5)

2) ค่าซีโอดี (chemical oxygen demand, COD) เป็นวิธีการวัดปริมาณสารอินทรีย์ใช้ตัวออกซิไดซ์ที่สามารถออกซิไดซ์สารอินทรีย์ทั้งชนิดที่ย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์รวมกับสารอินทรีย์ที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ด้วยจุลินทรีย์

3) ค่าทีโอซี (total organic carbon, TOC) เป็นวิธีที่วัดปริมาณของสารอินทรีย์ทั้งหมด

1.2.3 น้ำเสียจากโรงพยาบาล

น้ำเสียจากโรงพยาบาลส่วนใหญ่เป็นน้ำเสียที่เกิดจากการรักษาผู้ป่วยและกิจกรรมสนับสนุนการให้บริการต่างๆ ภายในโรงพยาบาล ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสียเป็นปัจจัยหนึ่งที่ใช้ในการเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย ดังนี้

1.2.3.1 ปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ในโรงพยาบาลมีความสำคัญต่อการออกแบบและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียและการพิจารณาระบบการระบายน้ำเสียซึ่งแบ่งได้ 2 แบบได้แก่ ระบบท่อแยก หมายถึง การระบายน้ำเสียแยกจากน้ำฝนและการระบายน้ำเสียรวมกับน้ำฝน ลักษณะการไหลของน้ำเสียภายในท่อลำเลียงมี 2 ลักษณะ คือ การไหลแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นอยู่กับขนาดของโรงพยาบาล คือ จำนวนเตียงและจำนวนผู้รับบริการ โดยทั่วไปโรงพยาบาลมีน้ำเสียเฉลี่ย 800 ลิตรต่อเตียงต่อวัน (กรมควบคุมมลพิษ, 2545) 400-1,200 ลิตร/เตียง/วัน (Boller, 1997) และ 660-1,500 ลิตร/เตียง/วัน (Tchobanoglous *et al*., 2004)

1.2.3.2 ลักษณะสมบัติน้ำเสียที่เกิดจากโรงพยาบาลจะมีลักษณะสมบัติคล้ายกับน้ำเสียที่เกิดจากชุมชนแต่จะมีลักษณะพิเศษ คือ มีเชื้อโรคที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรค สารเคมีและส่วนประกอบของยาสูงกว่า ดังแสดงในตารางที่ 1-2 สิ่งตกค้างในน้ำเสียที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 1-2 ชนิดของสิ่งตกค้างในน้ำเสียที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

สิ่งตกค้าง	ผลกระทบ
1. คอลลอยด์จากสารอนินทรีย์ สารอินทรีย์ และของแข็งแขวนลอย	
1.1 ของแข็งแขวนลอย (suspended solids)	เกิดตะกอน ป้องกันการฆ่าเชื้อทำให้ประสิทธิภาพลดลง
1.2 คอลลอยด์ (colloidal solids)	เกิดความขุ่น
1.3 อนุภาคสารอินทรีย์ (organic matter, particulate)	ขัดขวางกระบวนการฆ่าเชื้อ ทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลง
2. สารอินทรีย์ละลาย (dissolved organic matter)	
2.1 อินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด (total organic carbon)	ทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลง
2.2 อินทรีย์คาร์บอนที่เสถียร (refractory organics)	เป็นพิษต่อมนุษย์ สารก่อมะเร็ง
2.3 อินทรีย์คาร์บอนที่ไม่เสถียร (volatile organic compounds)	เป็นพิษต่อมนุษย์ สารก่อมะเร็ง จากปฏิกิริยาทางเคมี photochemical oxidants
2.4 ส่วนประกอบของยา (pharmaceutical compounds)	ผลกระทบต่อสายพันธุ์สิ่งมีชีวิตในน้ำ
2.5 สารลดความตึงผิว (surfactants)	ทำให้เกิดฟอง และขัดขวางการตกตะกอน
3. สารอนินทรีย์ละลาย (dissolved inorganic matter) 3.1 แอมโมเนีย (ammonia)	ต้องใช้คลอรีเพิ่มมากขึ้น สามารถเปลี่ยนเป็นไนเตรท และปริมาณออกซิเจนลดลง ร่วมกับฟอสฟอรัสทำให้เกิดการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตในน้ำที่ไม่พึงประสงค์และเป็นพิษต่อปลา
3.2 ไนเตรท (nitrate)	กระตุ้นให้สาหร่ายและสิ่งมีชีวิตในน้ำเจริญเติบโต เป็นสาเหตุให้เกิดโรค methemoglobinemia ในทารก
3.3 ฟอสฟอรัส (phosphorus)	กระตุ้นให้สาหร่ายและสิ่งมีชีวิตในน้ำเจริญเติบโต เกิดการตกตะกอนยาก
3.4 แคลเซียมและแมกนีเซียม (calcium and magnesium)	เพิ่มความกระด้างและของแข็งละลาย
3.5 คลอไรด์ (chloride)	เกิดความเค็ม
3.6 ของแข็งละลายทั้งหมด (total dissolved solids)	ผลกระทบต่อการใช้น้ำในทางการเกษตรและอุตสาหกรรม
4. สิ่งมีชีวิต (biological; bacteria, viruses, protozoa)	เป็นสาเหตุเกิดโรค

ที่มา : Tchobanoglous และคณะ (2004)

1.2.3.3 ผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม น้ำเสียจากโรงพยาบาลเป็นน้ำเสียที่มีลักษณะพิเศษที่อาจก่อให้เกิดมลพิษต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม หากไม่มีการจัดการที่ถูกต้องและเหมาะสม ผลกระทบอาจเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วหรือมีการสะสมของสารมลพิษอยู่ในสิ่งแวดล้อม

1) ผลกระทบต่อสุขภาพ เชื้อโรคและโรคที่เกิดจากน้ำเสียจากโรงพยาบาลสามารถแบ่งออกได้ 4 กลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่ 1) แบคทีเรีย (bacteria) เช่น *Escherichia coli, (Enterotoxigenic) Leptospira spp., Salmonella typhi, Salmonella, Shigella* และ *Vibrio cholerae* 2) โปรโตซัว (protozoa) เช่น *Balantidium coli, Cryptosporidium parvum, Entamoeba histolytica* และ *Giadia lamblia* 3) พยาธิ (helminthes) เช่น *Ascaris lumbricoides, T.solium* และ *Trichuris trichiura* และ 4) ไวรัส (viruses) เช่น *Enterviruses, Hepatitis A, Norwalk agent* และ*Rotavirus* เป็นต้น เนื่องจากเชื้อโรคในน้ำเสียมีมากมายหลายชนิดจึงต้องมีแบคทีเรียหรือจุลินทรีย์บ่งชี้ที่สามารถเป็นตัวแทนของเชื้อโรคที่ก่อโรคทั้งหมดซึ่งโดยทั่วไปมักจะบ่งบอกโดยปริมาณของแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มเพราะเป็นวิธีการที่ได้รับการยอมรับและเป็นวิธีมาตรฐาน (สุบัณฑิต นิ่มรัตน์, 2548: 63) ตัวอย่างจุลินทรีย์ก่อโรคที่ตรวจพบในน้ำเสียจากชุมชน แสดงในตารางที่ 1-3

ตารางที่ 1-3 จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในน้ำเสียจากชุมชน

เชื้อโรค	โรค	อาการ
แบคทีเรีย :		
Campylobacter jejuni	Gastroenteritis	อุจจาระร่วง
Escherichia coli	Gastroenteritis	อุจจาระร่วง
Legionella pnemophila	Legionnaires' disease	ไม่สบาย ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ ไข้ ปวดศีรษะ
Leptospira (spp.)	Leptospirosis	ดีซ่าน ไข้
Salmonella (~ 2,100 serotypes)	Salmonellosis	อาหารเป็นพิษ
Salmonella typhi	Typhoid fever	ไข้สูง อุจจาระร่วง แผลในลำไส้เล็ก
Shigella (4 spp.)	Shigellosis	บิด
Vibrio cholerae	Cholera	อุจจาระร่วงรุนแรง ภาวะขาดน้ำ
Yersinia enterocolitica	Yersiniosis	อุจจาระร่วง
โปรโตซัว :		
Balantidium coli	Balantidiasis	อุจจาระร่วง บิด
Cryptosporidium parvum	Cryptosporidiosis	อุจจาระร่วง

ตารางที่ 1-3 (ต่อ)

เชื้อโรค	โรค	อาการ
Cyclospora cayetanensis	Cyclosporasis	อุจจาระร่วงรุนแรง คลื่นไส้ อาเจียน กระเพาะเป็นตะคริว
Entamoeba histolytica	Amebiasis	อุจจาระร่วงเรื้องรัง ฝีในตับและลำไส้เล็ก
Giardia lamblia	Giardiasis	อุจจาระร่วง คลื่นไส้ อาหารไม่ย่อย
พยาธิ :		
Ascaris lumbricoides	Ascariasis	พยาธิตัวกลม
Enterobius vermicularis	Enterobiasis	พยาธิเข็มหมุด
Fasciola hepatica	Fascioliasis	พยาธิใบไม้ในตับ
พยาธิ :		
Hymenolepis nana	Hymenolepiasis	พยาธิตัวตืด
Taenia saginata	Taeniasis	พยาธิตัวตืด (วัว)
T. solium	Taeniasis	พยาธิตัวตืด (หมู)
Trichuris trichiura	Trichuriasis	พยาธิแส้ม้า
ไวรัส :		
Adenovirus (31 types)	Respiratory disease	
Enteroviruses (> 100 type)	Gastroenteritis heat anomalies meningitis	
Hepatitis A virus	Infection hepatitis	ดีซ่าน ไข้
Norwalk agent	Gastroenteritis	อาเจียน
Parvovirus (2 types)	Gastroenteritis	
Rotavirus	Gastroenteritis	

ที่มา : Tchobanoglous และคณะ (2004)

2) ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะแหล่งน้ำธรรมชาติ จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำทั้งพืชและสัตว์ ปัจจัยที่ก่อให้เกิดผลกระทบได้แก่

ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ในแหล่งน้ำธรรมชาติลดลงซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญมาก เนื่องจากน้ำเสียที่มีปริมาณสารอินทรีย์สูงจะทำให้จุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ค่า BOD_5 เพิ่มขึ้น การใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลง ค่า DO ลดลง ประกอบกับสารอินทรีย์แขวนลอยสามารถ

ขัดขวางการส่องผ่านของแสงในน้ำทำให้พืชในแหล่งน้ำเจริญเติบโตช้า พืชไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้เต็มที่ทำให้ค่า DO ลดลง ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตในน้ำไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

สารอาหาร เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม หากมีปริมาณมากเกินไปจะทำให้สาหร่ายในแหล่งน้ำเกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วเรียกว่าปรากฏการณ์สาหร่ายเบ่งบาน (algae bloom) ทำให้ในช่วงกลางคืนแหล่งน้ำมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำ ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตในน้ำไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ และเมื่อสาหร่ายจำนวนมากตายก็จะก่อให้เกิดตะกอนทำให้แหล่งน้ำตื้นเขินเร็วขึ้น

สารเคมีที่ถูกปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อมจะมีการสะสมอยู่ในระบบนิเวศบริเวณดังกล่าว เมื่อมีปริมาณมากพบ จึงก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและมนุษย์ได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม และมีการถ่ายทอดผ่านห่วงโซ่อาหาร (food chain) ทำให้ความเป็นพิษรุนแรงขึ้น โดยเฉพาะพวกโลหะหนัก ได้แก่ โครเมียม ปรอท ตะกั่ว และแมงกานีส เป็นต้น

ยาและส่วนประกอบของยาจากร่างกายของมนุษย์ โดยเฉพาะผู้ป่วยซึ่งมีการใช้ยาในกระบวนการรักษาและถูกขับออกจากร่างกายทางปัสสาวะ อุจจาระ เหงื่อ และน้ำคัดหลั่งต่างๆ จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ คือ เกิดการกลายพันธุ์และการดื้อยา เป็นต้น

เชื้อโรคจะเกิดแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อในสิ่งแวดล้อม เช่น ในแห่งน้ำ พื้นดินและสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคในมนุษย์และสัตว์ ซึ่งสามารถแพร่กระจายผ่านทางสื่อต่างๆ ได้แก่ น้ำ อากาศ แมลง และสัตว์นำโรค ส่งผลให้เกิดโรคระบาดได้

3) ผลกระทบต่อคุณค่าการใช้ประโยชน์ด้านการใช้ทรัพยากรต่างๆ ได้แก่ คุณภาพน้ำผิวดิน ซึ่งกำหนดให้ใช้พารามิเตอร์ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ค่าบีโอดี ปริมาณของแข็งแขวนลอย และปริมาณโคลิฟอร์มเป็นตัวชี้วัด ผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์ ได้แก่ การผลิตน้ำประปา การเกษตรกรรม การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การประมง กิจกรรมที่สัมผัสน้ำโดยตรง เช่น การว่ายน้ำ การอาบน้ำและการนันทนาการอื่นๆ การคมนาคม ระบบนิเวศชายฝั่งและระบบนิเวศในทะเล (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2538)

โดยทั่วไปเชื้อก่อโรคที่ปนเปื้อนในน้ำเสียจะถูกกำจัดออกจากน้ำเสียด้วยกระบวนการทางชีวภาพ 2 ประการในระบบบำบัดน้ำเสีย (สุบัณฑิต นิ่มรัตน์, 2548) คือ

1) การกำจัดเชื้อก่อโรคด้วยการบำบัดน้ำเสียโดยตรง เช่น ถังแบบแอนแอโรบิก สามารถลดปริมาณเชื้อก่อโรคโดยการตกตะกอนและการฆ่าเชื้อก่อโรค ลดปริมาณพยาธิได้ร้อยละ 70 ถังเติมอากาศสามารถฆ่าเชื้อก่อโรคโดยวิธีปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิและแสงแดด ปัจจัยทางชีวภาพ การแย่งอาหาร หรือทำลายเชื้อก่อโรคโดยกลุ่มแบคทีเรียชนิดอื่นๆ และการเกิดฟล็อก ถังตกตะกอน เชื้อก่อโรคจะเกิดการตกตะกอนพร้อมกับของแข็งในถัง ประสิทธิภาพการกำจัดจุลินทรีย์ในน้ำเสียของระบบบำบัด แสดงดังตารางที่ 1-4

ตารางที่ 1-4 ปริมาณและประสิทธิภาพการกำจัดจุลินทรีย์ในน้ำเสียของระบบบำบัดทั่วไป

พารามิเตอร์	ปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำเสีย		การกำจัด	
	ต่ำสุด (MPN/100 มล.)	สูงสุด (MPN/100 มล.)	การบำบัดขั้นต้น (ร้อยละ)	การบำบัดขั้นที่ 2 (ร้อยละ)
โคลิฟอร์มทั้งหมด	1×10^6	4.9×10^7	< 10	90 – 99
ฟีคัลโคลิฟอร์ม	3.4×10^5	4.5×10^6	35	90 – 99

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2538)

สำหรับการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นและขั้นที่ 2 หากต้องการให้การกำจัดเชื้อก่อโรคสมบูรณ์จะต้องมีกระบวนการฆ่าเชื้อก่อโรคในขั้นตอนสุดท้าย แต่การบำบัดน้ำเสียแบบสระหรือแบบบ่อซึ่งมีระยะเวลาในการกำจัดเชื้อก่อโรคนานกว่าจึงไม่ต้องมีการกำจัดเชื้อโรคในขั้นตอนสุดท้ายอีก

2) การกำจัดเชื้อก่อโรคที่หลงเหลือจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียโดยตรงด้วยกระบวนการ ฆ่าเชื้อก่อโรคในขั้นตอนสุดท้ายก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น การใช้คลอรีนและโอโซน เป็นต้น

1.2.4 กระบวนการบำบัดน้ำเสียและการฆ่าเชื้อโรคในระบบบำบัดน้ำเสีย

1.2.4.1 กระบวนการบำบัดน้ำเสีย

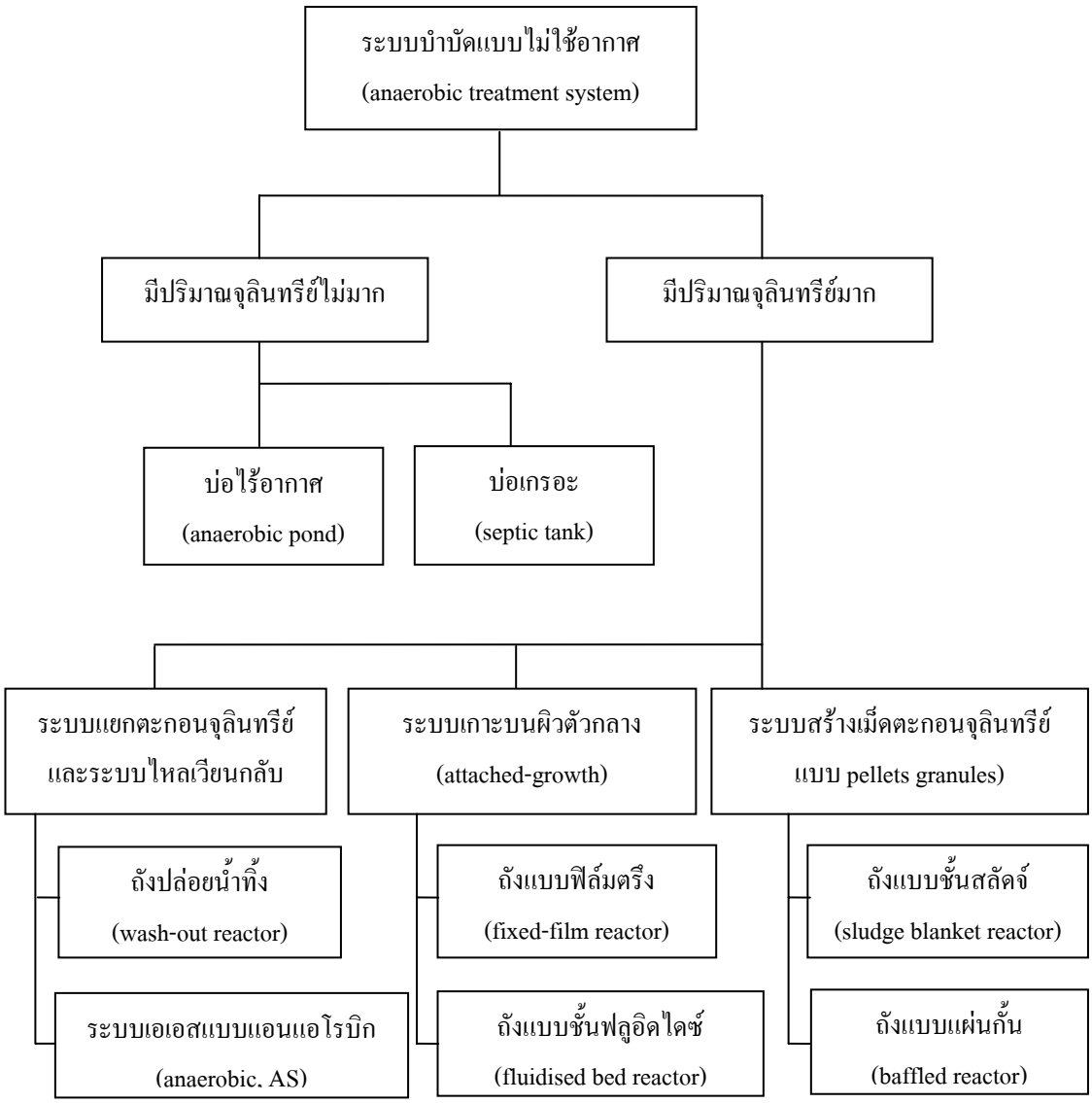
มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ เพื่อป้องกันการเกิดมลพิษในสิ่งแวดล้อมและการแพร่ระบาดของโรคติดต่อทางน้ำ มีขั้นตอนในการบำบัดน้ำเสีย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ระบบบำบัดก่อนขั้นต้น ระบบบำบัดขั้นต้น ระบบบำบัดขั้นที่สอง ระบบบำบัดขั้นที่สาม และการฆ่าเชื้อโรค

(สุบัณฑิต นิ่มรัตน์, 2548) ระบบบำบัดน้ำเสีย แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของมลพิษ 3 ลักษณะ (Grau *et al*., 2007) ได้แก่

1) ระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ (biological process) คือ ระบบบำบัดที่ใช้สิ่งมีชีวิตในธรรมชาติในการกำจัดสารปนเปื้อนในน้ำเสีย เพื่อป้องกันน้ำเสียที่ไหลออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติไม่เป็นอาหารทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตมากเกินไปและใช้ออกซิเจนที่ละลายในน้ำทำให้มีปริมาณลดน้อยลงจนเป็นอันตรายต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ ระบบประเภทนี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบที่ใช้ออกซิเจนและแบบที่ไม่ใช้ออกซิเจน อาศัยจุลินทรีย์ต่างๆ ได้แก่ แบคทีเรีย ยีสต์ รา และสาหร่าย ย่อยสลายเปลี่ยนสภาพของสารอินทรีย์ไปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) หากใช้ระบบเติมอากาศ หรือไปเป็นก๊าซมีเทน (CH_4) หากใช้ระบบไม่เติมอากาศ ดังนั้นในการออกแบบและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียต้องคำนึงถึงสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม ได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง ความสกปรกในรูปของบีโอดี ปริมาณและอายุของจุลินทรีย์ และสารพิษ เป็นต้น ประกอบด้วย

การบำบัดแบบใช้อากาศ (aerobic process) หมายถึง การเติมออกซิเจนลงใน น้ำเสียเพื่อให้จุลินทรีย์ใช้ออกซิเจนจะเกิดปฏิกิริยาชีวเคมี สารอินทรีย์ส่วนใหญ่จะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ ทำให้สารอินทรีย์ในน้ำเสียลดลงหรือมีค่า BOD_5 ลดลง โดยเปลี่ยนสารอินทรีย์ ให้กลายเป็น CO_2 และ น้ำ (H_2O) ระบบบำบัดแบบใช้อากาศ เช่น ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (activated sludge system) ระบบจุลินทรีย์เกาะผิวตัวกลาง (attached growth system) และระบบโปรยกรอง (trickling filter system) ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบ ได้แก่ ความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ธาตุอาหาร ออกซิเจนละลาย ระยะเวลาในการบำบัด พีเอช สารพิษ อุณหภูมิ การกวน อัตราการไหล และลักษณะการไหลของน้ำเสีย

การบำบัดแบบไม่ใช้อากาศ (anaerobic process) เป็นวิธีที่ไม่ต้องเติมออกซิเจนหรือเรียกว่าระบบไร้อากาศ หรือถังหมัก จุลินทรีย์จะเปลี่ยนสารอินทรีย์ให้กลายเป็น CO_2 CH_4 และ H_2S สามารถประหยัดพลังงานในการเติมอากาศและได้พลังงานที่เกิดจากระบบไร้ออกซิเจนได้แก่ ก๊าซมีเทน สามารถบำบัดน้ำเสียที่มีปริมาณสารอินทรีย์สูง รายละเอียดชื่อระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศแบบต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 1-2



ภาพที่ 1-2 กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศหรือแบบแอนแอโรบิก

ที่มา : เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ (2543)

2) ระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมี (chemical process) เป็นวิธีกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำเสีย เนื่องจากน้ำเสียมีส่วนประกอบของสารมลพิษบางชนิดมากเกินไป เช่น มีสภาพความเป็นกรดหรือด่างสูงเกินไป มีตะกอนแขวนลอยขนาดเล็กที่ตกตะกอนได้ยาก มีไขมันหรือน้ำมันละลายน้ำ และมีสารประกอบ อนินทรีย์หรือโลหะหนักที่เป็นพิษ กระบวนการทางเคมีที่ใช้ในการบำบัดมีหลายวิธี ได้แก่ การทำให้เป็นกลาง (neutralization) การทำให้ตกตะกอน (precipitation) และ

การช่วยการตกตะกอน (chemical coagulation) สารปนเปื้อนแยกออกจากน้ำส่วนใส การกำจัดไขมันหรือน้ำมันละลายน้ำ และการใช้สารคลอรีน

3) ระบบบำบัดน้ำเสียทางกายภาพ (physical process) คือ วิธีการบำบัดโดยใช้กระบวนการทางกายภาพ ได้แก่

การดักด้วยตะแกรง เป็นการกำจัดของแข็งออกจากน้ำเสีย ได้ประมาณร้อยละ 5–15 ช่วยป้องกันไม่ให้เครื่องสูบน้ำอุดตัน

ถังดักกรวดทราย ใช้ดักกรวดทรายในน้ำเสียที่ไหลผ่าน เพื่อป้องกันเครื่องสูบน้ำสึกกร่อนและเสียหาย

บ่อดักไขมัน ใช้แยกไขมันออกจากน้ำเสียเพราะไขมันย่อยสลายยาก เมื่อน้ำเสียเข้ามาในบ่อดักไขมันประมาณ 15 นาที ไขมันจะลอยสู่ผิวน้ำ จะต้องตักออกแล้วนำไปกำจัด

ถังตกตะกอน ใช้ในการแยกของแข็งซึ่งอยู่ในรูปของสารแขวนลอยออกจากของเหลว ใช้เวลาประมาณ 2-4 ชั่วโมง ปัจจัยที่มีผลต่อการตกตะกอนได้แก่ ความหนักเบาของตะกอน ความหนืดของน้ำเสีย อุณหภูมิ ความสดของน้ำเสีย และระยะเวลาที่น้ำเสียถูกกักไว้ในถัง หากใช้เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมงจะมีการตกตะกอนของสารแขวนลอยประมาณร้อยละ 50-70 (สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์ และคณะ, 2540)

หลักการและขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย เพื่อลดมลพิษในน้ำเสียให้น้อยลงเป็นไปตามมาตรฐานและกฎหมายกำหนดแสดงดังตารางที่ 1-5

ตารางที่ 1-5 หลักการและขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสีย	วัตถุประสงค์
1. ระบบบำบัดก่อนขั้นต้น ประกอบด้วย ตะแกรงเครื่องตัดย่อย รางกรวดทราย และถังปรับเสถียร	กำจัดวัตถุขนาดใหญ่ที่จะทำให้เกิดการอุดตันของระบบบำบัดน้ำเสียรวมทั้งเป็นการปรับสภาพน้ำเสียให้มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันทุกครั้งในการบำบัด
2. ระบบบำบัดขั้นต้น ประกอบด้วย การตกตะกอน วิธีบำบัดด้วยทางเคมี และวิธีบำบัดทางกายภาพ	กำจัดสารที่มีการตกตะกอนและลอยตัวได้ คือ กำจัดสารแขวนลอยร้อยละ 60 และบีโอดี ร้อยละ 35
3. ระบบบำบัดขั้นที่สอง ประกอบด้วย ระบบตะกอนเร่ง ระบบโปรยกรอง ระบบบ่อแบบไม่เติมอากาศ และระบบแผ่นหมุนชีวภาพ เป็นต้น	ขั้นตอนที่สำคัญที่สุดและนิยมใช้วิธีทางชีวภาพในปัจจุบันมีระบบใหญ่ ๆ 2 ระบบ คือ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้ออกซิเจนที่นิยมได้แก่ ระบบตะกอนเร่ง และระบบบำบัดน้ำเสียที่ไม่ใช้ออกซิเจน ได้แก่ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบยูเอสบี
4. ระบบบำบัดขั้นที่สาม ประกอบด้วย ระบบกรองโดยใช้ทรายและสารผสม และระบบบึงหรือสระ เป็นต้น	กำจัดบีโอดีและสารแขวนลอย เป็นขั้นตอนที่อาจจะมีหรือไม่มีก็ได้แต่ถ้ามีจะเป็นขั้นตอนที่อยู่ระหว่างระบบบำบัดขั้นที่สองกับการฆ่าเชื้อโรค
5. ระบบบำบัดขั้นสูง ประกอบด้วย ระบบบำบัดด้วยวิธีทางกายภาพหรือทางเคมี ระบบรีเวิร์สออสโมซีส และระบบบึงประดิษฐ์	กำจัดสารอื่น ๆ นอกเหนือจากบีโอดี และสารแขวนลอย เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และเกลือ
6. การฆ่าเชื้อโรค	เป็นขั้นตอนการฆ่าเชื้อก่อโรคและปรสิตที่หลงเหลือจากกระบวนการบำบัดน้ำเสีย

1.2.4.2 การฆ่าเชื้อในระบบบำบัดน้ำเสีย (disinfection) ในระบบบำบัดน้ำเสียจะพบว่าจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคจะถูกกำจัดโดยวิธีการต่างๆ ได้แก่ การกำจัดทางกายภาพ เช่น การกรอง การตกตะกอน การตายของเชื้อที่ก่อโรคเนื่องจากสภาพ แวดล้อมไม่เหมาะสม และถูกทำลายโดยการใช้สารเคมี ประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อในน้ำเสียขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

1) ชนิดของสารฆ่าเชื้อ สารที่มีความสามารถในการออกซิไดซ์ (oxidizing agent) สูง เช่นโอโซนและคลอรีนไดออกไซด์ มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อได้ดีกว่าสารที่มีความสามารถในการออกซิไดซ์ต่ำกว่า

2) ชนิดของเชื้อโรค เชื้อโรคแต่ละชนิดมีความสามารถในการคงทนต่อสารฆ่าเชื้อแตกต่างกัน เช่น เชื้อแบคทีเรียกลุ่ม *Legionella pneumophila* มีความทนทางต่อสารฆ่าเชื้อได้มากกว่าแบคทีเรีย *E. coli*

3) ความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อและระยะเวลาในการสัมผัสระหว่างสารฆ่าเชื้อและเชื้อก่อโรค ถ้าให้เวลาในการสัมผัสของสารฆ่าเชื้อกับเชื้อที่ก่อโรคเพิ่มขึ้น อัตราการทำลายเชื้อก็จะเพิ่มขึ้น

4) ผลของพีเอช พีเอชมีผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ ซึ่งเจริญเติบโตได้ดีที่ค่าพีเอช ระหว่าง 6.5-8.5 ถ้าพีเอชต่ำหรือสูงมาก จุลินทรีย์ก็จะตายหมดไม่สามารถดำรงชีพได้

5) อุณหภูมิ โดยปกติสารฆ่าเชื้อทุกชนิดที่นิยมใช้มักจะมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น ถ้ามีการเพิ่มอุณหภูมิในขณะทำการฆ่าเชื้อ

6) สารเคมีที่มีผลต่อประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อ คือ สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ สารอินทรีย์ไนโตรเจน ธาตุเหล็ก ธาตุแมงกานีส และไฮโดเจนซัลไฟด์ที่ปะปนมาในน้ำเสียจะทำให้เกิดปฏิกิริยามีผลทำให้ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อเปลี่ยนแปลงไปแล้วแต่ชนิดของสารนั้นๆ

7) คุณสมบัติทางเคมี/กายภาพของน้ำ หากมีสารประกอบอินทรีย์ที่ละลายในน้ำสูงจะมีผลให้ต้องใช้คลอรีนเพิ่มขึ้นหรือทำให้คลอรีนมีประสิทธิภาพลดลง ความขุ่นของน้ำซึ่งเกิดจากสาร 2 กลุ่ม คือ สารอนินทรีย์ เช่น ดินร่วน ดินเหนียว สารไอรอนออกไซด์ (iron oxides) และสารอินทรีย์ ได้แก่ ตัวเซลล์ของจุลินทรีย์ ความขุ่นของน้ำจะมีผลต่อความสามารถในการทนต่อสารฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ เนื่องจากจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในอนุภาคของน้ำที่มีความขุ่นจะมีความสามารถในการทนต่อสารฆ่าเชื้อมากกว่าจุลินทรีย์ที่อยู่อย่างอิสระ ประสิทธิภาพการกำจัดเชื้อโรคในระบบบำบัดน้ำเสียประเภทต่างๆ แสดงดังตารางที่ 1-6

ตารางที่ 1-6 ประสิทธิภาพการกำจัดเชื้อโรคในกระบวนการบำบัดน้ำเสียประเภทต่างๆ

กระบวนการบำบัด	การกำจัด (ร้อยละ)
Screening	10 - 20
Grit channel	10 - 25
Primary sedimentation	25 - 75
Chemical precipitation	40 - 99
Trickling filters	90 - 95
Activated sludge	90 - 98

ที่มา : สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์ และคณะ (2541)

1.2.5 การบำบัดน้ำเสียจากโรงพยาบาล

น้ำเสียจากโรงพยาบาลเป็นน้ำทิ้งจากชุมชนประเภทหนึ่งที่มีความสกปรกและเชื้อโรคต่างๆ ที่อาจก่อให้เกิดโรคและเกิดปัญหาต่อแหล่งน้ำธรรมชาติ หากไม่มีการบำบัดที่ถูกต้องและเหมาะสม Wisconsin Department of Natural Resources Wisconsin Division of Public Health (2006) ให้ข้อเสนอแนะ เครื่องมือในการจัดการน้ำเสียจากโรงพยาบาล คือ แผนงาน/โครงการและการดำเนินงานตามแผนงานและโครงการอย่างเร่งด่วน โดยจัดลำดับความสำคัญในการจัดการน้ำเสียมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ความปลอดภัยต่อชีวิต โดยเฉพาะผู้ป่วยและสาธารณะชน 2) ทำให้เกิดความสมดุล และ 3) การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งก่อสร้าง

1.2.5.1 หลักการบำบัดน้ำเสียจากโรงพยาบาล

1) การสร้างระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงพยาบาลที่มีประสิทธิภาพประกอบด้วย 4 ประการ (Chitnis *et al*., 2004) ได้แก่

1.1) ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียต้องสามารถบำบัดแบคทีเรียได้อย่างน้อยร้อยละ 95 รวมถึงการลำเลียงผ่านท่อ

1.2) ตะกอนที่เกิดจากระบบการบำบัดต้องได้รับการกำจัดอย่างเหมาะสม เช่น การหมักโดยสามารถกำจัดไข่พยาธิได้

1.3) มีระบบการจัดการและการบำรุงรักษาที่เหมาะสมได้มาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด ได้แก่ ปริมาณสารเคมี ยา สารรังสี และยาปฏิชีวนะ เป็นต้น

1.4) ของเสียที่เกิดจากผู้ป่วย ได้แก่ ปัสสาวะและอุจจาระซึ่งมีการขับยาจากการรักษาต้องได้รับการบำบัดก่อน เช่น การแยกและบำบัดอย่างเหมาะสม

ขั้นตอนในการบำบัดน้ำเสียจากโรงพยาบาลประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ การบำบัดขั้นต้น (primary treatment) ได้แก่ การบำบัดทางกายภาพและทางเคมี การบำบัดขั้นที่สอง (secondary treatment) ได้แก่ การบำบัดทางชีวภาพ และการบำบัดขั้นที่สาม ได้แก่ การฆ่าเชื้อ (disinfection) คือการฆ่าเชื้อโรคก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

2) หลักในการบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพสำหรับน้ำเสียที่เกิดจากการให้บริการทางด้านสุขภาพ (Okun and Ponghis, 1975) ได้แก่

2.1) การเชื่อมต่อกับระบบบำบัดชุมชน โรงพยาบาลที่ปล่อยน้ำเสียสู่ระบบบำบัด น้ำเสียของชุมชนโดยตรงจะต้องมีการควบคุมอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดโรคระบาด

2.2) การบำบัดอยู่กับที่หรือการบำบัดเบื้องต้น มีโรงพยาบาลหลายแห่งที่ไม่มีการเชื่อมต่อระบบบำบัดน้ำเสียกับระบบบำบัดของชุมชนโดยดำเนินการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียเองซึ่งประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลประกอบด้วย

การบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ การบำบัดขั้นต้น ด้วยกระบวนการทางกายภาพหรือเคมี การบำบัดขั้นที่สอง ด้วยกระบวนการทางชีวภาพ ที่สำคัญมีการกำจัดพยาธิทั้งหมดโดยการตกตะกอน ลดปริมาณแบคทีเรียและไวรัสได้ร้อยละ 90 – 95 การบำบัดขั้นที่สาม น้ำเสียที่ออกมาจากการบำบัดขั้นที่สองจะมีสารอินทรีย์แขวนลอยน้อยกว่า 20 มก./ล. ซึ่งสารอินทรีย์จะมีผลต่อการเติมคลอรีนในการฆ่าเชื้อทำให้ต้องใช้ปริมาณมากขึ้น ระบบอาจเป็นบ่อ หรือการกรองเร็ว หรืออาจไม่มีขั้นตอนนี้ก็ได้หากระบบบำบัดสามารถกำจัดสารอินทรีย์แขวนลอยให้เหลือน้อยกว่า 10 มก./ล. และกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน เป็นการฆ่าเชื้อที่ก่อให้เกิดโรค โดยการเติมให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ อาจใช้ คลอรีนไดออกไซด์ (ClO_2) ซึ่งมีประสิทธิภาพดี หรือใช้โซเดียมไฮเปอร์ คลอไรด์ หรือก๊าซคลอรีน วิธีอื่นได้แก่ แสงอัลตราไวโอเลต

การบำบัดตะกอน (sludge treatment) ตะกอนที่เกิดจากระบบการบำบัดน้ำเสียต้องกำจัดโดยการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศหรือการใช้ความร้อน เพื่อกำจัดเชื้อที่ก่อให้เกิดโรค โดยอาจใช้วิธี การทำให้แห้ง การตาก และนำไปเผา

2.3) การนำน้ำเสียและตะกอนกลับมาใช้ใหม่

องค์การอนามัยโลก (WHO, 1989) กำหนดให้น้ำเสียที่มีการบำบัดแล้วจะต้องมีไข่พยาธิไม่เกิน 1 ฟอง/ล. และมี ฟีคัลโคลิฟอร์มไม่เกิน 1,000 MPN/100 มล. สำหรับการใช้ทางด้านการเกษตร ส่วนตะกอนที่เกิดจากระบบบำบัด จะต้องมีไข่พยาธิไม่เกิน 1 ฟอง/กก. และมีฟีคัลโคลิฟอร์มไม่เกิน 1,000 MPN/100 ก.

2.4) การหาทางเลือกในการจัดการให้เกิดของเสียน้อยลง ได้แก่

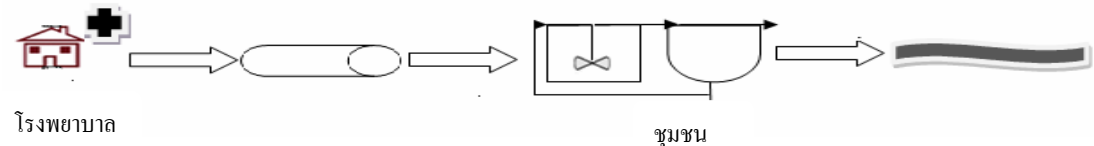
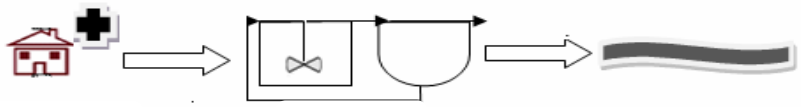
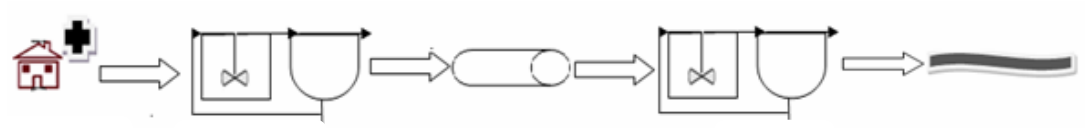
การใช้บ่อ ในบริเวณพื้นที่ที่ไม่สามารถจัดให้มีระบบบำบัดได้และ รองรับน้ำเสียไม่มาก ระบบประกอบด้วย 2 บ่อที่ต่อเนื่องกัน บ่อที่ 2 จะรองรับน้ำที่ใสจากบ่อที่ 1 และปล่อยให้น้ำเสียซึมผ่านโดยการกรองของดินในบ่อที่ 2 แต่เป็นระบบที่ไม่ค่อยเหมาะสมสำหรับการบำบัดน้ำเสียจากโรงพยาบาล

การลดความเสี่ยง โดยการประยุกต์ใช้วิธีการต่างๆและการบำบัดน้ำเสียเพื่อลดความเสี่ยงได้แก่ การแยกผู้ป่วย รวมถึงการแยกของเสียจากผู้ป่วย การแยกถังสารเคมีในการฆ่าเชื้อ เป็นต้น ไม่ทิ้งสารเคมีหรือยาลงไปในระบบบำบัดน้ำเสีย ตะกอนจากโรงพยาบาลต้องดำเนินการกำจัดน้ำออกและฆ่าเชื้อก่อน ไม่ควรใช้น้ำเสียจากโรงพยาบาลในด้านการเกษตร ไม่ปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติที่ใช้ในการอุปโภคบริโภคและทางการเกษตร

ด้านสุขาภิบาล ต้องมีการดำเนินการป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรคทั้งทางตรงและทางอ้อมที่จะนำมาสู่คนและชุมชน โดยเฉพาะของเสียที่มาจากคนเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้เกิดการแพร่กระจายของโรคติดต่อที่อยู่ในโรงพยาบาลและที่อยู่ที่บ้าน การสุขาภิบาลจึงเป็นเรื่องที่สำคัญที่สุด ดังนั้นจึงมีการนำระบบการบำบัดติดกับที่ (onsite sanitation) มาใช้กรณีไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย

Pauwels และ Verstraete (2006) จัดรูปแบบการจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาลออกเป็น 4 ลักษณะ แสดงดังภาพที่ 1-3

<table>
<tr><td colspan="2">1. น้ำเสียจากโรงพยาบาลปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมโดยตรง

โรงพยาบาล</td></tr>
<tr><td>ข้อดี คือ ไม่ต้องมีการลงทุน การบำรุงรักษา และการควบคุม</td><td>ข้อเสีย คือ มีความเสี่ยงสูงต่อการแพร่กระจายมลพิษสู่น้ำผิวดิน น้ำดื่ม และร่างกายมนุษย์ ส่งผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์และสิ่งแวดล้อม</td></tr>
<tr><td colspan="2">2. น้ำเสียจากโรงพยาบาลผ่านระบบบำบัดน้ำเสียของชุมชน
 
โรงพยาบาล ชุมชน</td></tr>
<tr><td>ข้อดี คือ ไม่ปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อมโดยตรง</td><td>ข้อเสีย คือ เกิดสภาพการเจือจางจากน้ำเสียชุมชนทำให้ความเข้มข้นของมลพิษลดลง และขัดขวางกระบวนการบำบัดทางชีวภาพของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนได้ เนื่องจากน้ำเสียจากโรงพยาบาลมีมลพิษประเภท ยา และสารเคมีสูง</td></tr>
<tr><td colspan="2">3. โรงพยาบาลมีระบบบำบัดน้ำเสียและปล่อยน้ำทิ้งสู่สิ่งแวดล้อม
 
โรงพยาบาล โรงพยาบาล</td></tr>
<tr><td>ข้อดี คือ โดยทั่วไปสามารถลดมลพิษได้ร้อยละ 90</td><td>ข้อเสีย คือ โรงพยาบาลต้องมีระบบบำบัดและมีเจ้าหน้าที่ในการติดตามและควบคุมระบบ</td></tr>
<tr><td colspan="2">4. โรงพยาบาลมีระบบบำบัดน้ำเสียและปล่อยน้ำทิ้งผ่านระบบบำบัดน้ำเสียของชุมชน
 
โรงพยาบาล โรงพยาบาล ชุมชน</td></tr>
<tr><td>ข้อดี คือ มีการบำบัดสองครั้งและมีความปลอดภัยมากที่สุด</td><td>ข้อเสีย คือ มีต้นทุนสูงและมีความซับซ้อน</td></tr>
</table>

ภาพที่ 1-3 รูปแบบการจัดการน้ำเสียโรงพยาบาล

ที่มา : Pauwels และ Verstraete (2006)

1.2.6 ระบบบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาล

โรงพยาบาลในสังกัดกระทรวงสาธารณสุขได้มีการพัฒนารูปแบบการจัดการน้ำเสีย ได้แก่ ระบบคลองวน (oxidation ditch) ระบบบ่อผึ่ง (stabilization ponds) ระบบถังกรองไร้อากาศ (anaerobic filter) ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (activated sludge) ระบบบ่อเติมอากาศ (aerated lagoon) (สมชาย สกุลอิสริยาภรณ์ และคณะ, 2540) และบางแห่งมีการใช้ระบบบำบัดแบบสำเร็จรูปแบบ onsite

1.2.6.1 ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้สำหรับโรงพยาบาล ได้แก่

1) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ (onsite treatment) หมายถึง ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีการก่อสร้างหรือติดตั้งเพื่อบำบัดน้ำเสียจากอาคารเดี่ยวๆ เช่น บ้านพักอาศัย อาคารชุด โรงเรียน หรืออาคารสถานที่ทำการ เป็นต้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความสกปรกของน้ำเสียก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่สำหรับบ้านพักอาศัยที่นิยมใช้กัน ได้แก่ บ่อดักไขมัน (grease trap) ระบบบ่อเกรอะ (septic tank) ระบบบ่อกรองไร้อากาศ (anaerobic filter) เป็นต้น เนื่องจากเป็นระบบที่ก่อสร้างได้ง่าย และในปัจจุบันมีเป็นการทำเป็นถังสำเร็จรูปจำหน่ายทำให้สะดวกในการติดตั้ง

1.1) บ่อดักไขมัน (grease trap) บ่อดักไขมันใช้สำหรับบำบัดน้ำเสียจากครัวของบ้านพักอาศัย ห้องอาหารหรือภัตตาคาร เนื่องจาก น้ำเสียดังกล่าวจะมีน้ำมันและไขมันปนอยู่มาก หากไม่กำจัดออกจะทำให้ท่อระบายน้ำอุดตัน บ่อดักไขมันที่ใช้จะต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะกักน้ำเสียไว้ระยะหนึ่งเพื่อให้ไขมันและน้ำมันมีโอกาสลอยตัวขึ้นมาสะสมกันอยู่บนผิวน้ำ เมื่อปริมาณไขมันและน้ำมันสะสมมากขึ้นต้องตักออกไปกำจัด

1.2) ระบบบ่อเกรอะ (septic tank) บ่อเกรอะมีลักษณะเป็นบ่อปิดซึ่งน้ำซึมไม่ได้และไม่มีการเติมอากาศ ดังนั้นสภาวะในบ่อจึงเป็นแบบไร้อากาศ (anaerobic) โดยทั่วไปมักใช้สำหรับการบำบัดน้ำเสียจากส้วม แต่จะใช้บำบัดน้ำเสียจากครัวหรือน้ำเสียอื่นๆ ด้วยก็ได้ หลังการย่อยแล้วก็จะกลายเป็นก๊าซกับน้ำและกากตะกอน (septage) ซึ่งมีปริมาณน้อย จึงทำให้บ่อเต็มช้า (อัตราการเกิดกากตะกอนประมาณ 1 ลิตร/คน/วัน) แต่อาจต้องมีการสูบกากตะกอนในบ่อเกรอะ (septage) ออกเป็นครั้งคราว ซึ่งลักษณะของตะกอนในบ่อเกรอะแสดงดังตารางที่ 1-7

ตารางที่ 1-7 ลักษณะของตะกอนในบ่อเกรอะ

พารามิเตอร์	ความเข้มข้น (มก./ล.)	
	ค่าโดยทั่วไป [1)]	ค่าโดยทั่วไป [2)]
1.ค่าบีโอดี (biochemical oxygen demand , BOD)	5,000	6,000
2.ค่าของแข็งทั้งหมด (total solids, TS)	40,000	40,000
3.ค่าของแข็งแขวนลอย (suspended solids, SS)	20,000	15,000
4.ค่าไนโตรเจนในรูป ที เค เอ็น (TKN)	1,200	700
5.ค่าไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย (NH_3)	350	400
6.ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP)	250	250
7. ค่าไขมัน (grease)	-	8,000

ที่มา : [1)] สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2538)

[2)] Metcalf & Eddy (1991)

ลักษณะที่สำคัญของบ่อเกรอะ คือ ต้องป้องกันตะกอนลอย (ฝ้าไข : scum) และตะกอนจมไม่ให้ไหลไปยังบ่อเกรอะขั้นสอง เช่น ใช้แผ่นกั้นขวาง หรือท่อรูปตัวที (สามทาง) บ่อเกรอะมีใช้อยู่ตามอาคารสถานที่ทั่วไปจะสร้างเป็นบ่อคอนกรีตในพื้นที่ หรือถ้าเป็นอาคารขนาดเล็กหรือบ้านพักอาศัยก็มักนิยมสร้างโดยใช้วงขอบซีเมนต์ ซึ่งมีจำหน่ายตามร้านค้าวัสดุก่อสร้างทั่วไป แต่ปัจจุบันมีการสร้างถังเกรอะสำเร็จรูป

1.3) ระบบบ่อกรองไร้อากาศ (anaerobic filter) เป็นระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศเช่นเดียวกับบ่อเกรอะ แต่มีประสิทธิภาพในการบำบัดของเสียมากกว่า ภายในถังช่วงกลางจะมีชั้นตัวกลางบรรจุอยู่ ตัวกลางมีหลายชนิด เช่น หิน หลอดพลาสติก ลูกบอลพลาสติก กรงพลาสติก และวัสดุโปร่งอื่นๆ ตัวกลางเหล่านี้จะมีพื้นที่ผิว เพื่อให้จุลินทรีย์ยึดเกาะได้มากขึ้น น้ำเสียจะไหลเข้าทางด้านล่างของถังแล้วไหลขึ้นผ่านชั้นตัวกลาง จากนั้นจึงไหลออกทางท่อด้านบน ขณะที่ไหลผ่านชั้นตัวกลาง จุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้อากาศจะย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียเปลี่ยนสภาพให้กลายเป็นก๊าซกับน้ำ น้ำทิ้งที่ไหลล้นออกไปจะมีค่าบีโอดีลดลง จากการที่จุลินทรีย์กระจายอยู่ในถังสม่ำเสมอ น้ำเสียจะถูกบำบัดเป็นลำดับจากด้านล่างจนถึงด้านบน แต่อาจเกิดปัญหาการอุดตันของตัวกลางภายในถังและทำให้น้ำไม่ไหล ดังนั้นจึงต้องมีการกำจัดสารแขวนลอยออกก่อน เช่น มีตะแกรงดักขยะและบ่อดักไขมันไว้หน้าระบบ หรือถ้าใช้บำบัดน้ำส้วมควรผ่านเข้าบ่อเกรอะก่อน

2) ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (activated sludge, AS) เป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพแบบใช้ออกซิเจน อาศัยสิ่งมีชีวิตพวกจุลินทรีย์ทั้งหลายในการย่อยสลาย ดูดซับหรือเปลี่ยนแปลงรูปของมวลสารต่างๆ ที่มีอยู่ในน้ำเสียให้มีค่าความสกปรกน้อยลง หลักการทำงานโดยการเลียนแบบกระบวนการทางธรรมชาติเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมี ประกอบด้วยส่วนสำคัญอย่างน้อยสองส่วนได้แก่ ถังเติมอากาศและถังตกตะกอน น้ำเสียจะถูกส่งเข้าถังเติมอากาศซึ่งมีตะกอนเป็นจำนวนมาก ภายในถังจะมีสภาวะที่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เกณฑ์การออกแบบระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แสดงดังตารางที่ 1-8

ตารางที่ 1-8 เกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบธรรมดา

รายการ	ค่าแนะนำ
อัตราส่วนของอาหารต่อจุลินทรีย์ (F/M) (กก. บีโอดี$_5$/กก. MLVSS-วัน)	0.2 – 0.4
อายุสลัดจ์ (วัน)	5 – 15
อัตราภาระอินทรีย์ (OLR) (กก. บีโอดี$_5$/ลบ.ม.-วัน)	0.3 – 0.6
ของแข็งแขวนลอยในน้ำตะกอน (MLSS) (มก./ล.)	1,500 – 3,000
ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (HRT) (ชม.)	4 – 8
อัตราส่วนการสูบสลัดจ์กลับ (Qr/Q)	0.25 – 1.0
ความต้องการออกซิเจน (กก. ออกซิเจน/กก. บีโอดี$_5$ ที่ถูกกำจัด)	0.8 – 1.1
ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี (ร้อยละ)	85 - 95

ที่มา : สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (2540)

3) ระบบคลองวนเวียน (oxidation ditch, OD) เป็นระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ประเภทหนึ่ง ที่ใช้แบคทีเรียพวกที่ใช้ออกซิเจน (aerobic bacteria) เป็นตัวหลักในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย และเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนก่อนที่จะถูกแยกออกจากน้ำทิ้งด้วยวิธีการตกตะกอน การเดินระบบบำบัดประเภทนี้จะมีความยุ่งยากซับซ้อน เนื่องจาก จำเป็นจะต้องมีการควบคุมสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพต่างๆให้เหมาะสมต่อการทำงานและการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุด

หลักการทำงานของระบบคลองวนเวียน จะเหมือนกับระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์โดยทั่วไป คือ อาศัยจุลินทรีย์มากมายหลายชนิดที่สำคัญได้แก่ แบคทีเรีย เชื้อรา และโปรโตซัว เป็นต้น สภาวะการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จะเป็นสภาวะแอโรบิกใช้สารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสียเป็นแหล่งอาหารและพลังงาน เพื่อการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ในระบบ จากนั้นจึงแยกจุลินทรีย์ออกจากน้ำเสียที่ผ่านบำบัดแล้ว ด้วยวิธีการตกตะกอนในถังตกตะกอน (sedimentation tank) เพื่อให้ได้น้ำใสอยู่ส่วนบนของถังตกตะกอนคุณภาพน้ำดีขึ้น และสามารถ

ระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมได้ ส่วนประกอบของระบบคลองวนเวียน มีลักษณะแตกต่างจากระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบอื่น คือ ถังเติมอากาศจะมีลักษณะเป็นวงกลมหรือวงรี ทำให้ระบบคลองวนเวียนใช้พื้นที่มากกว่าระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบอื่น ระบบคลองวนเวียนส่วนใหญ่ประกอบด้วยหน่วยบำบัด ดังนี้ 1) รางดักกรวดทราย 2) บ่อปรับสภาพการไหล 3) บ่อเติมอากาศแบบคลองวนเวียน 4) ถังตกตะกอน 5) บ่อสูบตะกอนหมุนเวียน และ 6) บ่อเติมคลอรีน ดังตารางที่ 1-9

ตารางที่ 1-9 เกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองวนเวียน (oxidation ditch)

หน่วยบำบัด	**เกณฑ์การออกแบบ**	
	พารามิเตอร์	**ค่าที่ใช้ในการออกแบบ**
บ่อเติมอากาศแบบคลองวนเวียน	F/M ratio	0.05-0.30 กก.บีโอดี / กก. MLSS-วัน
	อายุสลัดจ์ (sludge age)	10-30 วัน
	อัตราภาระอินทรีย์	0.1-0.5 กก.บีโอดี / ลบ.ม.-วัน
	MLSS	3,000-6,000 มก./ล.
	เวลาเก็บกักน้ำ (HRT)	8-36 ชั่วโมง
	อัตราส่วนการสูบสลัดจ์กลับ	0.75-1.5
	ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดี	ร้อยละ 75-95
ถังตกตะกอนขั้นสอง (sedimentation tank)	อัตราน้ำล้น	
	อัตราไหลเฉลี่ย	8-16 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน
	อัตราไหลสูงสุด	24-32 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน
	อัตราภาระของแข็ง	
	อัตราไหลเฉลี่ย	1-5 กก./ตร.ม.-ชม.
	อัตราไหลสูงสุด	7 กก./ตร.ม.-ชม.
	ความลึก	3-6 เมตร
	อัตราภาระฝาย	250 ลบ.ม./ม.-วัน
ถังเติมคลอรีน (chlorine contact tank)	เวลาสัมผัส (นาที)	15-30 นาที
	อัตราไหลเฉลี่ย	30
	อัตราไหลสูงสุด	15
	ความเข้มข้นของคลอรีนที่ต้องการ	6 มก./ล.
	คลอรีนคงเหลือทั้งหมด	(0.5-1 มก./ล.)

ที่มา : 1) สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (2540)

2) สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2542)

3) Metcalf & Eddy (1991)

การควบคุมระบบคลองวนเวียนจะต้องทำให้สภาพแวดล้อมเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ได้แก่ ค่าพีเอช (pH) อุณหภูมิ อาหารเสริมแร่ธาตุต่างๆ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และการกวนที่เหมาะสม หลักการควบคุมการทำงาน คือ ต้องจัดให้ปริมาณสารอินทรีย์และสภาพแวดล้อมเหมาะสมกับปริมาณจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ เพื่อให้สามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถแยกตะกอนออกจากน้ำได้

4) ระบบบ่อปรับเสถียร (stabilization pond) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยธรรมชาติในการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ซึ่งแบ่งตามลักษณะการทำงานได้ 3 รูปแบบ คือ บ่อแอนแอโรบิก (anaerobic pond) บ่อแฟคคัลเททีฟ (facultative pond) บ่อแอโรบิก (aerobic pond) และหากมีบ่อหลายบ่อต่อเนื่องกัน บ่อสุดท้ายจะทำหน้าที่เป็นบ่อบ่ม (maturation pond) เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งโดยปกติระบบบ่อปรับเสถียรจะมีการต่อกันแบบอนุกรมอย่างน้อย 3 บ่อ

4.1) บ่อแอนแอโรบิก (anaerobic pond) เป็นระบบที่ใช้กำจัดสารอินทรีย์ที่มีความเข้มข้นสูงโดยไม่ต้องการออกซิเจน บ่อนี้จะถูกออกแบบให้มีอัตรารับสารอินทรีย์สูงมาก จนสาหร่ายและการเติมออกซิเจนที่ผิวหน้าไม่สามารถผลิตและป้อนออกซิเจนได้ทัน ทำให้เกิดสภาพไร้ออกซิเจนละลายน้ำภายในบ่อ จึงเหมาะกับน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์และปริมาณของแข็งสูง เนื่องจากของแข็งจะตกลงสู่ก้นบ่อและถูกย่อยสลายแบบแอนแอโรบิก น้ำเสียส่วนที่ผ่านการบำบัดจากบ่อนี้จะระบายต่อไปยังบ่อแฟคคัลเททีฟ (facultative pond) เพื่อบำบัดต่อไป การทำงานของบ่อแบบนี้ จะขึ้นอยู่กับสมดุลระหว่างแบคทีเรียที่ทำให้เกิดกรดและแบคทีเรียที่ทำให้เกิดก๊าซมีเทน ดังนั้นอุณหภูมิของบ่อควรมากกว่า 15 องศาเซลเซียส และค่าพีเอชมากกว่า 6

4.2) บ่อแฟคคัลเททีฟ (facultative pond) เป็นบ่อที่นิยมใช้กันมากที่สุด ภายในบ่อมีลักษณะการทำงานแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนบนของบ่อเป็นแบบแอโรบิก ได้รับออกซิเจนจากการถ่ายเทอากาศที่บริเวณผิวน้ำและจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย และส่วนล่างของบ่ออยู่ในสภาพแอนแอโรบิก โดยปกติบ่อแฟคคัลเททีฟจะรับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นมาก่อน สารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ประเภทที่ใช้ออกซิเจน (aerobic bacteria) เพื่อเป็นอาหารสำหรับการสร้างเซลล์ใหม่และเป็นพลังงาน โดยใช้ออกซิเจนที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายที่อยู่ในบ่อส่วนบน สำหรับบ่อส่วนล่างจนถึงก้นบ่อซึ่งแสงแดดส่องไม่ถึง จะมีปริมาณออกซิเจนต่ำ จนเกิดสภาวะไร้ออกซิเจน (anaerobic condition) และมีแบคทีเรียประเภทไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic bacteria) ทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์และแปรสภาพเป็นก๊าซเช่นเดียวกับบ่อแอนแอโรบิก แต่ก๊าซที่ลอยขึ้นมาจะถูกออกซิไดซ์โดยออกซิเจนที่อยู่ช่วงบนของบ่อทำให้ไม่เกิดกลิ่นเหม็น

4.3) บ่อแอโรบิก (aerobic pond) เป็นบ่อที่มีแบคทีเรียและสาหร่ายแขวนลอยอยู่เป็นบ่อที่มีความลึกไม่มากนักเพื่อให้ออกซิเจนกระจายทั่วทั้งบ่อและมีสภาพเป็นแอโรบิก ตลอดความลึก โดยอาศัยออกซิเจนจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย และการเติมอากาศที่ผิวหน้า และยังสามารถฆ่าเชื้อโรคได้ส่วนหนึ่งโดยอาศัยแสงแดดอีกด้วย

4.4) บ่อบ่ม (maturation pond) มีสภาพเป็นแอโรบิกตลอดทั้งบ่อ จึงมีความลึกไม่มากและแสงแดดส่องถึงก้นบ่อใช้รองรับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว เพื่อฟอกน้ำทิ้งให้มีคุณภาพน้ำดีขึ้น และอาศัยแสงแดดทำลายเชื้อโรคหรือจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม

เกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียรแสดงดังตารางที่ 1-10

ตารางที่ 1-10 เกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (stabilization pond)

หน่วยบำบัด	เกณฑ์การออกแบบ (design criteria)	
	พารามิเตอร์	ค่าที่ใช้ออกแบบ
1. บ่อแอนแอโรบิก (anaerobic pond)	ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (hydraulic retention time; HRT)	4.5 วัน
	ความลึกของน้ำในบ่อ	2-4 เมตร
	อัตราภาระบีโอดี	224-672 กรัมบีโอดี$_5$ /ตรม.-วัน
	ประสิทธิภาพการกำจัด BOD	ร้อยละ 50
2. บ่อแฟคคัลเททีฟ (facultative pond)	ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (HRT)	7-30 วัน
	ความลึกของน้ำในบ่อ	1-1.5 เมตร
	อัตราภาระบีโอดี	34 กรัมบีโอดี$_5$ /ตรม.-วัน
	ประสิทธิภาพการกำจัด BOD	ร้อยละ 70-90
3. บ่อแอโรบิก (aerobic pond)	ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (HRT)	4 -6 วัน
	ความลึกของน้ำในบ่อ	0.2-0.6 เมตร
	อัตราภาระบีโอดี	45 กรัมบีโอดี $_5$/ตรม.-วัน
	ประสิทธิภาพการกำจัด BOD	ร้อยละ 80-95
4. บ่อบ่ม (maturation pond)	ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (HRT)	5-20 วัน
	ความลึกของน้ำในบ่อ	1.0-1.5 เมตร
	อัตราภาระบีโอดี	น้อยกว่า 2 กรัม/ตร.ม.-วัน
	ประสิทธิภาพการกำจัด BOD	ร้อยละ 60-80

ที่มา : 1) สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (2540)

2) Metcalf & Eddy (1991)

5) ระบบบ่อเติมอากาศ (aerated lagoon, AL) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยการเติมออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศ (aerator) ที่ติดตั้งแบบทุ่นลอยหรือยึดติดกับแท่นก็ได้ เพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำให้มีปริมาณเพียงพอ สำหรับจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ใน น้ำเสียได้เร็วขึ้นกว่าการปล่อยให้ย่อยสลายตามธรรมชาติ ทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดปริมาณความสกปรกของน้ำเสียในรูปของค่าบีโอดีได้ร้อยละ 80-95 โดยอาศัยหลักการทำงานของจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน (aerobic) โดยปกติจะออกแบบให้บ่อมีความลึกประมาณ 2-6 เมตร ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (detention time) ภายในบ่อเติมอากาศประมาณ 3-10 วัน และเครื่องเติมอากาศจะต้องออกแบบให้มีประสิทธิภาพสามารถทำให้เกิดการผสมกันของตะกอนจุลินทรีย์ ออกซิเจนละลายในน้ำ และน้ำเสีย นอกจากนี้จะต้องมีบ่อบ่ม (polishing pond หรือ maturation pond) รับน้ำเสียจากบ่อเติมอากาศเพื่อตกตะกอนและปรับสภาพน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม ส่วนประกอบของระบบ ระบบบ่อเติมอากาศส่วนใหญ่จะประกอบด้วย บ่อเติมอากาศ บ่อบ่ม เพื่อปรับสภาพน้ำทิ้งและบ่อเติมคลอรีนสำหรับฆ่าเชื้อโรค ดังตารางที่ 1-11

ตารางที่ 1-11 เกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (aerated lagoon)

หน่วยบำบัด	เกณฑ์การออกแบบ	
	พารามิเตอร์	ค่าที่ใช้ออกแบบ
1.บ่อเติมอากาศ (aerated lagoon)	ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (HRT)	3-10 วัน
	ความลึกของน้ำในบ่อ	2-6 เมตร
	ความต้องการออกซิเจน	0.7-1.4 กรัมออกซิเจน/กรัม บีโอดีที่ถูกกำจัด
	mixing power	ไม่น้อยกว่า 0.525 กิโลวัตต์/100 เมตร
2. บ่อบ่ม	ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (HRT)	มากกว่าหรือเท่ากับ 1 วัน
3. บ่อเติมคลอรีน	เวลาสัมผัส	15- 30 นาที
	อัตราไหลเฉลี่ย	30 นาที
	อัตราไหลสูงสุด	15 นาที
	ความเข้มข้นของคลอรีนที่ต้องการ	6 มก./ล.
	คลอรีนคงเหลือทั้งหมด	0.3-2 มก./ล. (0.5-1 มก./ล.)

ที่มา : 1) สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (2540)
2) สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2542)
3) Metcalf and Eddy (1991)

1.2.6.2 ข้อดีข้อเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละประเภท

โรงพยาบาลแต่ละแห่งมีการเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นกับปัจจัยต่างๆ เช่น พื้นที่ดำเนินการ งบประมาณ บุคลากร เทคโนโลยีและประสิทธิภาพการบำบัด รวมถึงข้อดีข้อเสียของระบบบำบัดในการตัดสินใจเลือกใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแสดงดังตารางที่ 1-12

ตารางที่ 1-12 ข้อดีข้อเสียของระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสีย	ข้อดี	ข้อเสีย
1. ระบบบำบัดแบบไร้อากาศ	1. ปริมาณตะกอนที่ต้องนำไปบำบัดและกำจัดน้อย 2. ตะกอนที่ต้องนำไปกำจัดสามารถนำไปรีดน้ำออกได้ง่าย 3. ไม่ต้องการธาตุอาหารมากนัก 4. เกิดก๊าซมีเทนนำไปใช้เป็นพลังงานเชื้อเพลิงได้ดี 5. รองรับภาระบรรทุกได้มาก ๆ 6. ตะกอนสามารถเลี้ยงเก็บไว้ใช้ได้หลาย ๆ เดือน 7. ไม่ใช้พลังงานไฟฟ้า	1. ต้องควบคุม pH ในระบบให้ดี คือ ควบคุมระดับปริมาณด่างให้มีเพียงพอ 2. ใช้เวลาในการย่อยสลายนานกว่าการย่อยสลายที่ใช้ออกซิเจน 3. ใช้ระยะเวลาในการเริ่มต้นระบบค่อนข้างมาก 4. น้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัด ควรมีการบำบัดขั้นสุดท้ายด้วยระบบอื่น 5. คุณภาพน้ำทิ้งจะไม่ได้มาตรฐานน้ำทิ้ง (BOD_5 ไม่เกิน 20 มก./ล.) 6. เกิดกลิ่นจากไฮโดรเจนซัลไฟด์
1.1 บ่อเกรอะ	เช่นเดียวกับข้อ 1	เช่นเดียวกับข้อ 1
1.2 ระบบบ่อกรองไร้อากาศ	เช่นเดียวกับข้อ 1 และประสิทธิภาพการบำบัดดีกว่าบ่อเกรอะ	เช่นเดียวกับข้อ 1 และอาจเกิดการอุดตันได้
2. ระบบตะกอนเร่ง	1. ราคาก่อสร้างต่ำกว่าระบบคลองวนเวียน 2. ใช้ขนาดพื้นที่ระบบบำบัดน้อย 3. มีกลิ่นน้อย 4. ปรับเปลี่ยนในการเดินระบบได้ง่าย 5. สามารถเกิดไนตรีฟิเคชั่น	1. เป็นระบบซับซ้อน ต้องมีความรู้ด้านเทคนิคและวิชาการในการเดินระบบ 2. มีตะกอนมากเกิดขึ้น 3. ไม่ทนทานต่อการเพิ่มอย่าง กะทันหัน (shock load) ของอัตรา รับสารอินทรีย์และอัตราการไหล 4. ใช้พลังงานไฟฟ้ามาก 5. มีค่าดำเนินการระบบสูงกว่า
3. ระบบคลองวนเวียน	มีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงและสามารถบำบัดไนโตรเจนได้ดี	1. ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและการดำเนินการสูง 2. ใช้พื้นที่มากกว่าระบบเอเอสประเภทอื่น

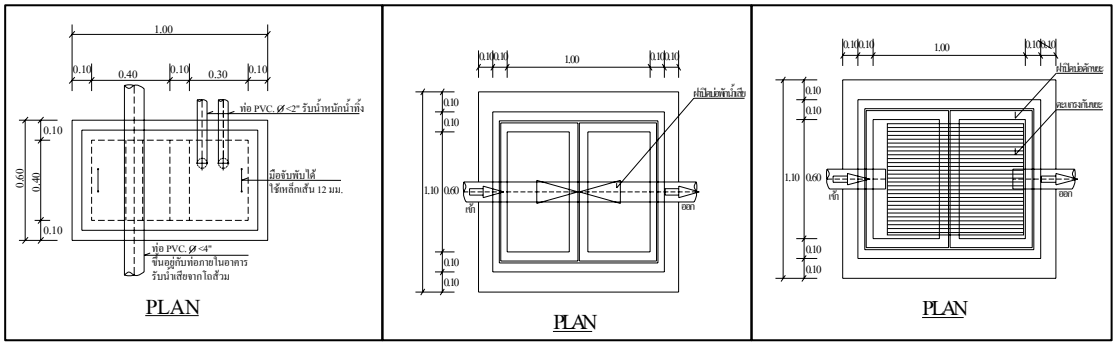
ตารางที่ 1-12 (ต่อ)

ระบบบำบัดน้ำเสีย	ข้อดี	ข้อเสีย
		3. ผู้ควบคุมระบบจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจระบบเป็นอย่างดี
4. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร	1. มีประสิทธิภาพ 2. มีค่าก่อสร้างและค่าดูแลรักษาต่ำ 3. วิธีการเดินระบบไม่ยุ่งยากซับซ้อน ผู้ควบคุมระบบไม่ต้องมีความรู้สูง 4. ทนทานต่อการเพิ่มอย่างกะทันหัน (shock load) ของอัตรารับสารอินทรีย์และอัตราการไหลได้ 5. สามารถกำจัดจุลินทรีย์ก่อโรคได้มากกว่า	1. ใช้พื้นที่ก่อสร้างมาก 2. อาจเกิดกลิ่นเหม็นจากบ่อแอนแอโรบิกได้ หากการออกแบบหรือควบคุมไม่ดีพอ 3. น้ำทิ้งอาจมีปัญหาสาหร่ายปะปนอยู่มาก โดยเฉพาะจากบ่อแอโรบิก
5. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ	1. ค่าลงทุนก่อสร้างต่ำ 2. ประสิทธิภาพของระบบสูง 3. สามารถรับการเพิ่มภาระมลพิษอย่างกะทันหัน (shock load) ได้ดี 4. กากตะกอนและกลิ่นเกิดขึ้นน้อย 5. การดำเนินงานและบำรุงรักษาง่าย	มีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่ากระแสไฟฟ้าสำหรับเครื่องเติมอากาศ และค่าซ่อมบำรุงและดูแลรักษาเครื่องเติมอากาศ

1.2.6.3 ระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลชุมชน

สำหรับโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30–60 เตียง จัดเป็นสถานพยาบาลประเภท ก ตามมาตรา 55 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ส่วนใหญ่มีการใช้ระบบรวบรวมน้ำเสียแบบแยก (separated system) ร่วมกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ (onsite treatment) 3 รูปแบบ แยกระบบบำบัดตามลักษณะน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมการให้บริการออกเป็น 4 หน่วย ได้แก่ หน่วยบำบัดอาคารผู้ป่วยนอก (out patient department, OPD) อาคารผู้ป่วยใน (in patient department, IPD) อาคารโรงครัว (cafeteria, C) และอาคารซักฟอก (washing building, W) แบบแปลน ขั้นตอนและกระบวนการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย แสดงดังภาพที่ 1-4 - 1-10

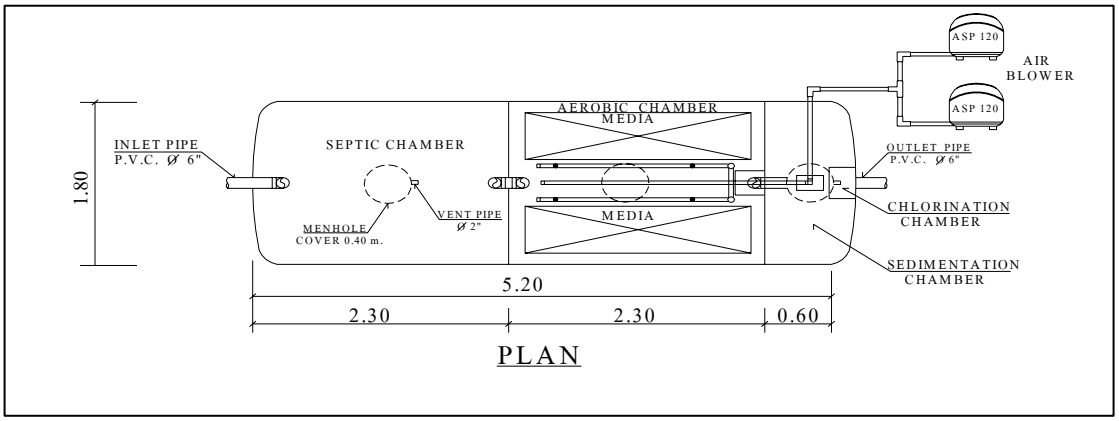
1) แบบแปลนระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสีย



บ่อดักกลิ่น บ่อพัก บ่อดักขยะ

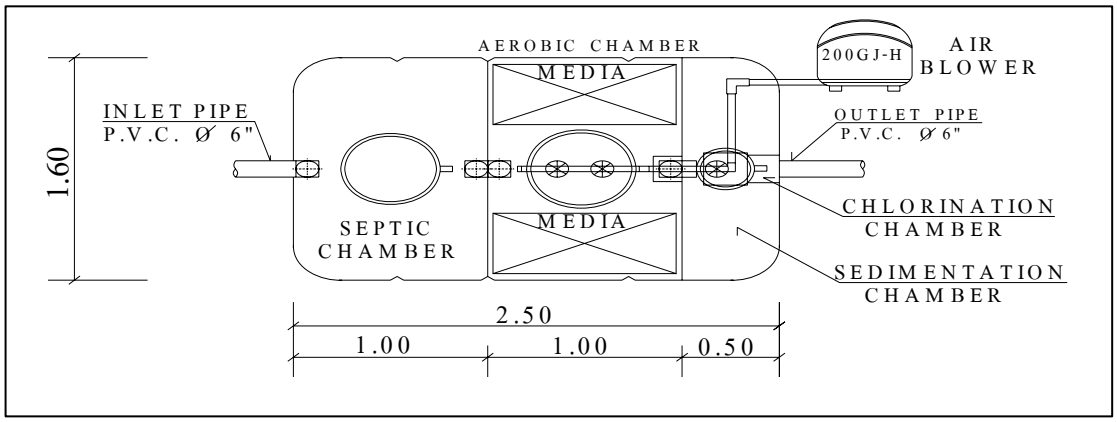
ภาพที่ 1-4 แบบแปลนระบบรวบรวมน้ำเสีย

ที่มา : สำนักงานอนามัยและสิ่งแวดล้อม (ส่วนวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) (2544)



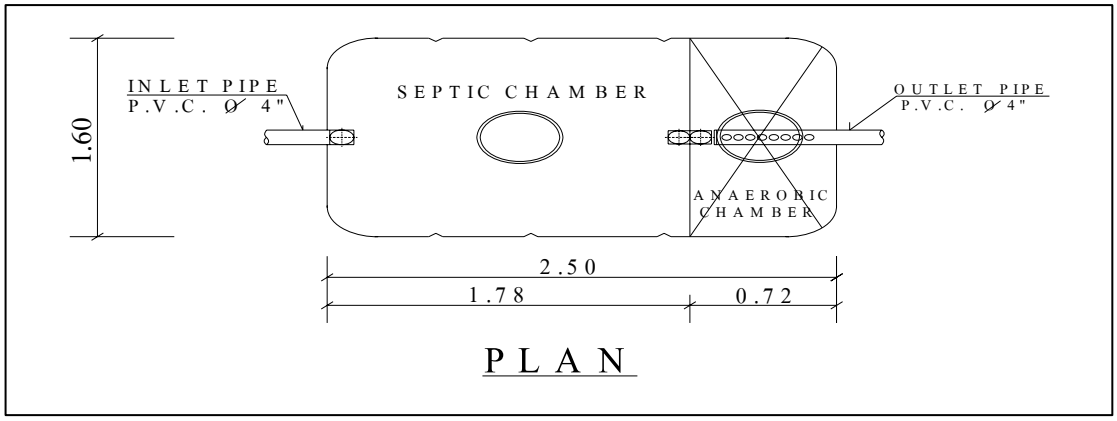
ภาพที่ 1-5 แบบแปลนระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับอาคารผู้ป่วยนอกและผู้ป่วยใน

ที่มา : สำนักงานอนามัยและสิ่งแวดล้อม (ส่วนวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) (2544)



ภาพที่ 1-6 แบบแปลนระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับอาคารโรงครัว

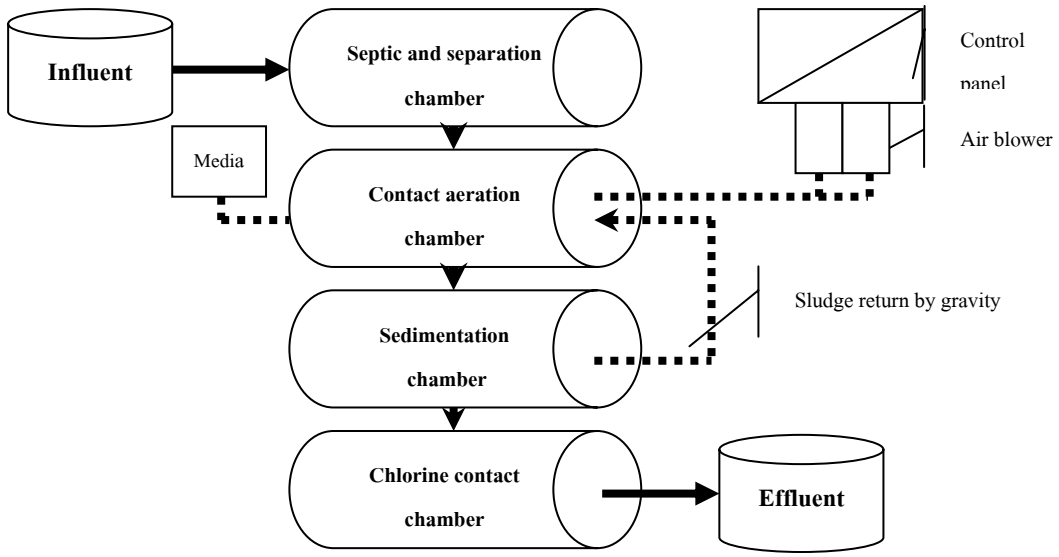
ที่มา : สำนักงานอนามัยและสิ่งแวดล้อม (ส่วนวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) (2544)



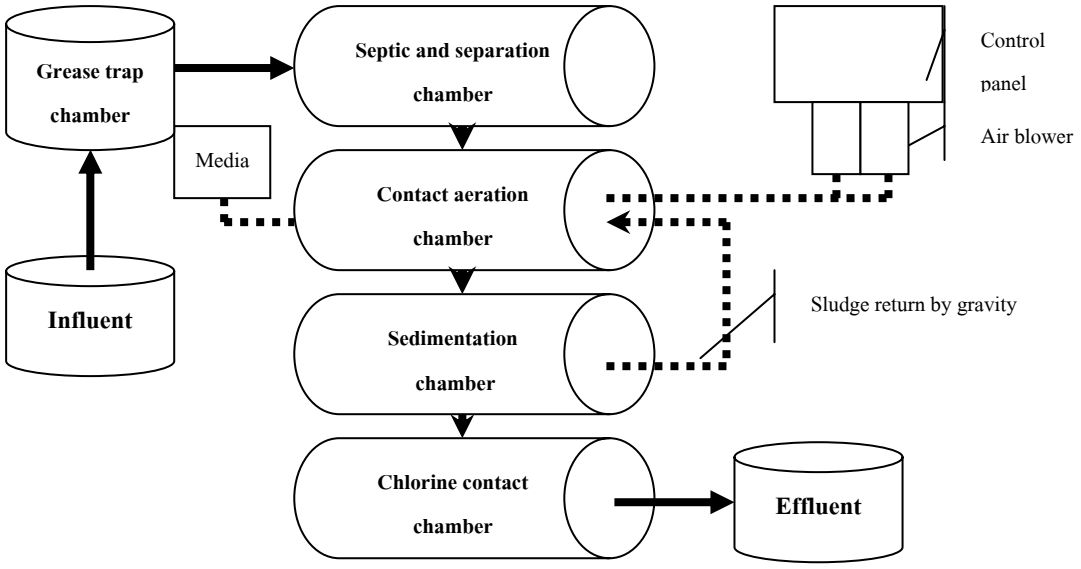
ภาพที่ 1-7 แบบแปลนระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับอาคารซักฟอก

ที่มา : สำนักงานอนามัยและสิ่งแวดล้อม (ส่วนวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) (2544)

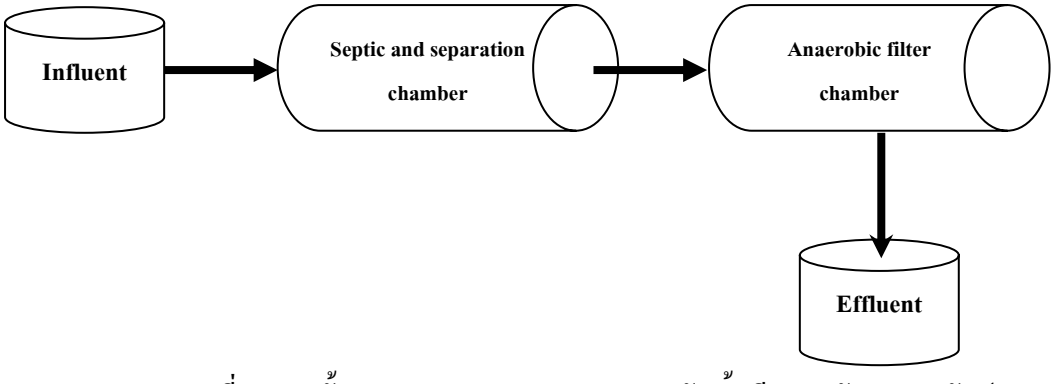
2) ลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย



ภาพที่ 1-8 ขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับอาคารผู้ป่วยนอกและผู้ป่วยใน
ที่มา : โรงพยาบาลรัตภูมิ จังหวัดสงขลา (2545)



ภาพที่ 1-9 ขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับอาคารโรงครัว
ที่มา : โรงพยาบาลรัตภูมิ จังหวัดสงขลา (2545)



ภาพที่ 1-10 ขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับอาคารซักฟอก
ที่มา : โรงพยาบาลรัตภูมิ จังหวัดสงขลา (2545)

3) ค่ากำหนดการออกแบบและควบคุมระบบบำบัด

สำหรับโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียง ได้กำหนดค่าการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อใช้ในการติดตามและตรวจสอบระบบให้ระบบมีประสิทธิภาพ (โรงพยาบาลรัตภูมิ, 2545) แสดงดังตารางที่ 1-13

ตารางที่ 1-13 ค่ากำหนดการออกแบบและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลชุมชน

ระบบบำบัดบริเวณอาคาร	อัตราไหล ลบ.ม./วัน	ระยะเวลาเก็บกัก (HRT) (ชม.)					
		ถังดักไขมัน	ถังเกรอะ	ถังกรองไร้อากาศ	ถังเติมอากาศ	ถังตกตะกอน	ถังเติมคลอรีน
ผู้ป่วยนอก	10	-	≥ 12	-	≥ 12	≥ 2	1/2
ผู้ป่วยใน	10	-	≥ 12	-	≥ 12	≥ 2	1/2
โรงครัว	4.5	≥ 6	≤ 12	-	≥ 12	≥ 2	1/2
โรงซักฟอก	4	-	≥ 16	≥ 6	-	-	-

ที่มา : โรงพยาบาลรัตภูมิ (2545)

3.1) ระบบบำบัดน้ำเสียอาคารผู้ป่วยนอกและอาคารผู้ป่วยใน กำหนดให้

ถังเกรอะ มีประสิทธิภาพในการบำบัด BOD ร้อยละ 30

ถังเติมอากาศ อัตราส่วนของอาหารต่อจุลินทรีย์ 0.20 กก.บีโอดี/กก. MLSS-วัน ของแข็งแขวนลอยในน้ำตะกอน 2,500 มล./ล. และอัตราภาระอินทรีย์ 0.80 กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน

ถังตกตะกอน Surface loading rate (SLR) 24 ลบ.ม./ตร.ม.- วัน

3.2) ระบบบำบัดน้ำเสียอาคารโรงครัว กำหนดให้

ถังดักไขมัน มีประสิทธิภาพในการบำบัด BOD ร้อยละ 30

ถังเกรอะ มีประสิทธิภาพในการบำบัด BOD ร้อยละ 30

ถังเติมอากาศ อัตราส่วนของอาหารต่อจุลินทรีย์ 0.20 กก.บีโอดี/กก. MLSS-วัน ของแข็งแขวนลอยในน้ำตะกอน 3,000 มล./ล. และอัตราภาระอินทรีย์ 0.80 กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน

ถังตกตะกอน Surface loading rate (SLR) 24 ลบ.ม./ตร.ม.- วัน

3.3) ระบบบำบัดน้ำเสียอาคารโรงซักฟอก กำหนดให้

ถังเกรอะ มีประสิทธิภาพในการบำบัด BOD ร้อยละ 40

ถังกรองไร้อากาศ มีประสิทธิภาพในการบำบัด BOD ร้อยละ 50

สำหรับน้ำเสียจากโรงครัวต้องผ่านบ่อดักขยะก่อนเข้าถังดักไขมันและน้ำเสียจากอาคารผู้ป่วยนอก ผู้ป่วยใน และซักฟอก ต้องผ่านบ่อดักขยะและบ่อดักกลิ่นก่อนเข้าถังเกรอะ

4) หน้าที่และหลักการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ ของระบบบำบัด

ถังดักไขมัน (grease trap) ใช้กับน้ำเสียที่มาจากโรงครัว ซึ่งมีปริมาณไขมันสูง เพื่อดักไขมันออกจากน้ำเสียก่อนจะเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป เนื่องจากไขมันจะก่อให้เกิดปัญหา ท่ออุดตัน ทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดลดลง และเครื่องจักรกลในระบบชำรุดได้ หลักการทำงาน ภายในถังไขมันจะลอยตัวขึ้นสู่ผิวน้ำและแยกเป็นชั้นระหว่างชั้นไขมันและชั้นน้ำเสีย ตักส่วนที่เป็นไขมันออกแล้วนำไปกำจัด ส่วนน้ำเสียปล่อยเข้าสู่ระบบบำบัดต่อไป

4.1) ถังเกรอะ (septic tank) เป็นถังสำเร็จรูป ทำหน้าที่แยกตะกอนหนัก ตะกอนเบา และสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ตะกอนหนักจะตกลงสู่ก้นถัง มีการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic bacteria) น้ำใสส่วนบนจะไหลเข้าสู่ท่อน้ำออกเพื่อบำบัดในขั้นต่อไป

4.2) ถังกรองไร้อากาศ (anaerobic filter tank) เป็นถังบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ ใช้สื่อชีวภาพภายในถังบำบัด หลักการทำงาน คือ บำบัดสลัดจ์หรือสร้างเสถียรภาพให้กับตะกอนอินทรีย์ อาศัยการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์แบบไร้ออกซิเจน ลดความเข้มข้นสารอินทรีย์ให้น้อยลง ตะกอนจะถูกย่อยสลายในส่วนก้นถัง น้ำเสียจะไหลผ่านแผ่นกรองชีวภาพเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ ส่วนน้ำใสจะไหลผ่านออกไป

4.3) ถังปฏิกิริยา (aeration tank) เป็นส่วนบำบัดหลักในการกำจัดความสกปรก มีเครื่องเติมอากาศ (air blower) เพื่อเพิ่มออกซิเจนให้แบคทีเรีย และกวนน้ำเสียภายในถังให้มีการผสมอย่างสมบูรณ์ มีตัวกลาง (media) ให้จุลินทรีย์เกาะเป็นการเพิ่มพื้นที่ให้สัมผัสกับ

น้ำเสียมากขึ้น หลักการทำงาน อาศัยจุลินทรีย์ชนิดใช้ออกซิเจน (aerobic bacteria) 2 ลักษณะ คือ แบบ fixed film growth microorganism ร่วมกับจุลินทรีย์แขวนลอย (suspended growth microorganism) ในน้ำเสีย ทำให้ค่าบีโอดีลดลงและการย่อยสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่เข้ามาในระบบทำให้ไม่เกิดกลิ่น

4.4) ถังตกตะกอน (sedimentation tank) ทำหน้าที่แยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำใส เนื่องจากน้ำเสียจากถังเติมอากาศจะมีการย่อยสลายสารอินทรีย์และเกิดตะกอนจุลินทรีย์จำนวนมาก หลักการทำงาน คือ ชะลอความเร็วของน้ำเสียที่เข้ามาในถังและนิ่ง เพื่อให้ตะกอนจุลินทรีย์ตกลงสู่ก้นถังด้วยแรงโน้มถ่วง ส่วนน้ำใสจะไหลผ่านเวียร์ควบคุมอัตราการไหล ตะกอนที่อยู่ก้นถังจะถูกนำกลับมาใช้ใหม่ในถังเติมอากาศ

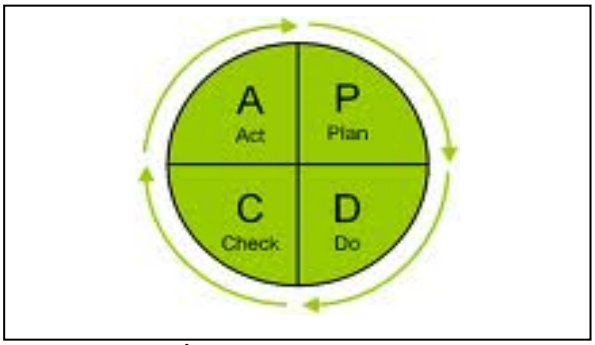
4.5) ถังเติมคลอรีน เป็นส่วนรับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว เพื่อฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน ทำให้น้ำทิ้งมีความสะอาดมากขึ้น สามารถระบายสู่แหล่งสาธารณะได้โดยตรง

1.2.7 การบริหารจัดการ

การบริหารจัดการเป็นการดำเนินการอย่างเป็นระบบในการจัดสรรทรัพยากรภายใต้บริบทของโรงพยาบาลในการดำเนินงานด้านการจัดการน้ำเสียให้เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุด ประกอบด้วย ขั้นตอน กำหนดนโยบาย การวางแผน การจัดองค์กร การดำเนินการตามแผน การประเมินผล เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงอย่างต่อเนื่องให้ดีขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งหลักการบริหารจัดการที่นิยมใช้ในปัจจุบันได้แก่หลักการ PDCA

1.2.7.1 หลักการ PDCA

PDCA เป็นเครื่องมือการบริหารที่มีความสำคัญต่อการดำเนินงานทุกระดับตั้งแต่บุคคลจนถึงองค์กร ซึ่งความสำเร็จขององค์กรขึ้นกับผลรวมการปฏิบัติงานของบุคคลภายในองค์กร ได้แก่ การวางแผน (plan) การกระทำ (do) การตรวจประเมิน (check) และการทำให้สมบูรณ์ (act) (Deming, 1993) ดังภาพ 1-11



ภาพที่ 1-11 โครงสร้างของ PDCA

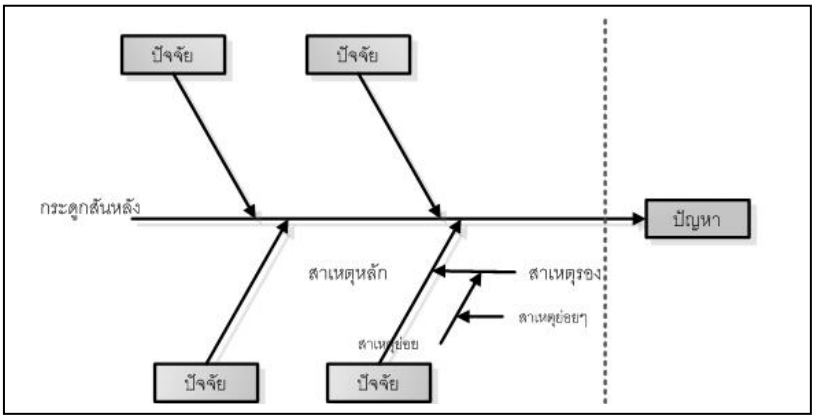
ที่มา http://www.google.co.th/imglanding?q=pdcA&imgurl.

1.2.7.2 การวิเคราะห์ปัญหาโดยเทคนิค Ishikawa

ในการดำเนินงานจะเกิดปัญหาต่างๆ ขึ้นตลอดเวลา ตั้งแต่ปัญหาที่ไม่ซับซ้อนแก้ไขได้ง่ายจนถึงปัญหาที่ซับซ้อนแก้ไขได้ยาก และปัญหาแต่ละปัญหาอาจมีสาเหตุของปัญหาหลายประการ ผู้บริหารจัดการที่ดีจะต้องแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล จึงต้องมีเครื่องมือในการวิเคราะห์หาสาเหตุปัญหาที่แท้จริงจะทำให้แก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว เทคนิค Ishikawa คือ เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาเป็นแผนผังสาเหตุและผลที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (problem) กับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (possible cause) หรือเรียกว่า ผังก้างปลา (fish bone diagram) วิธีการสร้างแผนผังสาเหตุและผลหรือผังก้างปลาสิ่งสำคัญในการสร้างแผนผัง คือ ต้องทำเป็นทีมเป็นกลุ่ม โดยใช้ขั้นตอน 6 ขั้นตอน ได้แก่ กำหนดประโยคปัญหาที่หัวปลา กำหนดกลุ่มปัจจัยที่จะทำให้เกิดปัญหานั้นๆ ระดมสมองเพื่อหาสาเหตุในแต่ละปัจจัย หาสาเหตุหลักของปัญหา จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุ และใช้แนวทางการปรับปรุงที่จำเป็น

การกำหนดปัจจัย (factors) เพื่อจะนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่างๆ ประกอบด้วย 1) M - man or people คือ คนงาน หรือพนักงาน หรือบุคลากร 2) M - machine คือ เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก 3) M - material คือ วัตถุดิบหรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในกระบวนการ และ 4) M - method or Process คือ กระบวนการทำงาน

ส่วนปัญหาหรือผลลัพธ์ (problem or effect) ซึ่งจะแสดงอยู่ที่หัวปลาส่วนสาเหตุ (causes) จะสามารถแยกย่อยออกได้เป็น ปัจจัย (factors) ที่ส่งผลกระทบต่อปัญหา (หัวปลา) สาเหตุหลักและสาเหตุย่อย ซึ่งสาเหตุของปัญหา จะเขียนไว้ในก้างปลาแต่ละก้าง ก้างย่อยเป็นสาเหตุของก้างรองและก้างรองเป็นสาเหตุของก้างหลัก เป็นต้น (Ishikawa, 1960) แสดงดังภาพที่ 1-12



ภาพที่ 1-12 Ishikawa diagram

ที่มา :http://en.wikipedia.org/wiki/Ishikawa_diagram

1.2.8 การนำน้ำเสียกลับมาใช้ซ้ำ (water reuse)

การบำบัดน้ำเสียเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ โดยทั่วไปจะเป็นการแยกสารปนเปื้อนในน้ำในรูปของแข็ง โดยวิธีตกตะกอนทางเคมี การบำบัดทางชีวภาพ การกรอง การกำจัดเกลืออนินทรีย์และสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำ มีวัตถุประสงค์ที่สำคัญในปัจจุบันเนื่องจากสาเหตุหลัก 3 ประการ ได้แก่ 1) ความต้องการใช้น้ำในปัจจุบันเพิ่มมากขึ้น 2) เพื่อลดปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติให้น้อยลง และ 3) ค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียมีราคาสูง หากมีการปล่อยน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ จะเป็นการใช้ประโยชน์จากน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วไม่คุ้มค่า (สุบัณฑิต นิ่มรัตน์, 2548)

ดังนั้นก่อนที่จะพิจารณานำน้ำกลับมาใช้ใหม่ควรมีการตรวจสอบสภาพการใช้น้ำและวางแผนการใช้น้ำอย่างประหยัดและเหมาะสม โดยการสำรวจปริมาณน้ำที่ใช้และคุณภาพน้ำที่ใช้แล้ว พิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ หรือนำน้ำที่ใช้แล้วไปใช้ในขั้นตอนอื่นๆ โดยการเลือกวิธีการบำบัดให้เหมาะสม พิจารณาถึงความประหยัดและเหมาะสมในภาพรวม เช่น การใช้พลังงาน และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เป็นต้น กิจกรรมที่มีการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ใหม่ เช่น ใช้ในห้องน้ำ สนามหญ้า สนามกอล์ฟ สวนสาธารณะ พื้นที่ทางการเกษตร และอุตสาหกรรม เช่น ใช้เป็นน้ำหล่อเย็น (cooling water) หม้อน้ำร้อน (boiler feed water) ฯลฯ The U.S. Environmental Protection Agency (U.S.EPA, 2004) กำหนดประเภทการนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ไว้ 10 ประเภท ตามคุณภาพน้ำ ได้แก่

1.ด้านชุมชนใช้โดยทั่วไป (urban reuse) เช่น ทำความสะอาด ใช้ในห้องน้ำ ใช้ในการดับเพลิง เป็นต้น

2.ด้านชลประทาน (restricted – access – area irrigation)

3.ด้านการเกษตรที่ใช้บริโภค (agricultural reuse – food crops)

4.ด้านการเกษตรที่ไม่ใช้บริโภค (agricultural reuse – non-food crops)

5.ด้านการพักผ่อน (recreational impoundments)

6.ด้านการปรับภูมิทัศน์ (landscape impoundments)

7.ด้านการก่อสร้าง (construction uses)

8.ด้านอุตสาหกรรม (industrial reuse)

9.ด้านใช้ในการเติมน้ำใต้ดิน (groundwater recharge)

10. ด้านการบริโภคทางอ้อม (indirect potable reuse)

U.S.EPA (2004) ได้กำหนดแนวทางสำหรับการนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ ดังแสดงในตารางที่ 1-14

ตารางที่ 1-14 สรุปแนวทางสำหรับการนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่

การบำบัด	ประเภทการใช้ประโยชน์	คุณภาพน้ำ		การตรวจวัด	หมายเหตุ
		พารามิเตอร์	หน่วย		
น้ำเสียที่ผ่านการกรองในขั้นที่ 2 และการฆ่าเชื้อในขั้นที่ 3	ด้านชุมชนใช้โดยทั่วไป ด้านการเกษตรที่บริโภค ด้านการพักผ่อน	pH BOD_5 Turbidity E.coli Residual Cl_2	6-9 ไม่เกิน 10 มก./ล. ไม่เกิน 2 NTU ไม่พบ ไม่ต่ำกว่า 1 มก./ล.	ทุกสัปดาห์ ทุกสัปดาห์ อย่างต่อเนื่อง ทุกวัน อย่างต่อเนื่อง	ห่างจากแหล่งน้ำดื่ม 15 เมตร
น้ำเสียที่ผ่านการฆ่าเชื้อในขั้นที่ 2	ด้านชลประทาน ด้านการเกษตรที่ไม่บริโภค ด้านการปรับภูมิทัศน์ ด้านการก่อสร้าง	pH BOD_5 TSS E.coli Residual Cl_2	6-9 30 มก./ล. 30 มก./ล. 200/100 มล. ไม่ต่ำกว่า 1 มก./ล.	ทุกสัปดาห์ ทุกสัปดาห์ ทุกวัน ทุกวัน อย่างต่อเนื่อง	ห่างจากที่สาธารณะ 30 เมตรและห่างจากแหล่งน้ำดื่ม 90 เมตร

ที่มา : Tchobanoglous (2004)

1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากการให้บริการของโรงพยาบาลโดยเฉลี่ยอยู่ในช่วง 400-1,200 ลิตร/วัน/เตียง (Boller, 1997) โดยน้ำที่เข้ามาในโรงพยาบาลจะเปลี่ยนเป็น น้ำเสียในอัตรา 0.8 (Sarafraz *et al*., 2007) น้ำเสียจากโรงพยาบาลมีลักษณะเช่นเดียวกับน้ำเสียที่เกิดจากชุมชน แต่จะมีการปนเปื้อนของสารเคมี สารรังสี ยาที่เกิดจากการรักษา เชื้อที่ก่อให้เกิดโรคและพยาธิมากกว่า ลักษณะสมบัติของน้ำเสียขึ้นกับขนาดของโรงพยาบาลและระดับกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในโรงพยาบาลด้วย ทั้งนี้ค่าพารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวัดยังขึ้นกับตัวอย่างน้ำเสียที่ทำการวิเคราะห์ (Jolbois and Guerbet, 2005) พารามิเตอร์ที่ใช้เป็นตัวชี้วัดสภาวะน้ำเสีย ได้แก่ BOD_5 COD และ TSS ซึ่งพบว่ามีค่าประมาณ 242.25 628.1 และ 231.25 มก./ล. ตามลำดับ (Sarafraz *et al*., 2007) ลักษณะของน้ำเสียซึ่งเป็นน้ำดิบที่เกิดจากโรงพยาบาลมีลักษณะแสดงดังตารางที่ 1-15

ตารางที่ 1-15 ค่าพารามิเตอร์ในน้ำเสียจากโรงพยาบาล

พารามิเตอร์	ค่าที่วัดได้		
	1)	2)	3)
pH	7.4	8.1	7.20±0.5
total solids, TS (mg/L)			7,383±853
total dissolved solids, TDS (mg/L)	1,540	-	-
suspended solids, SS (mg/L)	531	192	546.7±64.8
chemical oxygen demand, COD (mg/L)	1,067	970	2,480±413
biochemical oxygen demand, BOD (mg/L)	-	-	1,268±155
phosphorous, P (mg/L)	-	-	28.6±7.2
nitrogen, N (mg/L)	-	-	85±14.8
fat (mg/L)	-	23	-
bacteria count by the spread plate method (CFU/ml)	2.5×10^7	-	-
bacteria count by the pour plate method (CFU/ml)	2.15×10^7	-	-
total coliforms bacteria, TCB (MPN/100 ml)	-	-	$2.0 \times 10^8 \pm 1.5 \times 10^4$

ที่มา : 1) Gautam และคณะ(2007)

2) Suarez และคณะ (2009)

3) Berto และคณะ (2009)

CFU : หน่วยก่อรูปโคโลนี (colony forming unit) หมายถึง หน่วยนับกลุ่มของจุลินทรีย์ทั้งหมดที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต ซึ่งเจริญมาจากหนึ่งเซลล์ของจุลินทรีย์นั้น

ปริมาณแบคทีเรียที่พบในน้ำเสียโรงพยาบาลมีประมาณ 2.5×10^7 CFU/มล. (Gautam *et al*., 2007) ซึ่งโดยทั่วไปมีการกำหนดปริมาณแบคทีเรียในน้ำเสียชุมชนควรต่ำกว่า 10^8.100/มล. (Tchobanoglous *et al*., 1991) ส่วนใหญ่น้ำเสียจากโรงพยาบาลจะพบกลุ่มแบคทีเรียได้แก่ *Faecal coliforms, Escherichia coli, Faecal enterococc., Pseudomonas sp., Staphylococci Klebsiella sp, Morganella morganni, Salmonella ssp.* และ *Proteus sp.* เชื้อไวรัส ได้แก่ *Enterovirus (Poliovirus Coxsackie ECHO virus)* และ *Adenovirus* และพยาธิ ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดโรคติดต่อเช่น โรคระบบทางเดินอาหาร โรคอหิวา โรคอุจจาระร่วง โรคผิวหนัง โรคระบบทางเดินหายใจ และโรคพยาธิ (Nuñez and Moretton, 2007; Berto *et al.,* 2009)

วิรัช จั่นหนู และคณะ (2542) ศึกษาการสำรวจความชุกของปรสิตลำไส้ในกากตะกอนน้ำเสียจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลศิริราช พบว่า กากตะกอนน้ำเสียก่อนการบำบัดมีความชุกของพยาธิร้อยละ 68 และกากตะกอนน้ำเสียหลังการบำบัดพบความชุกของพยาธิคิดเป็นร้อยละ 42 ส่วนใหญ่เป็นตัวอ่อนพยาธิตัวกลมอิสระ ไข่พยาธิตัวกลมอิสระ และพยาธิไส้เดือน ดังนั้นจึงควรมีการกำจัดพยาธิในตะกอนน้ำเสียจากระบบบำบัดที่มีประสิทธิภาพ

ส่วนยาและสารเคมีจากน้ำเสียโรงพยาบาล จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นพิษต่อสายพันธุ์สิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ มีระดับความเป็นพิษต่อสายพันธุ์คิดเป็นร้อยละ 82 อยู่ในระดับปานกลางถึงรุนแรง (Jolbois and Guerbet, 2005) น้ำเสียที่เกิดจากการให้บริการทางด้านสุขภาพ การรักษา การวินิจฉัยโรค ประกอบด้วย เลือด ปัสสาวะ อุจจาระ สารคัดหลั่งต่างๆ น้ำจากกระเพาะ ตัวทำละลาย กรด เบส สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ สารรังสี สารฆ่าเชื้อ น้ำยาทำความสะอาด รวมถึงยาหรือสารเคมีที่ผู้ป่วยได้รับในระหว่างการรักษาจะถูกขับออกจากร่างกายลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียโดยผ่านระบบท่อลำเลียงของโรงพยาบาลหรือท่อลำเลียงของชุมชนและลงส่งระบบบำบัด ในที่สุดก็จะถูกส่งผ่านไปรวมกับน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน ท้ายที่สุดจะมีการนำน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินไปปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยกระบวนการต่างๆ เพื่อให้สามารถนำมาใช้ในการอุปโภคและบริโภคต่อไป ดังนั้นจึงมีการกำหนดพารามิเตอร์ในการวัดคุณภาพน้ำเสีย เพื่อหาความเข้มข้นของมลพิษต่างๆที่อยู่ในน้ำเสียเป็นดัชนีชี้วัดว่าน้ำเสียนั้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่ พารามิเตอร์ของน้ำเสียโรงพยาบาลที่ใช้ได้แก่ suspended solid matters BOD_5 TOC COD total phosphorus และ chloride เป็นต้น ซึ่งมีความเข้มข้นมากกว่าน้ำเสียจากชุมชนและมีความเป็นพิษสูง ทั้งนี้น่าจะเกิดจากสารกลุ่มอินทรีย์ฮาโลเจน (organohalogen compounds) ซึ่งเป็นสารที่ใช้ในการฆ่าเชื้อภายในโรงพยาบาล เช่น โซเดียมไฮโปคลอไรด์ ไอโอดีน รวมถึงการเติมสาร organohalogen compounds (OHC) ก่อนการทำให้ตกตะกอนและการกรอง มีผลทำให้เกิดปฏิกิริยา oxidation-reduction ระหว่างสารอินทรีย์กับสารฆ่าเชื้อ ทำให้เกิดความเป็นพิษสูงขึ้น ดังนั้นควรให้ความสำคัญน้ำเสียจากโรงพยาบาล โดยควรมีการบำบัดก่อนปล่อยลงสู่ระบบบำบัดของชุมชน ถึงแม้ว่าน้ำเสียจากชุมชนมีปริมาณมากกว่าซึ่งจะช่วยในการเจือจางมลพิษในน้ำทิ้งให้ลดลงก็ตาม (Emmanuel *et al*., 2002)

ปัจจุบันโรงพยาบาลได้มีการนำระบบบำบัดน้ำเสียมาใช้หลายรูปแบบและมีการพัฒนาเพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับโรงพยาบาลมากยิ่งขึ้น เช่น การบำบัดเบื้องต้นด้วยวิธีทางกายภาพ-เคมี โดยการเติมสารเคมีเฟอร์ริกคลอไรด์ ($FeCl_3$) การตกตะกอน และการฆ่าเชื้อ พบว่าหากเติม $FeCl_3$ จำนวน 175 มก./ล. จะลดค่า COD ได้ประมาณร้อยละ 98 จาก COD ทั้งหมด

และ pH ลดลงเท่ากับ 6.43 ส่วนการกรอง ทำให้ของแข็งแขวนลอยลดลง แต่ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคต่ำ สำหรับการฆ่าเชื้อโดยการเติมคลอรีน (calcium hypochlorite) 20 มก./ล. และทิ้งไว้ให้มีระยะเวลาสัมผัส 30 นาที จะพบว่า ปริมาณแบคทีเรียลดลงประมาณร้อยละ 98.5 ทั้งนี้การใช้วิธีกายภาพ-เคมีในการบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลให้ผลดีในการบำบัด COD โดยใช้ในกระบวนการทำให้ตกตะกอน (Gautam *et al*., 2007) ซึ่งกระบวนการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นและขั้นที่สอง สามารถกำจัดพยาธิโดยการตกตะกอน กำจัดแบคทีเรียและไวรัสได้ร้อยละ 90-95 แต่ต้องมีกระบวนการการฆ่าเชื้อโรคก่อนปล่อยทิ้งเพื่อกำจัดเชื้อก่อให้เกิดโรคทั้งหมด (Rezaee *et al.,* 2005) สำหรับตะกอนที่เกิดจากระบบบำบัดจะมีการปนเปื้อนเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคและพยาธิสูง วิธีการกำจัดโดยการย่อยแบบไร้อากาศหรือการทำให้แห้งแล้วนำมาเผา พารามิเตอร์ที่มีความสำคัญในการบำบัดน้ำเสียจากโรงพยาบาลโดยกระบวนการทางชีวภาพ คือ pH ควรอยู่ในช่วง 6.5-8.5 อุณหภูมิจะมีผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นจุลินทรีย์จะมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณออกซิเจนลดน้อยลง ดังนั้นระบบจะต้องมีการเติมออกซิเจน โดยเฉพาะระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Sarafraz *et al*., 2007)

อุไรวรรณ อินทร์ม่วง และคณะ(2541) กำหนดหลักการปฏิบัติสำหรับการควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล ได้แก่

1) การพัฒนาศักยภาพของผู้ดูแลระบบ หน่วยงานที่สนับสนุนด้านวิชาการควรจัดให้มีการอบรมฟื้นฟูความรู้ และทักษะแก่ผู้ดูแลเป็นระยะๆ อย่างต่อเนื่อง

2) ปัญหาของระบบบำบัดน้ำเสียได้รับการแก้ไขอย่างเหมาะสม

3) การควบคุม ตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย โดยผู้ดูแลระบบและผู้บริหารโรงพยาบาล

4) สำหรับโรงพยาบาลที่ระบบบำบัดน้ำเสียมีประสิทธิภาพในการบำบัดต่ำมาก ควรมีการศึกษาโดยละเอียด เพื่อหาสาเหตุของปัญหา และวิธีการปรับปรุงแก้ไข

5) หน่วยงานที่รับผิดชอบในการศึกษา ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลควรมีการศึกษาระบบบำบัดรูปแบบอื่นๆ ที่มีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับโรงพยาบาลต่างๆ

นพพร จรุงเกียรติ (2547) ศึกษาการพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็กแบบติดกับที่สำหรับตลาดสดติดริมน้ำ ดำเนินการทดลองกับตลาดสดจำนวน 3 แห่ง พบว่าประสิทธิภาพการบำบัด ดังตารางที่ 1-16

ตารางที่ 1-16 ประสิทธิภาพการบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็กแบบติดกับที่

ระบบบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัด (ร้อยละ)					
	TSS	BOD_5	TKN	P	oil & grease	FCB
ระบบถังเกรอะ-กรองเติมอากาศระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย (ถังกรองเติมอากาศ) 32 ชั่วโมง (septic-aerobic fixed-film reactor)	93.81	94.95	84.78	11.53	92.52	99.96
ระบบถังเกรอะ-กรองไร้อากาศ-กรองแบบเติมอากาศสัมผัส ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียรวม 36 ชั่วโมง (septic-submerged-anaerobic-aerobic fixed-film reactor)	94.60	96.24	90.52	27.61	98.71	99.95
ระบบถังเกรอะ-กรองไร้อากาศ-กรองแบบเติมอากาศสัมผัสระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียรวม 48 ชั่วโมง (septic-submerged-anaerobic-aerobic fixed-film reactor)	93.79	96.06	90.07	45.27	87.31	99.95

1.4 วัตถุประสงค์

1.4.1 เพื่อหาสาเหตุของปัญหาการจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 – 60 เตียง

1.4.2 เพื่อหาแนวทางการจัดการน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมสำหรับโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 – 60 เตียง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1.5.1 สามารถประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้อยู่ในปัจจุบันและดำเนินการปรับปรุงกระบวนการเดินระบบให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

1.5.2 มีแนวทางการจัดการน้ำเสียที่เหมาะสมกับโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30-60 เตียง

1.5.3 คุณภาพน้ำทิ้งของโรงพยาบาลใกล้เคียงกับมาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด

1.5.4 ประหยัดงบประมาณในการดำเนินงานและลดผลกระทบที่อาจก่อให้เกิดผลต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมบริเวณใกล้เคียง

1.6 ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นศึกษาการหาแนวทางการจัดการน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมสำหรับโรงพยาบาล ขนาด 30-60 เตียง โดยใช้โรงพยาบาลชุมชน จำนวน 3 แห่ง ในจังหวัดกระบี่เป็นกรณีศึกษาซึ่งมีระบบการบำบัดน้ำเสียแบบเดียวกัน คือเป็นระบบบำบัดติดอยู่กับที่ (onsite treatment) ออกแบบระบบตามลักษณะการเกิดน้ำเสียจากหน่วยบริการแต่ละจุด ซึ่งใช้ระบบแบบไร้อากาศ การเติมอากาศ และการฆ่าเชื้อในขั้นตอนสุดท้าย วิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ ทุติยภูมิ ที่ได้จากการเก็บข้อมูลภาคสนาม การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ และการทดลอง แหล่งที่มาของข้อมูลได้แก่

ข้อมูลปฐมภูมิ เป็นข้อมูลที่ผู้วิจัยได้มาจากการดำเนินงานภาคสนาม ได้แก่ การสัมภาษณ์ การสอบถาม การสังเกต และการวิเคราะห์ เช่น ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย พฤติกรรมการใช้น้ำ การวัดอัตราไหลของน้ำเสีย การสำรวจระบบบำบัดน้ำเสีย การเก็บตัวอย่าง และการวิเคราะห์ตัวอย่าง เป็นต้น

ข้อมูลทุติยภูมิ เป็นข้อมูลทั่วไปของโรงพยาบาลที่ได้มีการเก็บไว้ในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ เอกสาร บันทึกการประชุม สมุดบันทึก ทะเบียน รายงาน แบบแปลนระบบบำบัด คำสั่ง ระเบียบ ข้อตกลง แนวทางวิธีการปฏิบัติ และข้อเสนอแนะ เป็นต้น เช่น จำนวนผู้รับบริการทั้งหมด จำนวนผู้ป่วยนอก จำนวนผู้ป่วยใน อัตราการครองเตียง และผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้เพื่อที่จะได้

1) วิเคราะห์หาสาเหตุของการจัดการน้ำเสียที่ไม่มีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งอุปสรรคและปัญหาที่เกิดขึ้นในอดีต ปัจจุบันและคาดว่าจะเกิดในอนาคต

2) สามารถกำหนดแนวทางในการจัดการน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30-60 เตียง

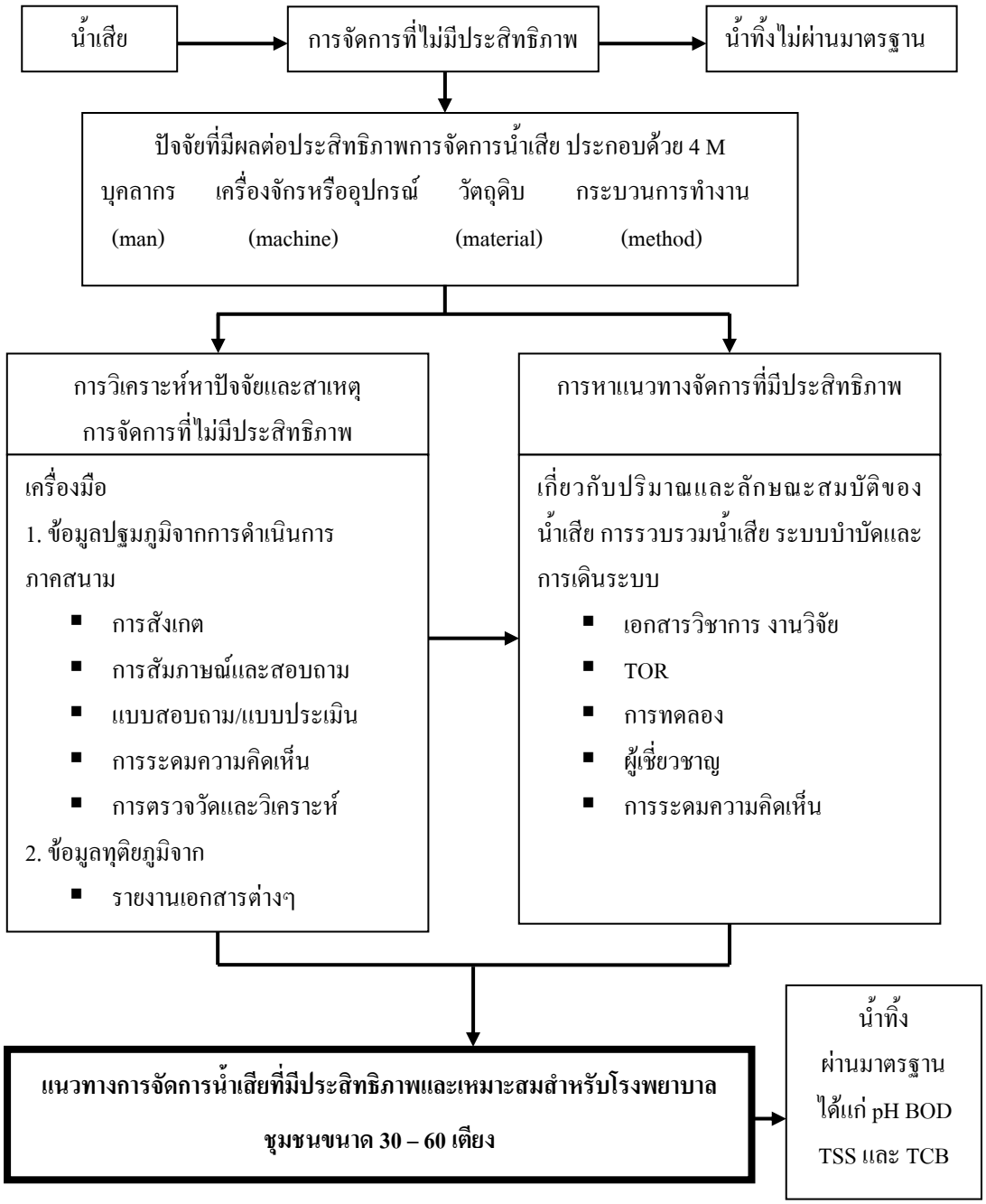
การเก็บข้อมูล ดำเนินการเก็บข้อมูลด้านการจัดการน้ำเสียจากโรงพยาบาล ซึ่งมีระบบบำบัดบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ แยกเป็น ระบบบำบัดน้ำเสียอาคารผู้ป่วยนอก อาคารผู้ป่วยใน อาคารโรงครัว และอาคารซักฟอก โดยกำหนด

ประชากรอ้างอิง (refer population) คือ โรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียงขึ้นไปที่รัฐบาลมีมติให้มีการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ (onsite treatment) ในช่วงปี 2538-2544 จำนวน 572 แห่ง ทั่วประเทศ

ประชากรศึกษา (study population) คือ โรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียงขึ้นไปในจังหวัดกระบี่ จำนวน 6 แห่ง

ตัวอย่าง (sample) คือ โรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียงขึ้นไปในจังหวัดกระบี่ จำนวน 3 แห่ง เกณฑ์การคัดเลือกโดยเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) ตามเขตพื้นที่การปกครองโดยใช้จำนวนประชากรในพื้นที่รับผิดชอบ ได้แก่ โรงพยาบาลชุมชนขนาด 60 เตียง 1 แห่ง และโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียง 2 แห่ง

1.7 กรอบแนวคิด



บทที่ 2

วิธีการศึกษา

การวิจัยเรื่องแนวทางการจัดการระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 – 60 เตียง: กรณีศึกษาจังหวัดกระบี่ เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพและปริมาณ คัดเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) ตามเขตพื้นที่การปกครองใช้จำนวนประชากรในพื้นที่รับผิดชอบ ได้แก่ โรงพยาบาลชุมชนขนาด 60 เตียง 1 แห่ง และโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียง 2 แห่ง ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล จากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ โดยใช้เครื่องมือแบบสอบถามและแบบตรวจสอบระบบบัดน้ำเสีย อาศัยการสังเกต (observation) การสำรวจ (survey) การทดลอง (experimental) และการเก็บตัวอย่างวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย ประกอบด้วย

2.1 ข้อมูลที่ใช้เพื่อการวิจัย

2.1.1 ข้อมูลปฐมภูมิ ได้จากการเก็บข้อมูลภาคสนาม ได้แก่ การสัมภาษณ์ การสอบถาม การสังเกต และการวิเคราะห์ตัวอย่าง เช่น ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย พฤติกรรมการใช้น้ำ การวัดอัตราไหลของน้ำเสีย การสำรวจระบบบำบัด การเก็บตัวอย่าง และการวิเคราะห์ตัวอย่าง เป็นต้น

2.1.2 ข้อมูลทุติยภูมิ ได้จากโรงพยาบาลที่ได้มีการเก็บไว้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น คู่มือ เอกสาร บันทึกการประชุม ทะเบียน รายงาน แบบแปลนระบบบำบัด คำสั่ง ระเบียบ ข้อตกลง แนวทาง วิธีการปฏิบัติ และข้อเสนอแนะ เป็นต้น

2.2 ประชากรและกลุ่มเป้าหมาย

ประชากรและกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้จากการคัดเลือกแบบเจาะจงจากโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30-60 เตียง จำนวนทั้งหมด 6 แห่งในจังหวัดกระบี่ ดำเนินการคัดเลือกโดยใช้จำนวนประชากรในเขตพื้นที่รับผิดชอบของโรงพยาบาลมากที่สุด 3 อันดับแรก จำนวน 3 แห่ง

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ประกอบด้วย แบบสอบถามการจัดการน้ำเสียและแบบตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30-60 เตียง ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือและนำมาตรวจสอบความตรง

ตามเนื้อหา (content validity) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เป็นผู้ตรวจสอบคำถามที่ตั้งขึ้น โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ (index of items objective congruence: IOC) (Rovinelli and Hambleton 1977, อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2539: 249)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญ

ผลการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาแสดงในภาคผนวก ก

2.4 วัสดุ สารเคมี และอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง

2.4.1 อาหารที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณ total coliforms bacteria และ fecal coliforms bacteria โดยใช้วิธีของ APHA AWWA และ WEF (2005) รายละเอียดดังนี้

2.4.1.1 lauryl tryptose broth (LTB)

2.4.1.2 brilliant green lactose bile broth 2 % (BGLB)

2.4.1.3 EC medium

2.4.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์หาพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ DO BOD_5 COD TKN oil & grease TCB และ FCB

2.1.3 อุปกรณ์ ประกอบด้วย

2.1.3.1 นาฬิกาจับเวลา

2.1.3.2 กล่องโฟมสำหรับแช่ตัวอย่าง

2.1.3.3 ขวดพลาสติกชนิด polyethylene

2.1.3.4 ถังและขันตักตัวอย่างน้ำ

2.1.3.5 เทอร์โมมิเตอร์ (thermometer)

2.1.3.6 ชุดตรวจคลอรีนตกค้าง (test kit)

2.1.3.7 เครื่องมือวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)

2.1.3.8 ขวดบีโอดี (BOD)

2.1.3.9 Imhoff cone

2.1.3.10 เครื่องชั่งไฟฟ้า (analytical balance) ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2.1.3.11 หม้อนึ่งอัดไอ (autoclave)

2.1.3.12 ตู้ดูดความชื้น (desiccator)

2.1.3.13 ตู้อบความร้อน (drying oven)

2.1.3.14 เครื่องลดปริมาตร (rotary evaporator)

2.1.3.15 เครื่องอังไอน้ำ (water bath)

2.1.3.16 เตาเผาความร้อนสูง (muffle furnace)

2.1.3.17 เครื่องดูดสูญญากาศ (suction pump)

2.1.3.18 ตู้บ่มเชื้อควบคุมอุณหภูมิ (air incubator 35° C)

2.1.3.19 หลอดทดลอง (test tube) ขนาด 20 x 150 มิลลิเมตร

2.1.3.20 หลอดดักก๊าซ (durham tube) ขนาด 6 x 50 มิลลิเมตร

2.1.3.21 ที่วางหลอดทดลอง (rack)

2.1.3.22 ตะเกียงก๊าซ

2.1.3.23 ห่วงเขี่ยเชื้อ (wire loop)

2.1.3.24 เครื่องแก้วชนิดต่าง ๆ

2.5 การเก็บตัวอย่าง การรักษาสภาพตัวอย่าง และการวิเคราะห์ตัวอย่าง

2.5.1 วัตถุประสงค์การวิเคราะห์ตัวอย่าง

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย เพื่อวัตถุประสงค์ 2 ด้าน คือเพื่อทราบถึงปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสียก่อนเข้าระบบ ภายในระบบ และน้ำทิ้ง และเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการควบคุมระบบบำบัด ได้แก่ พารามิเตอร์ต่างๆ ข้อมูลทั้ง 2 ส่วนจะถูกนำมาประกอบในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและแนวทางการจัดการน้ำเสีย มีลำดับขั้นตอนการดำเนินงานรายละเอียด ดังนี้

2.5.1.1 สำรวจสภาพของระบบบำบัด เพื่อกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำเสีย

2.5.1.2 วัดอัตราไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดของโรงพยาบาลทั้ง 3 แห่ง

2.5.1.3 เก็บตัวอย่างน้ำเสียเข้าสู่ระบบ (influent)

2.5.1.4 เก็บตัวอย่างน้ำเสียในหน่วยบำบัด (reactor)

2.5.1.5 เก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง (effluent)

2.5.1.6 ดำเนินการวิเคราะห์ตัวอย่างในภาคสนาม และห้องปฏิบัติการ

2.5.1.7 สรุปและรายงานผล

2.5.2 วิธีวัดอัตราไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัด

สำรวจระบบบำบัดน้ำเสีย กำหนดวิธีการและจุดวัดอัตราไหลในช่วงวันทำการและวันหยุดราชการของโรงพยาบาลทั้ง 3 แห่ง วัดอัตราไหลของน้ำเสียทุกๆ 1 ชั่วโมงติดต่อตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อให้ทราบปริมาณน้ำเสียที่ไหลเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละระบบ และใช้คำนวณหาปริมาณน้ำเสียที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบผสม วิธีวัดอัตราไหลของน้ำเสียมี 2 วิธี ดังนี้

2.5.2.1 วิธีจับเวลาและวัดปริมาตรของน้ำเสียที่ไหลเข้าถังที่ทราบปริมาตร ซึ่งใช้กับโรงพยาบาล ข ถังรองรับน้ำเสียที่ใช้มีขนาดเหมาะสม คือ สามารถรองรับน้ำเสียที่วัดได้ไม่น้อยกว่า 1 นาทีและทำการวัดซ้ำมากกว่า 1 ครั้ง บริเวณปลายท่อน้ำทิ้ง (สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2545) อัตราไหลของน้ำเสียสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$Q = V/T$$

เมื่อ Q = อัตราไหลของน้ำเสีย (ลิตร/นาที)

V = ความจุน้ำเต็มถัง (ลิตร)

T = เวลาที่น้ำเสียไหลเต็มถัง (นาที)

2.5.2.2 วิธีจับเวลาทำงานของเครื่องสูบน้ำใช้กับน้ำเสียโรงพยาบาล ก และ ค จับเวลาและวัดปริมาตรน้ำเสียที่สูบจากถังบำบัดสุดท้ายของระบบบำบัดน้ำเสีย (ถังตกตะกอน) เปรียบเทียบกับเวลาและปริมาตรน้ำเสียที่เพิ่มขึ้นเท่ากับระดับเดิมหลังสูบน้ำเสีย ประยุกต์มาจากวิธีการของ สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (2545) อัตราไหลของน้ำเสียสามารถคำนวณ ดังนี้

$$Q = V/T_2\text{-}T_1$$

เมื่อ Q = อัตราไหลของน้ำเสีย (ลิตร/นาที)

V = ปริมาตรน้ำเสียที่สูบ (ลิตร)

T_1 = เวลาที่สูบน้ำเสีย (นาที)

T_2 = เวลาที่ระดับน้ำเพิ่มขึ้นเท่ากับระดับเดิมก่อนสูบ (นาที)

2.5.3 วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย

สำรวจระบบบำบัดน้ำเสีย กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำเสียเพื่อวิเคราะห์ลักษณะสมบัติน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัด ภายในถังระบบบำบัด และน้ำทิ้ง วิธีการเก็บตัวอย่างมีรายละเอียดดังนี้

2.5.3.1 ตัวอย่างแบบผสม (composite sample) ดำเนินการเก็บน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดและน้ำทิ้ง โดยวัดอัตราไหลและเก็บตัวอย่างน้ำเสียทุกๆ 2 ชั่วโมง ติดต่อตลอดเวลา 24 ชั่วโมงในช่วงวันทำการ นำตัวอย่างน้ำเสียที่เก็บในแต่งละช่วงเวลามาผสม ตามสัดส่วนอัตราไหล เพื่อให้ได้ปริมาณตัวอย่างน้ำเสียตามต้องการจำนวน 1 ตัวอย่าง รักษาสภาพตัวอย่างแล้วนำส่งห้องปฏิบัติการ คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

2.5.3.2 ตัวอย่างแบบจ้วง (grab sample) ดำเนินการเก็บตัวอย่างบริเวณจุดที่กำหนดใน ช่วงเวลาที่กำหนดรักษาสภาพตัวอย่าง แล้วนำส่งห้องปฏิบัติการหรือวิเคราะห์ตัวอย่างทันที

2.5.4 การเก็บรักษาสภาพตัวอย่าง

ดำเนินการรักษาสภาพตัวอย่างที่เก็บให้มีสภาพที่เหมาะสมกับพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ ประกอบด้วย

2.5.4.1 วิเคราะห์ทันที สำหรับตัวอย่างที่วิเคราะห์ อุณหภูมิ พีเอช DO, residual chlorine, SV_{30} และ SS

2.5.4.2 แช่เย็นที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส (กล่องโฟมบรรจุน้ำแข็ง) สำหรับตัวอย่างที่วิเคราะห์หา solids, BOD_5,TCB และ FCB

2.5.4.3 เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 2 มล./ล. และแช่เย็นที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส สำหรับตัวอย่างที่วิเคราะห์หา COD, TKN และ oil & grease

2.5.5 พารามิเตอร์ที่ดำเนินการวิเคราะห์ ประกอบด้วย

2.5.5.1 น้ำเสียก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดวิเคราะห์ อุณหภูมิ พีเอช BOD_5, COD, TS, TSS, TKN, oil & grease, coliform bacteria และ fecal coliform bacteria

2.5.5.2 น้ำเสียในถังระบบบำบัดวิเคราะห์ อุณหภูมิ พีเอช DO, MLSS, SV_{30}, SS, COD, BOD_5 และ TKN

2.5.5.3 น้ำทิ้งวิเคราะห์ อุณหภูมิ พีเอช BOD_5, COD, SS, TKN, oil & grease, TCB, FCB และ residual chlorine

2.5.5.4 พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ในภาคสนามทันที ได้แก่ อุณหภูมิ พีเอช DO, SV_{30} และ residual chlorine

2.5.6 วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่าง

ดำเนินการวิเคราะห์ตามวิธี standard methods for the examination of water and wastewater (APHA AWWA and WEF, 2005) สำหรับพารามิเตอร์ควบคุมที่ใช้ชุดทดสอบ

วิเคราะห์ตามคู่มือของชุดการทดสอบที่กำหนดไว้ ได้แก่ พีเอช DO และ residual chlorine เฉพาะในส่วนการควบคุมระบบของเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล

2.6 ขั้นตอนการวิจัย

2.6.1 ทำหนังสือจากคณะการจัดการสิ่งแวดล้อมถึงสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดกระบี่ เพื่อของความอนุเคราะห์ในการเข้าไปศึกษาวิจัยในโรงพยาบาลชุมชนกรณีศึกษาเขตพื้นที่จังหวัดกระบี่

2.6.2 ประชุมชี้แจงและทำความเข้าใจกับผู้บริหารและคณะทีมงานทราบเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ และกระบวนการต่างๆในการศึกษาวิจัย

2.6.3 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถาม และแบบตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสียตรวจและสอบความตรงตามเนื้อหา (content validity) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

2.6.4 จัดเตรียมเอกสารและวัสดุ สำหรับกิจกรรมกลุ่ม ระดมความคิด เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาการจัดการน้ำเสีย

2.6.5 ศึกษาข้อมูลทั่วไปของโรงพยาบาล โดยการสอบถามเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบงานระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล พร้อมทั้งนัดหมายเวลาในการดำเนินงานเก็บข้อมูล

2.6.6 ดำเนินการเก็บข้อมูลภาคสนาม ด้วยการสอบถาม สำรวจ สังเกต การประเมินระบบบำบัดน้ำเสีย และการวิเคราะห์น้ำเสีย เพื่อหาพารามิเตอร์ต่างๆ เฉพาะในส่วนที่ต้องการข้อมูลเพิ่มเติมหรือสนับสนุนการจัดการน้ำเสีย ประกอบด้วย

2.6.6.1 แบบสอบถาม ใช้เก็บข้อมูลด้านการจัดการน้ำเสียโรงพยาบาลชุมชนที่ศึกษาวิจัยจากเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบงานระบบบำบัดน้ำเสียโดยตรง ได้แก่ หัวหน้างาน นักวิชาการ หรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย วัตถุประสงค์ เพื่อทราบถึงนโยบายด้านการจัดการน้ำเสีย ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย ทรัพยากร เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน ปัญหา และสภาพการดำเนินงานในปัจจุบัน ดำเนินการในโรงพยาบาล 3 แห่ง แห่งละ 1 ชุด

2.6.6.2 แบบตรวจสอบระบบบำบัด ใช้ตรวจสอบระบบบำบัด โดยผู้วิจัยดำเนินการสำรวจ สังเกต และสอบถามผู้เกี่ยวข้อง ด้านโครงสร้าง การปฏิบัติงาน และประสิทธิภาพของระบบบำบัด โดยแยกตรวจสอบระบบบำบัดแต่ละระบบ ได้แก่ อาคารผู้ป่วยนอก อาคารผู้ป่วยใน อาคารโรงครัว และอาคารซักฟอก เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัดเบื้องต้น จำนวนทั้งหมด 15 ระบบ

2.6.7 ดำเนินการวิเคราะห์ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสียที่เข้าระบบบำบัดของโรงพยาบาลกรณีศึกษาทั้ง 3 แห่ง ประกอบด้วย ปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย ลักษณะสมบัติของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัด พารามิเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมระบบ คุณภาพน้ำทิ้ง

ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม แบบสำรวจระบบบำบัด และการวิเคราะห์ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสีย นำมารวบรวม สรุปและนำเสนอต่อคณะทีมงานของโรงพยาบาลกรณีศึกษา เพื่อใช้ในกิจกรรมการระดมสมองในการค้นหาสาเหตุของปัญหาที่แท้จริง

2.6.8 กิจกรรมการระดมสมอง ร่วมกับเทคนิค Ishikawa (Ishikawa, 1960) เพื่อระบุประเด็นปัญหา วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา และการจัดลำดับความสำคัญของปัญหา ประกอบด้วย

2.6.8.1 กำหนดปัจจัยและประเด็นปัญหาที่ได้จากการเก็บข้อมูลในการจัดการน้ำเสีย ปัจจัยการจัดการน้ำเสีย 4 M ประกอบด้วย

1) ปัจจัยด้านบุคคล (man) คือ ปัญหาเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ ทักษะการปฏิบัติและความชำนาญ ด้านการจัดการน้ำเสียของบุคลากร

2) ปัจจัยด้านเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ (machine) คือ ปัญหาเกี่ยวกับเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการน้ำเสีย เช่น เครื่องเติมอากาศ ถังบำบัด ระบบเติมคลอรีน และชุดทดสอบค่าพีเอช เป็นต้น

3) ปัจจัยด้านวัตถุดิบ (material) คือ ปัญหาเกี่ยวกับวัสดุที่ใช้ในระบบบำบัด เช่น ปูนขาวเพื่อปรับค่าพีเอช และคลอรีนที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อ เป็นต้น

4) ปัจจัยด้านกระบวนการทำงาน (method) คือ ประเด็นปัญหาเกี่ยวกับวิธีการ หรือแนวทางการปฏิบัติในการจัดการน้ำเสีย เช่น การควบคุมระบบ การดูแลบำรุงรักษา การเติมคลอรีนในการฆ่าเชื้อ การวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ และการรายงานผล เป็นต้น

2.6.8.2 แต่งตั้งคณะทำงานของโรงพยาบาลแต่ละแห่งประกอบด้วยเจ้าหน้าที่เกี่ยวข้องจำนวน 5 – 8 คน ได้แก่

1) ผู้อำนวยการหรือผู้ที่ได้รับมอบหมายงานการจัดการน้ำเสีย 1 คน

2) นักวิชาการ 1 คน

3) เจ้าหน้าที่สนับสนุนด้านเทคนิคหรือช่าง 1 คน

4) ผู้เกี่ยวข้องที่มีความสำคัญต่อการดำเนินงาน 2-5 คน ได้แก่ ตัวแทนเจ้าหน้าที่อาคารป่วยผู้นอก ตัวแทนเจ้าหน้าที่อาคารผู้ป่วยใน ตัวแทนเจ้าหน้าที่อาคารโรงครัว ตัวแทนเจ้าหน้าที่จากอาคารโรงซักฟอก และบุคลากรอื่นๆ ที่คณะทำงานเห็นชอบหรือได้รับมอบหมาย

2.6.8.3 การระดมสมอง เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาการจัดการน้ำเสียที่ไม่มีประสิทธิภาพใช้วิธีการสร้างแผนผังสาเหตุและผลหรือผังก้างปลา (Ishikawa technique)

2.6.8.4 ระบุประเด็นปัญหาตามปัจจัยที่กำหนด โดยคณะทำงานระบุประเด็นปัญหาย่อยตามปัจจัยหลัก 4 ปัจจัย และร่วมวิเคราะห์หาสาเหตุของปัจจัยการจัดการน้ำเสียที่ไม่มีประสิทธิภาพ

2.6.8.5 จัดลำดับความสำคัญประเด็นปัญหาโดยแยกการให้คะแนนออกเป็น 2 กลุ่มได้แก่ ความสำคัญของปัญหาและความเร่งด่วนของการแก้ไขปัญหา มีขั้นตอนดังนี้

1) ความสำคัญของปัญหา ประกอบด้วย ขนาดของปัญหา หมายถึง จำนวนครั้งหรือความถี่ของปัญหาที่เกิดขึ้น และความรุนแรงของปัญหา หมายถึง ผลกระทบของปัญหาที่ก่อให้เกิดความเสียหาย

2) ความเร่งด่วนของการแก้ปัญหา ประกอบด้วย ความยากง่ายในการแก้ปัญหา หมายถึง ต้องใช้เทคโนโลยีที่มีความซับซ้อนหรือผู้เชี่ยวชาญในการแก้ปัญหา ความรวดเร็วในการแก้ปัญหา หมายถึง ระยะเวลาที่ใช้ในการแก้ปัญหา และงบประมาณที่ใช้ในการแก้ปัญหา หมายถึง งบประมาณที่ใช้ในการแก้ปัญหา เช่น ค่าจ้าง ค่าซ่อมบำรุง งบซื้อเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ เป็นต้น

2.6.8.6 การให้คะแนน คณะทำงานให้คะแนนประเด็นปัญหาแต่ละประเด็นตามปัจจัยต่างๆ ที่กำหนดไว้ โดยเรียงระดับคะแนนจาก 1 ถึง 5 คะแนน เพื่อจัดลำดับความสำคัญและความเร่งด่วนของการแก้ปัญหา ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 การให้คะแนนสาเหตุของปัญหาการจัดการน้ำเสียที่ไม่มีประสิทธิภาพ

รายการ	ระดับการให้คะแนน	คะแนน
ขนาดของปัญหา	ปัญหาเกิดขึ้นน้อยที่สุด	1
	ปัญหาเกิดขึ้นน้อย	2
	ปัญหาเกิดขึ้นปานกลาง	3
	ปัญหาเกิดขึ้นมาก	4
	ปัญหาเกิดขึ้นมากที่สุด	5
ความรุนแรงของปัญหา	ปัญหาที่เกิดมีความรุนแรงน้อยที่สุด	1
	ปัญหาที่เกิดมีความรุนแรงน้อย	2
	ปัญหาที่เกิดมีความรุนแรงปานกลาง	3
	ปัญหาที่เกิดมีความรุนแรงมาก	4
	ปัญหาที่เกิดมีความรุนแรงมากที่สุด	5
ความยากง่ายในการแก้ปัญหา	ปัญหาที่แก้ไขได้ยากมากที่สุด	1
	ปัญหาที่แก้ไขได้ยากมาก	2
	ปัญหาที่แก้ไขได้ยาก	3
	ปัญหาที่แก้ไขได้ง่าย	4
	ปัญหาที่แก้ไขได้ง่ายที่สุด	5
ความรวดเร็วในการแก้ปัญหา	ปัญหาที่แก้ไขได้ช้ามากที่สุด	1
	ปัญหาที่แก้ไขได้ช้ามาก	2
	ปัญหาที่แก้ไขได้ช้า	3
	ปัญหาที่แก้ไขได้รวดเร็ว	4
	ปัญหาที่แก้ไขได้รวดเร็วที่สุด	5
	ปัญหาที่ใช้งบประมาณมากที่สุด	
งบประมาณที่ใช้ในการแก้ปัญหา	ปัญหาที่ใช้งบประมาณมากที่สุด	1
	ปัญหาที่ใช้งบประมาณมาก	2
	ปัญหาที่ใช้งบประมาณน้อย	3
	ปัญหาที่ใช้งบประมาณน้อยมาก	4
	ปัญหาที่ใช้งบประมาณน้อยที่สุด	5

2.6.8.7 การรวบรวมคะแนน นำคะแนนของแต่ละปัญหาที่ได้จากการกำหนดของคณะทำงานตามปัจจัยต่างๆ มาคูณกันและรวมคะแนนทั้งหมด

2.6.8.8 เรียงลำดับคะแนน นำผลรวมคะแนนของปัญหามาเรียงลำดับจากมากไปน้อย เพื่อนำมาจัดกลุ่มหาแนวทางการแก้ไขต่อไป

2.6.8.9 ดำเนินการจัดกลุ่มปัญหาที่ได้จากการดำเนินงานทั้งหมดเพื่อหาแนวทางจัดการน้ำเสียที่ไม่มีประสิทธิภาพ

2.6.8.10 จัดทำแนวทางการจัดการน้ำเสียสำหรับโรงพยาบาลชุมชน นำเสนอต่อผู้รับผิดชอบปรับปรุงแก้ไขและทดสอบประสิทธิภาพของทางเลือกที่สามารถประเมินได้ทันที

2.6.8.11 ทดสอบแนวทางที่สร้างขึ้นโดยคัดเลือกจากโรงพยาบาลกรณีศึกษาที่มีความพร้อมจำนวน 1 แห่ง โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาข้อมูลด้านการจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาลที่คัดเลือก ประกอบด้วย การศึกษาแบบแปลนระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสีย การสำรวจข้อมูลการติดตั้งระบบภาคสนาม การเขียนลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัด (flow diagram) และการศึกษาหน้าที่การทำงานของหน่วยย่อยภายในระบบ

2) ออกแบบการควบคุมระบบบำบัด ประกอบด้วยกำหนดวิธีการและพารามิเตอร์ควบคุมระบบ กำหนดเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน กำหนดแบบฟอร์มและรายงานในการเก็บข้อมูล และกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบแก่ผู้ปฏิบัติงาน

3) ดำเนินการตามวิธีที่กำหนด บันทึกข้อมูล และจัดทำฐานข้อมูลด้านการจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาล

4) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ประกอบการวางแผนการดำเนินงาน

5) ดำเนินการแก้ไข ปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

6) ประเมินผลการดำเนินงานตามแนวทางที่สร้างขึ้น

2.6.8.12 สรุปผลการดำเนินงานตามแนวทางการจัดการน้ำเสียสำหรับโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30-60 เตียงในจังหวัดกระบี่

2.7 การรายงานผล

2.7.1 ข้อมูลที่ศึกษาจากการเก็บข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ ดำเนินการสรุปประเด็นต่างๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางการจัดการน้ำเสียที่เหมาะสมสำหรับโรงพยาบาลขนาด 30-60 เตียง นำเสนอข้อมูลในแบบพรรณนา

2.7.2 ข้อมูลที่ได้จากการทดลองและการวิเคราะห์ตัวอย่าง นำมาแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย (mean) ร้อยละ (percentage) ค่าต่ำสุด-สูงสุด และการเปรียบเทียบ

บทที่ 3

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การวิจัยเรื่องแนวทางการจัดการระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30-60 เตียงในจังหวัดกระบี่ เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพและปริมาณ เลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) ตามเขตพื้นที่การปกครองใช้เกณฑ์จำนวนประชากรสูงที่สุด 3 อันดับแรกในพื้นที่รับผิดชอบของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียงขึ้นไปในจังหวัดกระบี่เป็นโรงพยาบาลกรณีศึกษา ได้แก่ โรงพยาบาลชุมชนขนาด 60 เตียง 1 แห่ง (โรงพยาบาล ก) และโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียง 2 แห่ง (โรงพยาบาล ข และ ค) ดำเนินการเก็บข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ โดยใช้เครื่องมือ แบบสอบถามและแบบตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสียร่วมกับการสอบถาม การสำรวจและการสังเกต วัดปริมาณและวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย พารามิเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมระบบ และประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัด ข้อมูลทั้งหมดนำมาใช้ในกิจกรรมการระดมสมอง (brain storming) เพื่อหาสาเหตุของปัญหาโดยวิธีเทคนิค Ishikawa จัดลำดับความสำคัญ กลุ่มของประเด็นปัญหาการจัดการน้ำเสียที่ไม่มีประสิทธิภาพ หาแนวทางการจัดการน้ำเสียที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ทดลองแนวทางที่จัดทำขึ้น ประเมินและสรุปผล ผลการดำเนินงานศึกษาวิจัย ประกอบด้วย ข้อมูลสถานการณ์ปัญหาการจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาลชุมชนกรณีศึกษาในจังหวัดกระบี่ ผลการวิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางการแก้ไข แนวทางการจัดการน้ำเสียสำหรับโรงพยาบาลชุมชน และผลการทดลองแนวทางการจัดการน้ำเสียในโรงพยาบาลชุมชน ข

3.1 ข้อมูลสถานการณ์ปัญหาการจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาลชุมชนกรณีศึกษาในจังหวัดกระบี่

3.1.1 ข้อมูลจากแบบสอบถามการจัดการน้ำเสียโรงพยาบาลกรณีศึกษา

ผลการเก็บข้อมูลด้านการจัดการน้ำเสียโรงพยาบาลทั้ง 3 แห่ง มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบบริบททั่วไปในการจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาล ประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไป การบริหารงานจัดการน้ำเสีย การควบคุมระบบ ปัญหาอุปสรรค และข้อเสนอแนะจากการดำเนินงานในอดีตและปัจจุบัน ผู้ตอบแบบสอบถาม คือ เจ้าหน้าที่หรือผู้รับผิดชอบงานการจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาลโดยตรง เช่น หัวหน้าฝ่าย หัวหน้างาน และนักวิชาการ ดำเนินการ

เก็บข้อมูลระหว่าง เดือน เมษายน–สิงหาคม 2551 โดยใช้แบบสอบถามโรงพยาบาลละ 1 ชุด ข้อมูลที่ได้จะนำมาประมวลผลในภาพรวม ศึกษาปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำเสีย สรุปผลและนำเสนอข้อมูลที่ได้ในกิจกรรมการระดมสมอง เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาต่อไป รายละเอียดดังนี้

3.1.1.1 ข้อมูลทั่วไป

โรงพยาบาลชุมชน เป็นโรงพยาบาลประจำอำเภอ ให้บริการประชาชนในเขตพื้นที่รับผิดชอบและประชาชนทั่วไป จำแนกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) ประเภทผู้ป่วยนอก (out patient department, OPD) คือ ผู้ป่วยที่ไม่รับไว้รักษาค้างคืนภายในโรงพยาบาล เนื่องจากการเจ็บป่วยนั้นไม่รุนแรงและสามารถรับยากลับไปรับประทานที่บ้านได้ หรือเป็นการเจ็บป่วยที่มีความรุนแรงเกินศักยภาพของโรงพยาบาล จึงพิจารณาส่งต่อผู้ป่วยรายนั้นให้กับโรงพยาบาลที่มีศักยภาพสูงกว่า เช่น โรงพยาบาลทั่วไป โรงพยาบาลศูนย์ เป็นต้น

2) ประเภทผู้ป่วยใน (in patient department, IPD) คือ ผู้ป่วยที่รับรักษาไว้ค้างคืนภายในโรงพยาบาล เพื่อสังเกตอาการ รอการวินิจฉัย ผู้ป่วยที่มีพยาธิสภาพของโรครุนแรง หากไม่มีการดูแลอย่างถูกต้องและเหมาะสมอาจเป็นอันตรายได้

โรงพยาบาลจะจัดอัตรากำลังเจ้าหน้าที่ให้บริการ 2 ลักษณะ คือ

1) การให้บริการแบบกะ หรือเรียกว่า “เวร” แบ่งเป็นกะละ 8 ชั่วโมง ได้แก่ เวรเช้า (08.00-16.00 น.) เวรบ่าย (16.00-24.00 น.) และเวรดึก (24.00-08.00 น.) มักจะใช้กับหน่วยบริการที่ต้องให้บริการตลอดเวลา 24 ชั่วโมง เช่น งานห้องบัตร งานผู้ป่วยใน เป็นต้น

2) การให้บริการแบบปกติหรือช่วงวันทำการ คือ การให้บริการในช่วงเวลา 8.30-16.30 นาฬิกา ตั้งแต่วันจันทร์ถึงวันศุกร์ ซึ่งจะมีเจ้าหน้าที่ขึ้นปฏิบัติงานเต็มอัตรากำลัง ส่วนช่วงวันหยุดราชการ คือ วันเสาร์ วันอาทิตย์ และวันนักขัตฤกษ์ จะมีการจัดอัตรากำลังเจ้าหน้าที่ขึ้นปฏิบัติงานในหน่วยบริการที่จำเป็นเท่านั้น แต่หน่วยบริการบางแห่งอาจมีการขยายเวลาการให้บริการเพิ่ม หากมีภาระงานมากไม่สามารถให้บริการได้ทันในช่วงเวลาปกติ เช่น กรณีมีผู้ป่วยนอกรอตรวจจำนวนมากโรงพยาบาลก็จะพิจารณาขยายระยะเวลาการตรวจรักษาเพิ่มขึ้นเป็น 16.30-20.00 นาฬิกา เป็นต้น

การจัดอัตรากำลังเจ้าหน้าที่ขึ้นปฏิบัติงาน จะสอดคล้องกับจำนวนผู้รับบริการ เมื่อมีผู้รับบริการมากขึ้น โรงพยาบาลก็จะจัดอัตรากำลังเจ้าหน้าที่เพิ่มขึ้นหรือมีการขยายเวลาให้บริการ ประเภทกิจกรรมหลักที่เกิดภายในอาคารก่อให้เกิดน้ำเสีย ได้แก่ การใช้ห้อง

น้ำห้องส้วม การทำความสะอาด การซักล้าง การเตรียมและปรุงอาหาร การตรวจวินิจฉัย การตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ การรักษา หัตถการ เช่น การทำแผล การผ่าตัด การคลอด และการล้างท้อง เป็นต้น ซึ่งการให้บริการ ประเภทของกิจกรรม จำนวนผู้รับและผู้ให้บริการ ระยะเวลาการให้บริการ มีผลต่อปริมาณและลักษณะสมบัติน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียทั้งสิ้น ดังตารางที่ 3-1 และ 3-2

ตารางที่ 3-1 จำนวนผู้รับบริการประจำปี 2551 ของโรงพยาบาลกรณีศึกษา

โรงพยาบาล	**ขนาดโรงพยาบาล (เตียง)**	**อัตราผู้ป่วยนอกเฉลี่ย (คน/วัน)**	**อัตราการครองเตียงผู้ป่วยใน (ร้อยละ)**
รพ. ก	60	240	101.0
รพ. ข	30	210	101.5
รพ. ค	30	250	109.8

ตารางที่ 3-2 หน่วยบริการที่ก่อให้เกิดน้ำเสียของโรงพยาบาลแยกตามระยะเวลาที่ให้บริการและระบบบำบัด

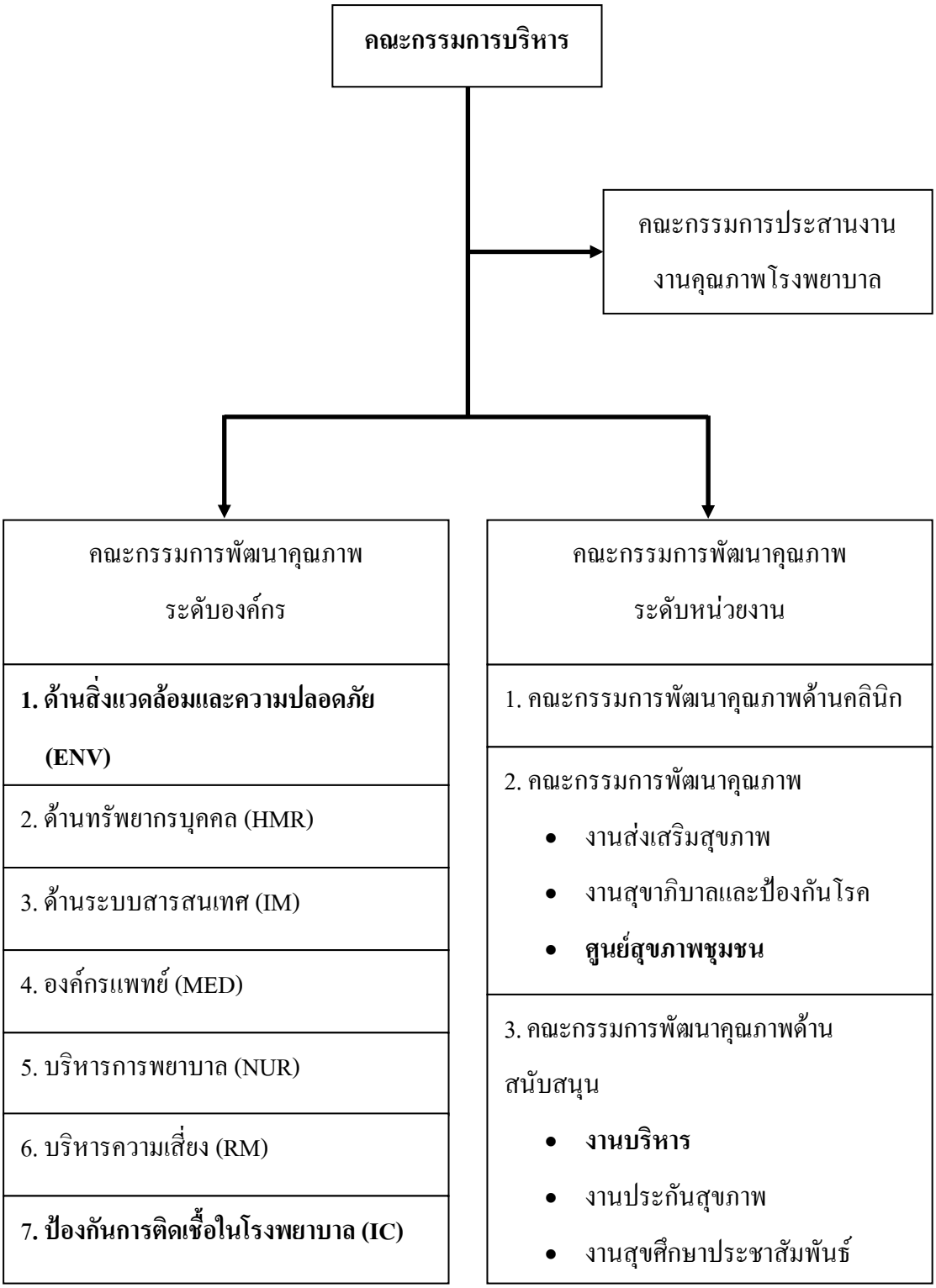
ระบบบำบัดน้ำเสีย	ระยะเวลาการให้บริการของหน่วยบริการต่างๆ	
	8.30 – 16.30 น.	**ตลอด 24 ชม.**
รพ. ก		
อาคารผู้ป่วยนอก 1	งานตรวจรักษา งานชันสูตร งานเภสัชกรรม งานการเงิน งานฉีดยา-ทำแผล งานเอกซเรย์ งานผ่าตัดเล็ก ห้องประชุม	งานเวชระเบียน ห้องพักแพทย์ ห้องพักพยาบาล งานอุบัติเหตุฉุกเฉิน
อาคารผู้ป่วยนอก 2	งานพัสดุ งานการแพทย์แผนไทย คลังเวชภัณฑ์	-
อาคารผู้ป่วยนอก 3	งานทันตกรรม งานประกันสุขภาพ	-
อาคารผู้ป่วยใน 1	ห้องประชุม ห้องคอมพิวเตอร์ สำนักงานเจ้าหน้าที่	งานผู้ป่วยในสามัญ
อาคารผู้ป่วยใน 2	-	งานผู้ป่วยในพิเศษ
อาคารโรงครัวและอาคารซักฟอก	งานโรงครัว งานซักฟอก งานจ่ายกลาง	-
รพ. ข		
อาคารผู้ป่วยนอก 1	งานตรวจรักษา งานชันสูตร งานเภสัชกรรม งานการเงิน งานฉีดยา-ทำแผล งานประกัน ห้องประชุม งานคอมพิวเตอร์	งานเวชระเบียน ห้องพักแพทย์
อาคารผู้ป่วยนอก 2	งานทันตกรรม งานเอกซเรย์	งานคลอด งานอุบัติเหตุฉุกเฉิน งานผ่าตัดเล็ก ห้องพักพยาบาล
อาคารผู้ป่วยใน	งานจ่ายกลาง	งานผู้ป่วยในสามัญและพิเศษ
อาคารโรงครัว	งานโรงครัว	-
อาคารซักฟอก	งานซักฟอก	-
รพ. ค		
อาคารผู้ป่วยนอก 1	งานตรวจรักษา งานชันสูตร งานเภสัชกรรม งานการเงิน งานฉีดยา-ทำแผล งานประกัน งานบริหารงานคอมพิวเตอร์ ห้องประชุม	งานเวชระเบียน ห้องพักแพทย์ ห้องพักพยาบาล งานอุบัติเหตุฉุกเฉิน
อาคารผู้ป่วยนอก 2	งานศูนย์สุขภาพชุมชน	-
อาคารผู้ป่วยใน	-	งานผู้ป่วยในสามัญและพิเศษ
อาคารซักฟอก	งานซักฟอก	-

หมายเหตุ โรงพยาบาล ค ไม่มีโรงครัวสำหรับผู้ป่วย

ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลชุมชนกรณีศึกษาทั้ง 3 แห่ง เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ (onsite treatment) แยกตามอาคาร ได้แก่ อาคารผู้ป่วยนอก อาคารผู้ป่วยใน อาคารโรงครัว และอาคารซักฟอก อาคารแต่ละประเภทอาจมีระบบบำบัด 1-3 ระบบ ซึ่งแยกออกจากกัน เนื่องจากตัวอาคารอยู่ห่างกันมากหรือมีขนาดใหญ่มีน้ำเสียเกิดขึ้นมากหรือมีการก่อสร้างต่อเติมอาคารใหม่ภายหลังจึงมีการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียเพิ่ม เช่น โรงพยาบาล ก ได้มีการก่อสร้างอาคารผู้ป่วยในใหม่ จึงมีการติดตั้งระบบบำบัดเพิ่มขึ้นอีก จำนวน 2 ระบบ

3.1.1.2 การบริหารงานด้านการจัดการน้ำเสีย

โรงพยาบาลแต่ละแห่งมีการบริหารงานด้านการจัดการน้ำเสียแตกต่างกัน โรงพยาบาลบางแห่งขึ้นตรงกับฝ่ายบริหารหรือศูนย์สุขภาพชุมชนหรือกลุ่มงานการพยาบาล มีคณะกรรมการด้านนโยบาย คือ คณะกรรมการบริหารของโรงพยาบาล คณะกรรมการสนับสนุนด้านวิชาการ คือ คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย เรียกว่า “ทีม ENV” และคณะกรรมการป้องกันและควบคุมการติดเชื้อในโรงพยาบาล เรียกว่า “ทีม IC” มีเจ้าหน้าที่รับผิดชอบงานด้านควบคุมน้ำเสีย จำนวน 2-3 ท่าน ได้แก่ 1) หัวหน้างาน ส่วนใหญ่จบปริญญาตรีทางด้านสาธารณสุข ตำแหน่ง พยาบาล หรือ นักวิชาการ ทำหน้าที่เป็นผู้ดูแลควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย สนับสนุนความรู้ทางด้านวิชาการ 2) ผู้รับผิดชอบด้านเทคนิค คือ ช่าง การศึกษาอยู่ในระดับ ปวช. หรือ ปวส. ทำหน้าที่ในการซ่อมบำรุงรักษาระบบ และ 3) ผู้ปฏิบัติงาน คือ คนงานหรือลูกจ้าง การศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษา หรือ ปวช. ปวส. ทำหน้าที่เป็นผู้ปฏิบัติงานภาคสนามดูแลควบคุมระบบบำบัดทั้งหมด และวิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมระบบ ซึ่งโรงพยาบาลบางแห่งกำหนดให้ผู้รับผิดชอบด้านเทคนิคและผู้ปฏิบัติงานเป็นคนเดียวกัน คณะกรรมการที่เกี่ยวข้องกับงานจัดการน้ำเสียตามโครงสร้างงานคุณภาพของโรงพยาบาล ดังภาพที่ 3-1



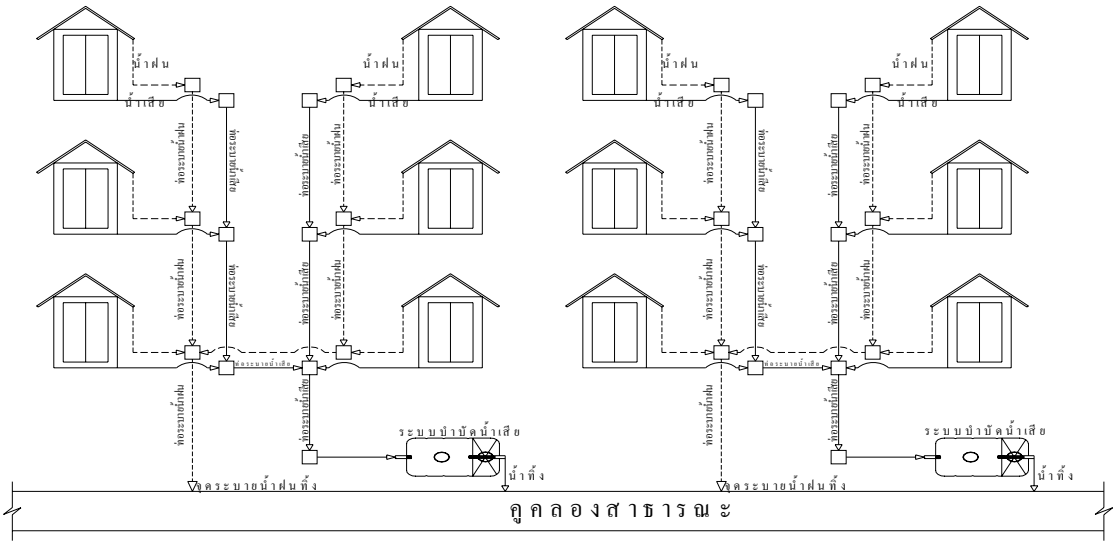
ภาพที่ 3-1 คณะกรรมการที่เกี่ยวข้องกับงานบำบัดน้ำเสียตามโครงสร้างงานคุณภาพของโรงพยาบาลชุมชน

3.1.1.3 ระบบบำบัดและการควบคุมระบบ

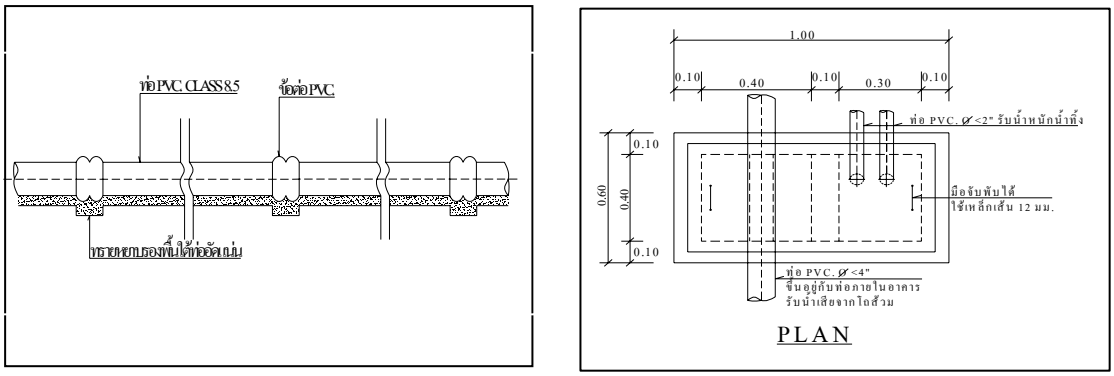
ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีการติดตั้งของโรงพยาบาลแตกต่างกันตามประเภทอาคาร โรงพยาบาล ก มีจำนวน 6 ระบบ โรงพยาบาล ข 5 ระบบ และโรงพยาบาล ค 4 ระบบ รายละเอียดดังตารางที่ 3-2 ระบบบำบัดอยู่ในสภาพที่มีการใช้งานทั้งหมด มีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน คือ ระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสีย

1) ระบบรวบรวมน้ำเสีย

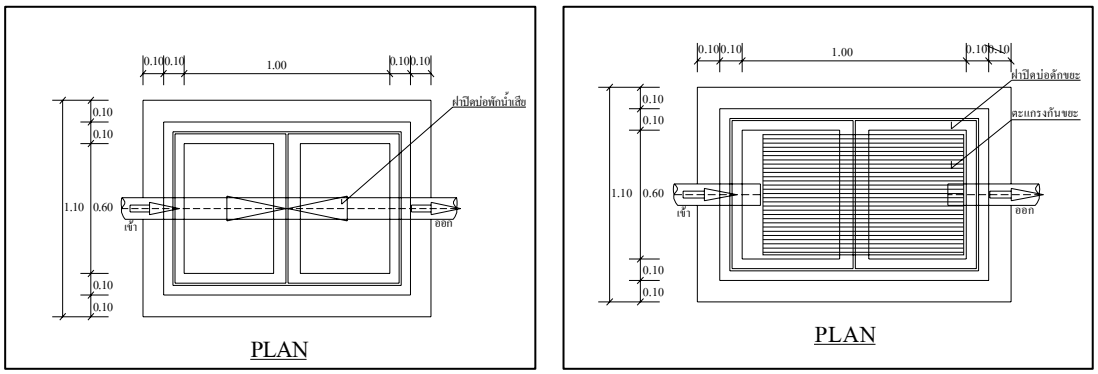
ระบบรวบรวมน้ำเสีย ทำหน้าที่รวบรวมน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมการให้บริการภายในอาคารและลำเลียงเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งเป็นระบบแบบแยก (separated system) คือ แยกท่อระบายน้ำเสียออกจากที่ระบายน้ำฝน ดังภาพที่ 3-2 มีความสำคัญ 2 ประการ ประการแรก ลำเลียงน้ำเสียเข้าสู่ระบบอย่างเหมาะสม ป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งต่างๆภายนอกระบบ เช่น น้ำฝน ขยะ กรวด หิน ดิน ทราย น้ำมันและไขมัน เข้าสู่ระบบบำบัด เนื่องจากจะขัดขวางการทำงานและทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดลดลง ประการที่สอง ช่วยป้องกันน้ำเสียออกสู่ภายนอก ทำให้เกิดการปนเปื้อน เกิดกลิ่นและการแพร่กระจายของเชื้อโรค เป็นต้น ระบบรวบรวมน้ำเสีย ประกอบด้วย ท่อลำเลียง บ่อดักกลิ่น บ่อพักน้ำเสีย บ่อดักขยะ และบ่อดักไขมัน ดังภาพที่ 3-3 - 3-8



ภาพที่ 3-2 ระบบรวบรวมน้ำเสียแบบแยก (separated system)



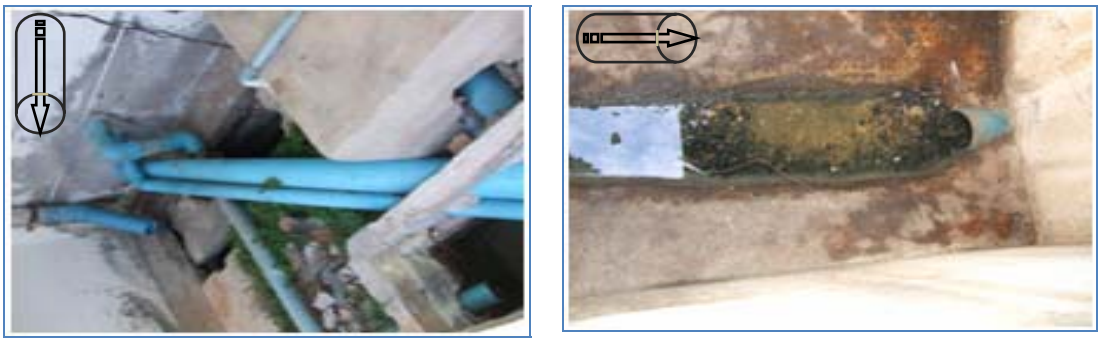
ท่อลำเลียง บ่อดักกลิ่น



บ่อพัก บ่อดักขยะ

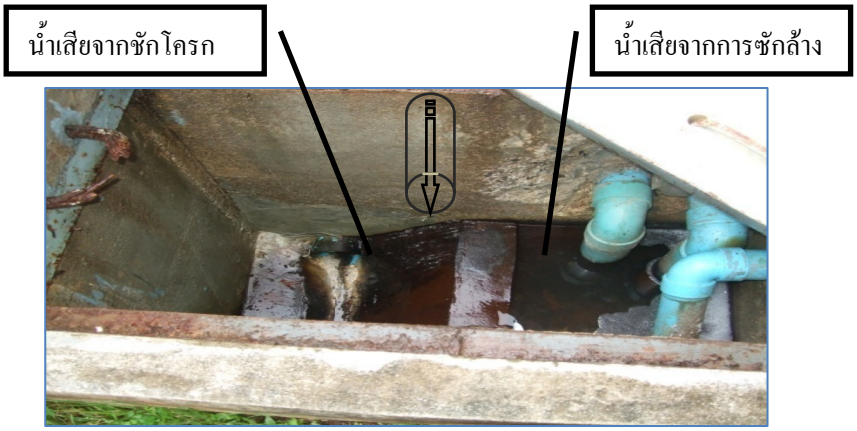
ภาพที่ 3-3 แบบแปลนระบบรวบรวมน้ำเสียของโรงพยาบาลชุมชน ข

1.1) ท่อลำเลียงน้ำเสีย เป็นท่อพีวีซี (polyvinyl chloride, PVC) ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำเสียเข้าสู้ระบบบำบัด ป้องกันการรั่วไหลของน้ำเสียออกสู่ภายนอกและป้องกันสิ่งปนเปื้อนจากภายนอกเข้าสู่ระบบ ติดตั้งบนพื้นดินหรือฝังภายในพื้นดิน



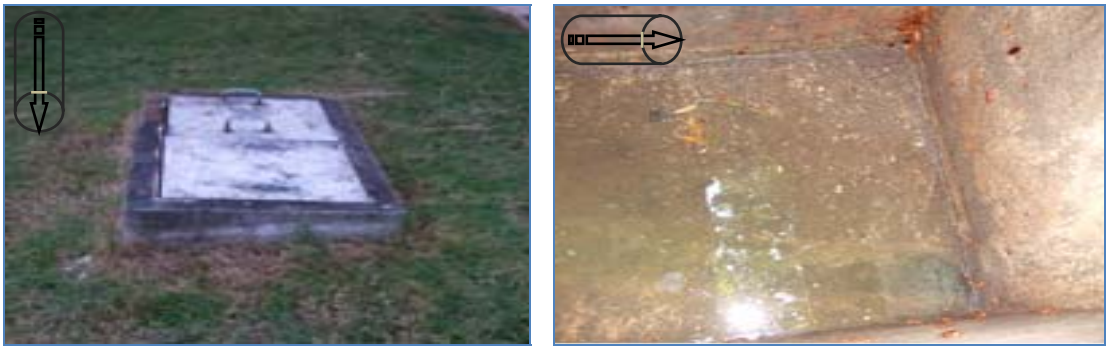
ภาพที่ 3-4 ท่อลำเลียงน้ำเสีย

1.2) บ่อดักกลิ่น มีขนาด กว้างยาวสูงเท่ากับ 0.40 เมตร x 0.80 เมตร x 0.15 เมตร ทำหน้าที่ป้องกันกลิ่นจากระบบบำบัดย้อนกลับเข้ามาภายในตัวอาคาร โดยจะมีการติดตั้งบริเวณจุดที่มีการเชื่อมต่อระหว่างระบบบำบัดกับตัวอาคาร เช่น อ่างล้างมือ อ่างล้างเครื่องมือ และอ่างแช่ผ้าก่อนซักล้าง หลักการทำงาน ปลายท่อน้ำทิ้งจากอาคารจะจุ่มลงในน้ำในบ่อดักกลิ่น ซึ่งมีน้ำขังอยู่ตลอดเวลา ทำให้กลิ่นภายในระบบบำบัดไม่สามารถย้อนกลับเข้ามาภายในอาคารได้



ภาพที่ 3-5 บ่อดักกลิ่น

1.3) บ่อพักน้ำเสีย มีขนาดกว้างยาวเท่ากับ 0.60 เมตร x 1.00 เมตร ความสูงขึ้นกับความลึกของท่อรวบรวมน้ำเสีย ทำหน้าที่รองรับน้ำเสียจากท่อรวบรวมน้ำเสียที่มาจากส่วนต่าง ๆ ของอาคาร และค่อยๆ ปล่อยน้ำเสียเข้าระบบบำบัด โดยใช้ท่อ พีวีซีขนาด 4 นิ้ว ลำเลียงน้ำเสีย ช่วยป้องกันภาวะ shock load โดยจะมีการติดตั้งบ่อพักกระจายเป็นจุดๆ เชื่อมต่อกันตามท่อระบายน้ำเสียจากตัวอาคาร หลักการทำงาน หากมีปริมาณน้ำเสียจากกิจกรรมการให้บริการจำนวนมาก น้ำเสียจะถูกกักไว้ภายในบ่อพัก และค่อย ๆ ปล่อยลงสู่ระบบบำบัด ควบคุมโดยขนาดของท่อที่เชื่อมระหว่างบ่อพักและระบบบำบัด



ภาพที่ 3-6 บ่อพักน้ำเสีย

1.4) บ่อดักขยะ มีขนาด กว้างยาวสูงเท่ากับ 0.60 เมตร x 1.00 เมตร x 0.50 เมตร ประกอบด้วย ตะแกรงหยาบ ทำหน้าที่แยกขยะ และของแข็งที่มีขนาดใหญ่ออกจากน้ำเสียก่อนปล่อยเข้าสู่ระบบบำบัด เนื่องขยะทำให้เกิดการอุดตัน ขัดขวางการทำงานของระบบและตะกอนในระบบเต็มเร็ว ทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดลดลง หลักการทำงาน ตะแกรงจะดักขยะที่ปนมากับ น้ำเสีย จึงต้องตักขยะออกแล้วนำไปกำจัดอย่างสม่ำเสมอ ส่วนน้ำเสียปล่อยเข้าสู่ระบบบำบัดต่อไป

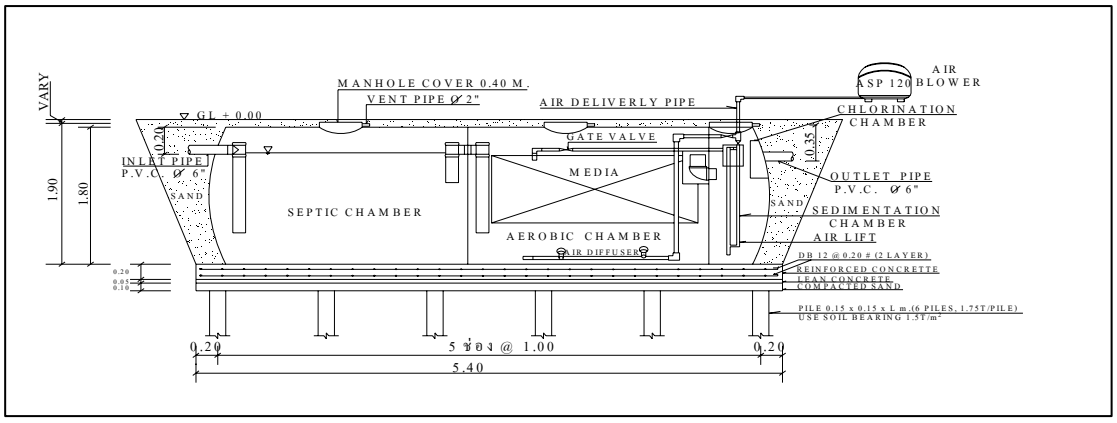
ภาพที่ 3-7 บ่อดักขยะ

1.5) บ่อดักไขมัน (grease trap) มีขนาด กว้างยาวสูงเท่ากับ 1.00 เมตร x 2.10 เมตร x 0.76 เมตร ใช้กับน้ำเสียที่มาจากโรงครัวซึ่งมีปริมาณไขมันสูง ทำหน้าที่ดักไขมันออกจากน้ำเสียก่อนที่จะเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากไขมันและน้ำมันย่อยยากขัดขวางการละลายของออกซิเจนในน้ำ ขัดขวางการทำงานของจุลินทรีย์ทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดลดลง หลักการทำงาน เนื่องจากไขมันและน้ำมันมีน้ำหนักถ่วงจำเพาะต่ำกว่าน้ำ ภายในถังไขมันจะลอยตัวขึ้นสู่ ผิวน้ำและแยกเป็นชั้นระหว่างชั้นไขมันและน้ำเสีย ส่วนที่เป็นไขมันตักออกแล้วนำไปกำจัด ส่วนน้ำเสียปล่อยเข้าสู่ระบบบำบัดต่อไป

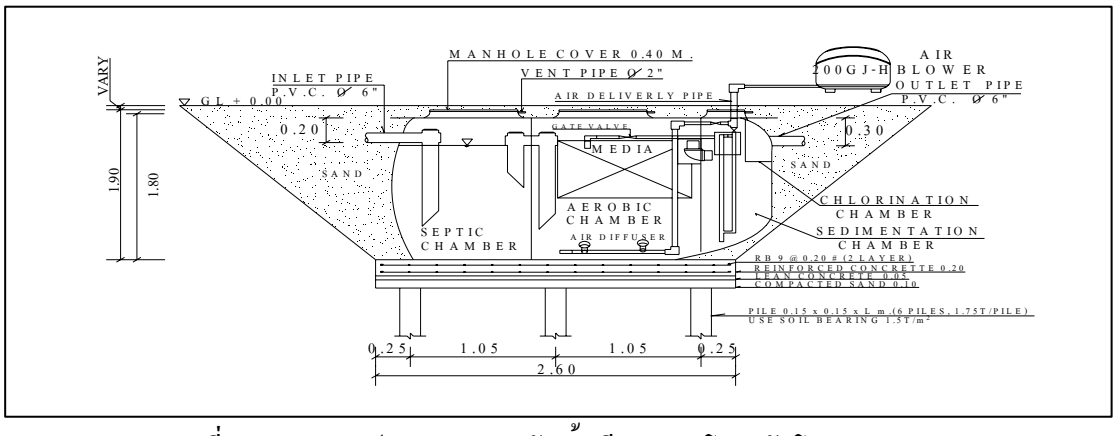
ภาพที่ 3-8 บ่อดักไขมัน

2) ระบบบำบัดน้ำเสีย

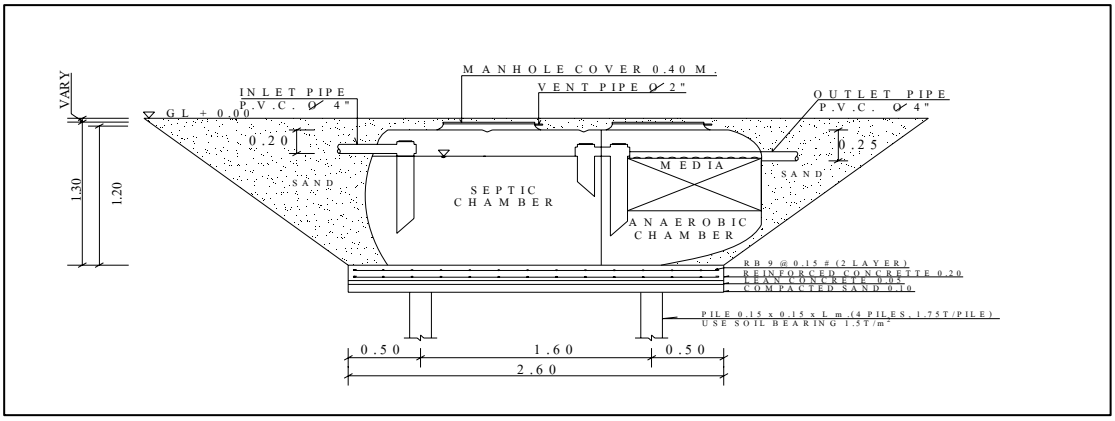
2.1) แบบแปลนระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบบำบัดน้ำเสียที่ติดตั้งแยกตามอาคารต่างๆ มีขนาดแตกต่างตามค่าการออกแบบของระบบ ขึ้นกับปริมาณและลักษณะสมบัติน้ำเสียจากกิจกรรมการให้บริการ แบ่งได้ 3 ประเภท ได้แก่ ระบบบำบัดสำหรับอาคารผู้ป่วยนอกและผู้ป่วยใน ระบบบำบัดสำหรับอาคารโรงครัว เป็นระบบบำบัดชนิด anaerobic (ถังเกรอะ) และ aerobic (ถังเติมอากาศ) ส่วนระบบบำบัดสำหรับอาคารซักฟอก เป็นระบบบำบัดชนิด anaerobic (ถังเกรอะ) และ anaerobic filter (ถังกรองไร้อากาศ) แต่โรงพยาบาลบางแห่งมีการรวมน้ำเสียจากอาคารโรงครัวและซักฟอกเข้าระบบบำบัดเดียวกัน (รพ. ก) รายละเอียดแบบแปลน ดังภาพที่ 3-9 - 3-11



ภาพที่ 3-9 แบบแปลนระบบบำบัดน้ำเสียอาคารผู้ป่วยนอกและผู้ป่วยในโรงพยาบาล ข



ภาพที่ 3-10 แบบแปลนระบบบำบัดน้ำเสียอาคารโรงครัวโรงพยาบาล ข



ภาพที่ 3-11 แบบแปลนระบบบำบัดน้ำเสียอาคารซักฟอกโรงพยาบาล ข

2.2) การติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบบำบัดที่ติดตั้งเป็นถังสำเร็จรูป ผลิตจากวัสดุไฟเบอร์กลาส (fiber reinforced plastic, FRP) มีขนาดแตกต่างกันขึ้นกับปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากอาคารต่างๆ ดังตารางที่ 3-3 ระบบจะถูกฝังตัวอยู่ใต้พื้นดินและไม่ห่างไกลจากตัวอาคารที่เป็นแหล่งกำเนิดน้ำเสียมากนัก ดังภาพที่ 3-10 ขนาดของระบบบำบัดมีผลต่อประสิทธิภาพการบำบัด เนื่องจากหากระบบมีขนาดใหญ่ขึ้นจะทำให้ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียเพิ่มขึ้น (hydraulic retention time, HRT) ส่งผลให้ประสิทธิภาพการบำบัดเพิ่มขึ้นด้วย สูตรการคำนวณ ได้แก่

$$HRT = V/Q$$

เมื่อ HRT = ระยะเวลาเก็บกักของถัง (ชม.)

V = ปริมาตรถังบำบัด (ลบ.ม.)

Q = อัตราไหลของน้ำเสีย (ลบ.ม./ชม.)

ตารางที่ 3-3 ความจุและเวลาเก็บกักน้ำเสียของระบบบำบัดแต่ละหน่วยของโรงพยาบาล ข ซึ่งเป็นแบบ typical

ระบบบำบัด	ขนาดของหน่วยบำบัด ก x ย x ส (ม.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	HRT (ชม.)
ขนาด 3 ลบ.ม./วัน	1.6 x 2.6 x 1.6		
- ถังเกรอะ	1.6 x 1.0 x 1.6	2.56	20
- ถังเติมอากาศ	1.6 x 1.0 x 1.6	2.56	20
- ถังตกตะกอน	1.6 x 0.5 x 1.6	1.28	10
- ถังเติมคลอรีน	0.3 x 0.3 x 0.22	0.02	10 นาที
ขนาด 4 ลบ.ม./วัน	1.6 x 2.60 x 1.8		
- ถังเกรอะ	1.6 x 1.78 x 1.8	5.13	31
- กรองไร้อากาศ	1.6 x 0.72 x 1.8	2.07	12
ขนาด 4.5 ลบ.ม./วัน	1.6 x 2.6 x 1.8		
- ถังดักไขมัน	1.0 x 2.1 x 0.76	1.60	8
- ถังเกรอะ	1.6 x 1.0 x 1.8	2.88	15
- ถังเติมอากาศ	1.6 x 1.0 x 1.8	2.88	15
- ถังตกตะกอน	1.6 x 0.5 x 1.8	1.44	8
- ถังเติมคลอรีน	0.3 x 0.44 x 0.23	0.03	10 นาที
ขนาด 10 ลบ.ม./วัน	2.0 x 5.4 x 2.0		
- ถังเกรอะ	2.0 x 2.3 x 1.8	8.28	20
- ถังเติมอากาศ	2.0 x 2.3 x 1.8	8.28	20
- ถังตกตะกอน	2.0 x 0.6 x 1.8	2.16	5
- ถังเติมคลอรีน	0.3 x 0.3 x 0.23	0.02	3 นาที

ระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยนอก 1 (รพ. ข)

ระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยนอก 1 (รพ. ค)

ระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยในสามัญ (รพ. ก)

ระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยในพิเศษ (รพ. ก)

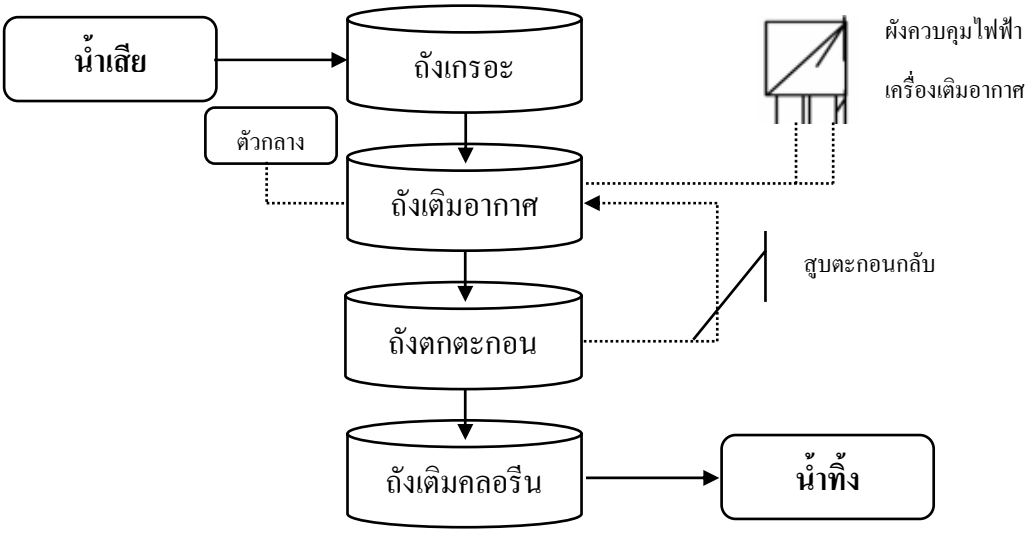
ระบบบำบัดอาคารโรงครัว (รพ. ข)

ระบบบำบัดอาคารซักฟอก (รพ. ข)

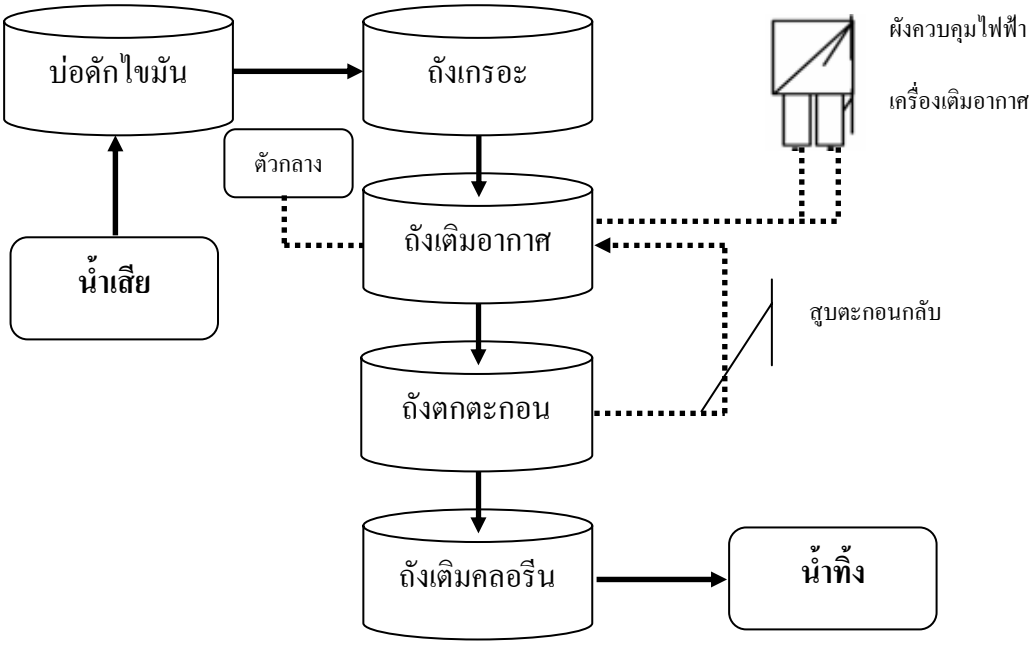
ภาพที่ 3-12 การติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียภายในโรงพยาบาลชุมชน

2.3) หลักการทำงานของระบบบำบัด

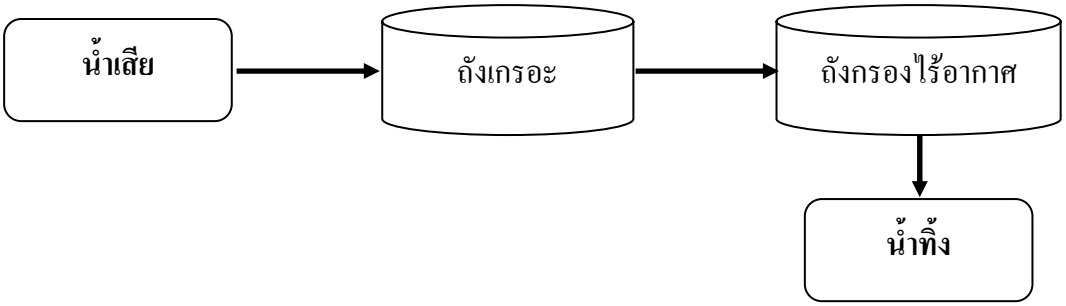
ลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละอาคาร ได้แก่ อาคารผู้ป่วยนอกและผู้ป่วยใน อาคารโรงครัว และอาคารซักฟอก ดังภาพที่ 3-13 - 3-15



ภาพที่ 3-13 ลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยนอกและผู้ป่วยใน



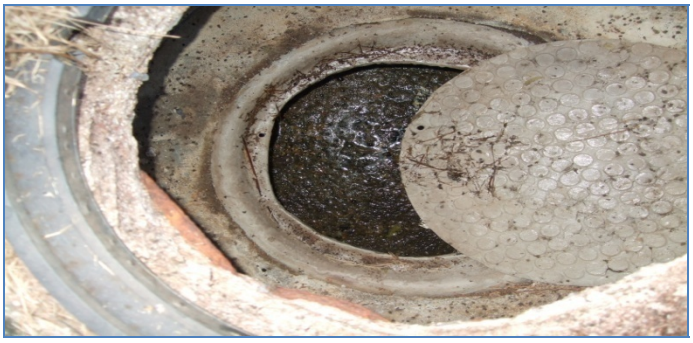
ภาพที่ 3-14 ลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัดอาคารโรงครัว



ภาพที่ 3-15 ลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัดอาคารซักฟอก

3) หน้าหลักสำคัญของหน่วยย่อยในระบบบำบัดน้ำเสีย ประกอบด้วย

3.1) ถังเกรอะ (septic tank) เป็นถังเกรอะสำเร็จรูป ติดตั้งอยู่ลำดับแรกของระบบบัด หน้าที่แยกตะกอนหนัก ตะกอนเบา บำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ได้ประมาณร้อยละ 30 - 60 และทำลายเชื้อที่ก่อให้เกิดโรค และพยาธิ ภายในถังสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ตะกอนเบา จะลอยอยู่ส่วนบนของถัง ช่วยป้องกันออกซิเจนจากภายนอกทำให้เกิดกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนอย่างสมบูรณ์ ส่วนน้ำใส จะอยู่ตรงกลาง จะถูกส่งไปยังถังบำบัดถัดไป และตะกอนหนักจะตกลงสู่ก้นถังถูกจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic bacteria) ย่อยสลายโดยกระบวนการทางชีวภาพ



ภาพที่ 3-16 ถังเกรอะ

การดูแลควบคุมระบบ ไม่ให้มีขยะเข้ามาในระบบ หากมีปริมาณฝ้าไข (scum) มากเกินไปใช้น้ำฉีด หรือกดให้จมตัวสู่ด้านล่าง หรือตักออกหาล้นออกมาภายนอกถัง เนื่องจากหากหลุดไปในถังเติมอากาศจะทำให้ให้ระบบล้มเหลวได้ ตะกอนที่ย่อยสลายไม่ได้จะถูกสูบออกเมื่อมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น เกินร้อยละ 20 ของความจุถังเกรอะ หรือเวลาประมาณ 2-3 ปี

ทั้งนี้เพื่อเพิ่มระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย ให้มีประสิทธิภาพการบำบัดสูงขึ้น พารามิเตอร์ควบคุมระบบ ได้แก่ ความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ โออาร์พี (oxidation reduction potential, ORP) ระดับสภาพความเป็นด่าง ระดับพีเอช และอัตราการผลิตมีเทน

ตารางที่ 3-4 ปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับจุลินทรีย์ในถังเกรอะ

ปัจจัย	ช่วงที่เหมาะสม	แหล่งที่มา
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	25-30	Matcalf & Eddy (2004)
	30-35	เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ (2543)
ความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ (มก.acetic acid /ล.)	200-400	กรมควบคุมมลพิษ (2537)
	50-500	เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ (2543)
โออาร์พี (mV)	-300 ถึง -500	กรมควบคุมมลพิษ (2537)
	-150 ถึง -420	เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ (2543)
ระดับสภาพด่าง ($มก.CaCO_3$/ล.)	1,500-2,000	กรมควบคุมมลพิษ (2537)
	2,000-3,000	เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ (2543)
	2,000-4,000	Matcalf & Eddy (2004)
พีเอช	6.5-7.5	สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (2545)
	6.6-8.0	เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ (2543)
ปริมาณสารอินทรีย์ในรูปซีโอดี (กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน)	3.2-32	Matcalf & Eddy (2004)
ปริมาณธาตุอาหารในรูปของ		
BOD_5:N:P	100:1.1:0.2	สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์ และคณะ (2540)
COD:N:P	800:5:1	เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ (2543)

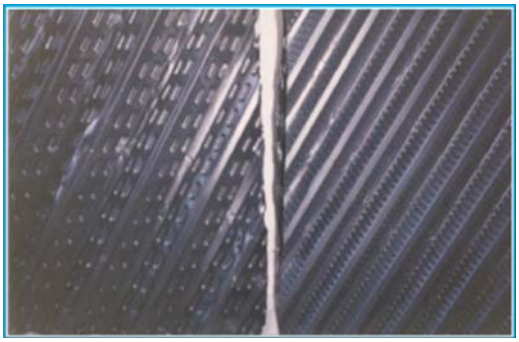
3.2) ถังกรองไร้อากาศ (anaerobic filter tank) เป็นถังบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศบำบัดน้ำเสียโดยอาศัยสื่อชีวภาพที่อยู่ภายในถัง หลักการทำงาน คือ การบำบัดตะกอนหรือสร้างเสถียรภาพให้กับตะกอนอินทรีย์และบำบัดน้ำเสียจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ กระบวนการแบบไร้ออกซิเจนที่ใช้ลดความเข้มข้นของสารอินทรีย์ให้เหลือน้อยลง โดยตะกอนจะถูกย่อยสลายส่วนของก้นถัง น้ำเสียจะไหลผ่านแผ่นกรองชีวภาพเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ ส่วนของน้ำใสก็จะไหลผ่านออกไป การดูแลควบคุมระบบ เช่นเดียวกับถังเกรอะ โดยต้องสังเกตการไหลของน้ำว่ามีการอุดตันเกิดขึ้นหรือไม่

ภาพที่ 3-17 ถังกรองไร้อากาศ

3.3) ถังเติมอากาศ (aeration tank) เป็นส่วนบำบัดหลักในการกำจัดความสกปรก กำจัดสารอินทรีย์ คอลลอยด์ ของแข็งแขวนลอย และลดปริมาณเชื้อโรค จะมีเครื่องเติมอากาศ (air blower) หน้าที่ 2 ประการ คือ เติมออกซิเจนให้แก่ระบบบำบัดอย่างพอเพียงและการกวนเพื่อกระจายออกซิเจนให้มีความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำทั่วทั้งถังเติมอากาศให้เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เพราะหากมีการกวนน้อยเกินไป ตะกอนจุลินทรีย์ (floc) จะมีขนาดใหญ่เกินไป แต่ถ้ากวนแรงเกินไปก็จะเกิดแรงเฉือน (shearing force) สูงจนทำให้จุลินทรีย์แตกกระจายไม่จมตัวในถังตกตะกอน เป็นผลให้ระบบทำงานได้ไม่มีเท่าที่ควร ภายใน ถังเติมอากาศยังมีตัวกลาง (media) เพื่อให้จุลินทรีย์เกาะเป็นการเพิ่มพื้นที่ให้จุลินทรีย์สัมผัสกับ น้ำเสียมากขึ้น หลักการทำงานอาศัยจุลินทรีย์ชนิดใช้ออกซิเจน (aerobic bacteria) 2 ลักษณะ คือ แบบ fixed film growth microorganism ผสมกับจุลินทรีย์แขวนลอย (suspended growth microorganism)ในน้ำเสีย ซึ่งมีส่วนสำคัญในการลดบีโอดีสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่เข้ามาในระบบดีขึ้นและไม่ทำให้ไม่เกิดกลิ่น

ถังเติมอากาศ

Pall ring media



Cross flow media

ผังควบคุมไฟฟ้า

เครื่องเติมอากาศ

ภาพที่ 3-18 ถังเติมอากาศ อุปกรณ์และเครื่องมือในถังเติมอากาศ

ตัวกลาง ที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลมี 2 แบบ ได้แก่ pall ring media และ cross flow media ต้องตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอให้ตัวกลางจมอยู่ในน้ำภายในถังเติมอากาศ และไม่หลุดออกมาขัดขวางการเติมอากาศของระบบ

เครื่องเติมอากาศ (air blower) การเติมอากาศ ประกอบด้วย เครื่องเติมอากาศ (air blower) อุปกรณ์ตู้ควบคุมไฟฟ้า (control panel equipment) ท่อพีวีซีลำเลียงอากาศ และหัวกระจายอากาศ (air diffuser) ทำหน้าที่เติมอากาศภายในถังเติมอากาศให้กับจุลินทรีย์เพื่อใช้ในกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ ซึ่งต้องรักษาระดับออกซิเจนละลายน้ำให้เหมาะสม

คืออยู่ในช่วง 1-2 มก./ล. หากมีปริมาณออกซิเจนน้อยจะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของจุลินทรีย์ลดลง หากมีปริมาณมากเกินไปก็ไม่ทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดเพิ่มขึ้น แต่เป็น การสิ้นเปลืองค่าไฟฟ้า สำหรับเครื่องเติมอากาศที่ใช้ในระบบบำบัดจะแตกต่างกันขึ้นกับขนาดของถังเติมอากาศและความต้องการออกซิเจนของระบบบำบัด รายละเอียดดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 เครื่องเติมอากาศสำหรับถังเติมอากาศ

เครื่องเติมอากาศ (รุ่น)	**HP-100**	**HP-200**	**LA-80A**	**LA-100**	**LA-120**
แรงดันไฟฟ้า (V)	220	220	220	220	220
ความถี่ (Hz)	50	50	50	50	50
แรงดัน Kgf/cm^2	0.18	0.2	0.15	0.18	0.18
ปริมาณลม (l/min)	100	200	80	100	120
แรงม้า (W)	101	220	86	100	130
ปริมาณไฟฟ้าต่อเดือน (unit)*	72	158.40	61.92	72	93.60
ค่าไฟฟ้าต่อเดือน (บาท)*	236.26	519.74	203.17	236.26	307.11

หมายเหตุ *วิธีคำนวณปริมาณไฟฟ้าและค่าไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

ค่าไฟฟ้า (บาท) = X + Y + Z

เมื่อ X = unit x K

Y = unit x Ft

Z = (X + Y) x 7%

unit = (จำนวนวัตต์ x จำนวนชั่วโมงทำงาน)/1,000

K = ค่าไฟฟ้าพื้นฐานเท่ากับ 2.1412 บาทต่อหน่วย

Ft = ค่าแปรผันที่ปรับเพิ่มขึ้นหรือลดลงเท่ากับ 0.9253 บาทต่อหน่วยอ้างจากโรงพยาบาล ข ประจำเดือน กุมภาพันธ์ 2552

7% = ภาษีมูลค่าเพิ่ม

ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องเติมอากาศ มี 2 แบบ ได้แก่ ระบบอัตโนมัติ (automatic control) คือ การควบคุมการทำงานของระบบโดยใช้ timer switch เป็นตัวควบคุมให้เครื่องเติมอากาศทำงานหรือหยุดการทำงานตามเวลาที่ได้ตั้งไว้ และระบบควบคุมการ

ทำงานเปิด-ปิดโดยเจ้าหน้าที่ (manual control) คือ เจ้าหน้าที่เป็นผู้ควบคุมเปิด-ปิด การทำงานของเครื่องเติมอากาศ

การดูแลควบคุมระบบ เนื่องจากถังเติมอากาศเป็นส่วนบำบัดหลักของระบบหาเกิดปัญหาก็จะส่งผลต่อประสิทธิภาพการบำบัด ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบได้แก่

ลักษณะสมบัติของน้ำเสียเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการรักษาสภาวะของระบบที่เหมาะสมกับการทำงานของจุลินทรีย์ ได้แก่ อัตราไหลของน้ำเสีย อุณหภูมิ พีเอช ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ปริมาณสารอินทรีย์ และปริมาณธาตุอาหาร ดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 ปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ

ปัจจัย	ช่วงที่เหมาะสม	แหล่งที่มา
อัตราไหลน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัด	ค่าการออกแบบของระบบ	-
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	25-35	Matcalf & Eddy (2004)
พีเอช	6.8-7.4	Matcalf & Eddy (2004)
	6.8-8.2	สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (2545)
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (มก./ล.)	1.5-2	Matcalf & Eddy (2004)
	1-2	สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์ และคณะ (2540)
	ไม่ต่ำกว่า 2	เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ (2543)
ปริมาณสารอินทรีย์ ซีโอดี (กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน)	0.5-3.2	Matcalf & Eddy (2004)
บีโอดี (กก.บีโอดี$_5$/ลบ.ม.-วัน)	0.3-0.6	สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (2540)
ปริมาณธาตุอาหารในรูปของ BOD_5:N:P	100:5:1	Matcalf & Eddy (2004)
อัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ (กก.บีโอดี$_5$/กก.MLVSS-วัน)	0.2-0.4	สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (2540)
อัตราหมุนเวียนตะกอน (ร้อยละ)	30-100	กรมควบคุมมลพิษ (2537)
	50-70	Matcalf & Eddy (2004)

ผู้ควบคุมระบบสามารถตรวจสอบสภาพการทำงานของถังเติมอากาศได้จาก สีของน้ำตะกอนในถังเติมอากาศ ควรมีสีน้ำตาลแบบช็อกโกแลต ไม่มีกลิ่น หรือมีกลิ่นอับเล็กน้อย ปกติไม่มีฟองหรือมีฟองได้เล็กน้อยจากการเติมอากาศ กรณีเกิดฟองมากส่วนใหญ่เกิดจากน้ำเสียมีการปนเปื้อนสารลดแรงตึงผิวมากมักเกิดหลังที่มีกิจกรรมการซักล้าง หรืออายุตะกอนน้อย ซึ่งฟองจะมีสีจางๆ หรืออายุตะกอนมากฟองจะมีสีเข้ม สภาพการกวนภายในถังเติมอากาศทั่วทั้งถัง ไม่มีจุดอับ (dead zone) ตรวจสอบสภาพการทำงานของผังควบคุมเครื่องเติมอากาศ ท่อลำเลียงอากาศ เครื่องเติมอากาศ โดยการสัมผัสระดับความร้อนและแรงสั่นสะเทือน เพื่อให้ระบบบำบัดอยู่ในสภาวะดีอย่างสม่ำเสมอ ควรมีการตรวจวัดพารามิเตอร์ควบคุมระบบ ได้แก่ พีเอช ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ของแข็งแขวนลอยในน้ำตะกอน (MLSS) ดัชนีปริมาตรตะกอน (SVI) และปริมาณตะกอนจมตัว (SV_{30})

3.4) ถังตกตะกอน (sedimentation tank) ทำหน้าที่แยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำใส เนื่องจากน้ำเสียจากถังเติมอากาศจะมีการย่อยสลายสารอินทรีย์และเกิดตะกอนจุลินทรีย์จำนวนมาก หลักการทำงานโดยให้การไหลของน้ำเสียที่เข้ามาในระบบชะลอความเร็วและนิ่ง เพื่อให้ตะกอนจุลินทรีย์ตกลงสู่ก้นถังด้วยแรงโน้มถ่วง ส่วนน้ำใสจะไหลผ่านเวียร์ควบคุมอัตราการไหล สำหรับตะกอนที่อยู่ด้านล่างจะถูกนำกลับมาใช้ใหม่ในถังเติมอากาศ

ภาพที่ 3-19 ถังตกตะกอน

การดูแลควบคุมระบบ สภาวะทั่วไปภายในถังตกตะกอน น้ำนิ่งใสมีความขุ่นน้อย ไม่มีฝ้าไข ไม่มีกลิ่น คุณสมบัติของน้ำใกล้เคียงกับมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง เพียงต้องผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อก่อนปล่อยทิ้ง

3.5) ถังเติมคลอรีน เป็นส่วนที่รับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว เพื่อฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน ซึ่งจะทำให้น้ำทิ้งมีความสะอาดมากยิ่งขึ้น สามารถระบายสู่แหล่งสาธารณะ ประกอบด้วยเบ้าสำหรับใส่หลอดบรรจุคลอรีนแท่งและหลอดบรรจุคลอรีนแท่ง

ภาพที่ 3-20 ถังเติมคลอรีน

การดูแลควบคุมระบบ คลอรีนแท่งภายในหลอดจะละลายออกตามอัตราไหลของ น้ำเสียผ่านรูที่เจาะไว้ การฆ่าเชื้อโรคในน้ำด้วยการเติมคลอรีนขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 ประการ คือ ความเข้มข้นของคลอรีนและเวลาสัมผัส (contact time) ถ้าใช้ความเข้มข้นต่ำต้องใช้เวลาสัมผัสนานแต่ถ้าใช้ความเข้มข้นสูงเวลาสัมผัสก็น้อยลง (กรรณิการ์ สิริสิงห์, 2544) ปริมาณคลอรีนที่เติมในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแบบตะกอนเร่งควรอยู่ในช่วง 2-8 มก./ล. เวลาสัมผัสอยู่ระหว่าง 15-30 นาที เพื่อให้มั่นใจว่าสามารถฆ่าเชื้อโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพควรมีปริมาณคลอรีนอิสระอยู่ในช่วง 0.5-1 มก./ล. สำหรับน้ำเสียจากโรงพยาบาล (สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์ และคณะ, 2540)

4) การควบคุมระบบ จากข้อมูล พบว่าโรงพยาบาลทั้ง 3 แห่ง ไม่มีข้อมูลปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสียเข้าระบบบำบัด และการตรวจวัดพารามิเตอร์ควบคุมระบบไม่ได้กำหนดแนวทางหรือวิธีการปฏิบัติในการควบคุมระบบ การบำรุงรักษา วิธีการแก้ปัญหา และการรายงานผล การดำเนินงานจะเป็นในรูปของการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าเท่านั้น คือ จะดำเนินการแก้ไขเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นแล้ว เช่น เมื่อเกิดกลิ่น เครื่องเติมอากาศหยุดทำงาน เป็นต้น มีเพียงโรงพยาบาลบางแห่งเท่านั้นที่มีเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ ในการวิเคราะห์น้ำเสีย ได้แก่ ชุดทดสอบพีเอช ชุดวัดปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ กรวยวัดปริมาณตะกอน และชุดตรวจคลอรีนตกค้าง แต่เครื่องมือบางอย่างอยู่ในสภาพที่ไม่สามารถใช้งานได้ เนื่องจาก หมดอายุ การเก็บรักษาไม่ถูกต้อง

สารเคมีหมด ไม่มีการจัดซื้อสำรองไว้ เนื่องจากหาซื้อยาก ราคาแพง และผู้ปฏิบัติใช้เครื่องมือไม่ถูก ดังนั้นเพื่อเป็นการตรวจประเมินประสิทธิภาพการควบคุมระบบ ในระหว่างดำเนินการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้เก็บตัวอย่างวิเคราะห์พารามิเตอร์ความคุมระบบของโรงพยาบาลทั้ง 3 แห่ง ดังตารางที่ 3-7

5) พารามิเตอร์ควบคุมระบบ มีความสำคัญต่อประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของระบบ และคุณภาพน้ำทิ้ง เป็นข้อมูลที่ชี้ให้เห็นว่าการทำงานของระบบอยู่ในสภาวะปกติหรือไม่

ตารางที่ 3-7 ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมระบบโรงพยาบาลกรณีศึกษา

ระบบ	พารามิเตอร์	ช่วงที่วัดได้			ช่วงที่ยอมรับได้
		โรงพยาบาล ก	โรงพยาบาล ข	โรงพยาบาล ค	
ถังเกรอะ	Temp. (°C)	27-29	28-33	28-29	25-40
	pH	7.5-7.9	6.6-9.2	6.6-9.3	6.2-7.8
ถังกรองไร้อากาศ	Temp. (°C)	-	28-31	29	25-40
	pH	-	8.7-9.6	9.6	6.2-7.8
ถังเติมอากาศ	Temp. (°C)	27-30	28-32	28-29	25-40
	pH	7.8-8.0	7.3-8.4	6.1-7.5	6.8-8.2[3]
	DO (mg/L)	0-2.9	0-4.7	1.3-4.6	1-2[1]
	MLSS (mg/L)	8-610	19-337	4-153	1,500-3,000[3]
ถังตกตะกอน	Temp. (°C)	27-29	28-32	28-29	25-40
	pH	7.8-7.9	7.3-8.4	6.0-7.3	ต่ำกว่า 7 เล็กน้อย
	SV_{30} (mL/L)	<1-260	-	-	400-600[3]
น้ำทิ้ง	Temp. (°C)	27-29	26-32	28-29	ไม่เกิน 40[2]
	pH	7.7-7.9	7.3-9.5	7.1-9.1	6.8-9.2[2]
	SS (mg/L)	-	<1-4	-	ไม่เกิน 0.5[2]
	Residual Chlorine (mg/L)	NR	NR	NR	0.5-1[1]

หมายเหตุ NR คือ ไม่พบ

ที่มา: เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ (2543)

[1] สมทิพย์ ด่านธีรวนิชน์ และคณะ (2540)

[2] กรมควบคุมมลพิษ (2548)

[3] สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (2545)

จากผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมระบบ พบว่า สภาวะที่อาจก่อให้เกิดปัญหากับประสิทธิภาพการทำงานของระบบ คือ

5.1) พีเอชสูงในถังเกรอะและถังกรองไร้อากาศของระบบบำบัดอาคารซักฟอกสูง จากการใช้ผงซักฟอกและน้ำยาขจัดคราบในกระบวนการซักล้าง ซึ่งหากพีเอชสูงกว่า 7.5-8.0 จะทำให้แบคทีเรียชนิดผลิตก๊าซมีเทน (CH_4) มีน้อยลงและเชื่องช้า ถ้าพีเอชสูงถึง 9.0 ระบบการย่อยสลายสารอินทรีย์จะไม่ทำงาน ทำให้การกำจัดสารอินทรีย์น้อยลงอย่างมาก (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2543: 350)

5.2) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในถังเติมอากาศต่ำกว่า 1 มก./ล. จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน ปริมาณจุลินทรีย์น้อยและเชื่องช้า ส่งผลให้ประสิทธิภาพการบำบัดลดลง โดยทั่วไปจะควบคุมปริมาณออกซิเจนละลายน้ำให้อยู่ระหว่าง 1-2 มก./ล. หากปริมาณมากเกินไปก็ไม่ได้ส่งผลต่อประสิทธิภาพการบำบัด แต่จะสิ้นเปลืองค่าไฟฟ้าในการเติมอากาศ

5.3) ปริมาณตะกอนในถังเติมอากาศน้อย พบค่า MLSS และ SV_{30} ต่ำ แสดงว่ามีปริมาณจุลินทรีย์น้อย ส่งผลให้ประสิทธิภาพการบำบัดลดลง ซึ่งมักพบว่าเกิดจากน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีปริมาณสารอินทรีย์และสารอาหารน้อยเกินไป เกิดสภาวะที่ไม่เหมาะสมกับจุลินทรีย์ ได้แก่ พีเอชต่ำกว่า 6.6 หรือสูงกว่า 8.0 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำกว่า 1 มก./ล. และมีสารพิษเข้าสู่ระบบ เป็นต้น

5.4) ปริมาณตะกอนหนักในน้ำทิ้งมากเกินไป มักเกิดจากมีปริมาณอัตราไหลของน้ำเสียเข้าสู่ระบบมากเกินไป ชั้นของตะกอนในถังตกตะกอนสูง เกิดจากฝ้าไขภายในถังตกตะกอน และ ปริมาณของจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศมากเกินไป

5.5) ตรวจไม่พบคลอรีนตกค้างในน้ำทิ้ง เกิดจากกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนไม่มีประสิทธิภาพ ปัจจัยสำคัญในการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน คือ ปริมาณคลอรีนและระยะเวลาในการสัมผัสกับคลอรีนของเชื้อโรค ขนาดของคลอรีนที่ต้องการอยู่ในช่วง 2-8 มก./ล. และระยะเวลาสัมผัสคลอรีนอยู่ระหว่าง 15-30 นาที สำหรับน้ำเสียจากโรงพยาบาลควรมีคลอรีนตกค้างอยู่ในช่วง 0.5-1 มก./ล. จึงสามารถฆ่าเชื้อโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สมทิพย์ ด่านธีรวนิชน์ และคณะ, 2540)

การจัดการน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ ผู้ควบคุมระบบจะต้องดำเนินการให้ระบบมีสภาวะที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด และตรวจสอบว่าระบบอยู่ในสภาพปกติหรือไม่ มีปัญหาอะไรบ้าง สามารถดำเนินการได้ 2 วิธี ได้แก่

1) การตรวจสอบสภาพการทำงานระบบทั่วไป โดยอาศัย การสังเกต การดมกลิ่น การฟังเสียง และการสัมผัส เป็นวิธีที่ง่าย สะดวก และประหยัด แต่ต้องอาศัยประสบการณ์ความรู้ความเข้าใจในหลักการทำงานของระบบบำบัด

2) การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสีย เพื่อหาพารามิเตอร์ที่บ่งชี้สภาวะการทำงานของระบบว่าเหมาะสมหรือไม่ เช่น อุณหภูมิ พีเอช ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ปริมาณตะกอนจมตัว และคลอรีนตกค้าง เป็นต้น ซึ่งต้องอาศัยเครื่องมือ ทักษะ ในการวิเคราะห์ ผู้ปฏิบัติจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในระดับที่สามารถวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสียและแปรผลการวิเคราะห์ได้ ทั้งนี้ข้อมูลทั้งสองส่วนจะต้องมีการจดบันทึกไว้เป็นข้อมูลด้านการจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาล และนำมาวิเคราะห์เพื่อใช้ในการวางแผนการดำเนินงานต่อไป หากควบคุมระบบอย่างมีประสิทธิภาพก็จะส่งผลให้คุณภาพน้ำทิ้งดีขึ้น

3.1.1.4 คุณภาพน้ำทิ้ง

ข้อมูลรายงานผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งของโรงพยาบาลชุมชน กรณีศึกษาทั้ง 3 แห่ง พบว่า มีการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่ผ่านระบบบำบัดไม่สม่ำเสมอ ส่วนใหญ่จะส่งวิเคราะห์ปีละ 1 ครั้ง สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง ดังตารางที่ 3-8

ตารางที่ 3-8 ข้อมูลคุณภาพน้ำทิ้งโรงพยาบาลกรณีศึกษาทั้ง 3 แห่งในปี 2550

พารามิเตอร์	มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง	ระบบบำบัด				
		ผู้ป่วยนอก	ผู้ป่วยใน	โรงครัว	ซักฟอก	โรงครัวและซักฟอก
ความเป็นกรด-ด่าง	5-9	6.7-7.9	6.6-7.6	5.8-8.2	8.5-9.2	7.9
บีโอดี$_5$ (มก./ล.)	ไม่เกิน 20	4-171	11	7-13	36	24
สารแขวนลอย (มก./ล.)	ไม่เกิน 30	8-89	10-355	1-10	12-36	4
ซัลไฟด์ (มก./ล.)	ไม่เกิน 1.0	0.7-5.6	0.5-1.4	0.5-1.4	1.1	0.3
สารที่ละลายได้ทั้งหมด (มก./ล.)	ไม่เกิน 500*	521-550	117-430	352-790	580	281
ตะกอนหนัก (มก./ล.)	ไม่เกิน 0.5	0.1	0.1-1	0.1	0	<0.1
น้ำมันและไขมัน (มก./ล.)	ไม่เกิน 20	11	0-8	0.2-4	0	3.6
ทีเคเอ็น (มก./ล.)	ไม่เกิน 35	1 -163	8	1-10	4	31
ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (เอ็มพีเอ็น/100 มล.)	ไม่เกิน 5,000	>16,000	23->16,000	>16,000	9,000-16,000	>16,000
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (เอ็มพีเอ็น/100 มล.)	ไม่เกิน 1,000	>16,000	<2->16,000	1,400->16,000	500	>16,000

หมายเหตุ *เป็นค่าที่เพิ่มจากสารละลายในน้ำใช้ตามปกติ

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2551)

พบว่า คุณภาพน้ำทิ้งจากระบบบำบัดบางหน่วยยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ได้แก่ พีเอชจากระบบบำบัดอาคารซักฟอกสูง ปริมาณสารแขวนลอย บีโอดี$_5$ ทีเคเอน และโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ซึ่งต้องนำมาพิจารณาในการหาแนวทางการแก้ไข ดังนี้

1) น้ำทิ้งจากระบบบำบัดอาคารซักฟอกมีพีเอชสูง เกิดจากน้ำเสียมีความเข้มข้นของไฮดรอกซิลไอออน [OH^-] สูง ซึ่งจะมีผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ คือ จุลินทรีย์จะหยุดการเจริญเติบโต ระบบล้มเหลว และประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียลดลง ผู้ควบคุมระบบจะต้องดำเนินการตรวจสอบ หาสาเหตุที่ทำให้พีเอชสูงและดำเนินการแก้ไข ที่สำคัญ คือ พีเอชของน้ำเสียที่เข้ามาในระบบบำบัด

2) ปริมาณสารแขวนลอย บีโอดี$_5$ ทีเคเอนสูง แสดงว่า ประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัดลดลง ส่วนใหญ่จะพบว่าค่าพารามิเตอร์เหล่านี้จะสูง ปัญหาหลัก เกิดจากกระบวนการทำงานทางชีวภาพ ผู้ควบคุมจะต้องดำเนินการตรวจสอบการทำงานของระบบทั้งหมดตั้งแต่ต้นทางจนถึงปลายทาง คือ น้ำเสียก่อนเข้าระบบ การรวบรวมน้ำเสีย ระบบบำบัด การเดินระบบ และเก็บตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมระบบ รวมถึงการตรวจสอบค่าการออกแบบระบบบำบัดว่าสามารถรองรับน้ำเสียได้หรือไม่

3) ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียเกินมาตรฐาน สาเหตุหลัก เกิดจากกระบวนการฆ่าเชื้อไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 2 ประการ ได้แก่ ปริมาณของคลอรีนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรคจะต้องเพียงพอ คือ คลอรีนตกค้างอยู่ในช่วง 0.5-1 มก./ล. และระยะเวลาสัมผัสของคลอรีนกับเชื้อโรคอยู่ระหว่าง 15-30 นาที

นภนีรา แสงสุริยะ (2541) ศึกษาประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อ total coliform bacteria ช่วงแรกที่ยังไม่มีปริมาณคลอรีนตกค้าง พบว่า ประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อเท่ากับ 0 หลังจากมีเริ่มมีปริมาณคลอรีนตกค้างเพียง 0.1 มก./ล. ประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อเพิ่มขึ้นร้อยละ 99 เพิ่มเป็นร้อยละ 100 เมื่อมีคลอรีนตกค้างอยู่ในช่วง 1.02-8.35 มก./ล. และปริมาณคลอรีนตกค้างหลังการฆ่าเชื้อควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.28-1.42 มก./ล.

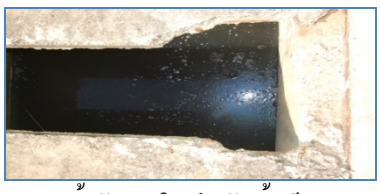
ทั้งนี้โรงพยาบาลทั้ง 3 แห่งเคยมีเหตุการณ์น้ำทิ้งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานล่าสุดเมื่อปี 2550 และยังไม่มีแนวทางการจัดการน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา

3.1.2 ข้อมูลจากแบบตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลกรณีศึกษา

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลภาคสนามจากโรงพยาบาลทั้ง 3 แห่งโดยใช้แบบตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย สำรวจสภาพการทำงานของระบบบำบัดแต่ละระบบ อาศัยการสังเกตสอบถามผู้รับผิดชอบ และเอกสารจากโรงพยาบาล เกี่ยวกับโครงสร้างทางกายภาพ ลักษณะการทำงาน ปัญหา และประเมินประสิทธิภาพการบำบัดเบื้องต้น รวมทั้งหมด 15 ระบบ ประกอบด้วยโรงพยาบาล ก จำนวน 6 ระบบ โรงพยาบาล ข จำนวน 5 ระบบ และโรงพยาบาล ค จำนวน 4 ระบบ แล้วนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาสรุปประเด็นปัญหาโดยแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสีย

3.1.2.1 ปัญหาระบบรวบรวมน้ำเสีย ประกอบด้วย ท่อลำเลีย บ่อพัก บ่อดักกลิ่น บ่อดักขยะ และบ่อดักไขมัน พบสภาพปัญหาดังตารางที่ 3-9

ตารางที่ 3-9 สภาพปัญหาระบบรวบรวมน้ำเสียที่พบจากการสำรวจ

ระบบรวบรวมน้ำเสีย	ทำหน้าที่	สภาพปัญหา
1. ท่อลำเลียงน้ำเสีย	รวบรวมน้ำเสียภายในอาคารเข้าสู่ระบบบำบัด ป้องกันมลพิษจากน้ำเสียออกสู่ภายนอก และป้องกันสิ่งปนเปื้อนจากภายนอกเข้าสู่ระบบบำบัด	เกิดการชำรุด การเดินท่อไม่ถูกวิธี ท่อลำเลียงอุดตัน เนื่องจากขาดการดูแล มีขยะ และตะกอนหนักจำนวนมาก ท่อชำรุด รั่ว การเดินท่อไม่ถูกวิธี ตะกอนหนักจำนวนมาก
2. บ่อพักน้ำเสีย	ควบคุมน้ำเสียที่เข้าระบบบำบัด โดยพักน้ำเสียจากอาคารต่างๆ ก่อนค่อยๆปล่อยเข้าสู่ระบบบำบัด ด้วยท่อพีวีซี ขนาด 4 นิ้ว บ่อพักน้ำเสียยังใช้ในการตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบรวบรวมน้ำเสียทั้งหมด	พบฝาปิดชำรุด เปิดไม่ได้ บางจุดถูกฝังอยู่ใต้ตัวอาคาร เนื่องจากมีการก่อสร้างอาคารใหม่ภายหลัง น้ำเสียเกิดการไหลย้อนกลับทำให้มีน้ำขังภายในบ่อพัก ตะแกรงชำรุด มีขยะและตะกอนจำนวนมาก ฝาปิดบ่อพักน้ำเสียชำรุดและมีขยะ  น้ำขังภายในบ่อพักน้ำเสีย

ตารางที่ 3-9 (ต่อ)

ระบบรวบรวมน้ำเสีย	ทำหน้าที่	สภาพปัญหา
3. บ่อดักกลิ่น	ป้องกันกลิ่นจากระบบบำบัดไหลย้อนกลับเข้าสู่ภายในตัวอาคาร จะมีการติดตั้งบริเวณที่มี อ่างล้างมือ อ่างล้างเครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ	มีการเดินท่อผิดวิธี เช่น ปลายท่อระบายน้ำเสียไม่จุ่มลงไปในน้ำ ไม่มีน้ำขังภายในบ่อดักกลิ่น ทำให้เกิดกลิ่นย้อนกลับไปภายในอาคาร ฝาเปิดไม่ได้ ชำรุด และถูกฝังอยู่ภายในตัวอาคาร ไม่มีน้ำขังในบ่อดักกลิ่น การเดินท่อผิดวิธี
4. บ่อดักไขมัน	ทำหน้าที่ป้องกันน้ำมันและไขมันเข้าสู่ระบบบำบัด โดยไขมันจะลอยตัวอยู่ด้านบนเมื่อปล่อยทิ้งไว้ และจับตัวเป็นก้อน จึงต้องมีการตักออกอย่างสม่ำเสมอ เพราะหากหลุดไปในระบบไขมันจะขัดขวางการทำงานของจุลินทรีย์ทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดลดลง	มีชั้นไขมันหนา มีกลิ่น เนื่องจากไม่ได้มีการตักไขมันออกอย่างสม่ำเสมอ ไขมันและน้ำมันในถังดักขยะมาก ไขมันและน้ำมันในถังดักไขมันมาก

3.1.2.2 ปัญหาระบบบำบัด ประกอบด้วย ถังเกรอะ ถังกรองไร้อากาศ ถังเติมอากาศ ถังตกตะกอน และถังเติมคลอรีน พบปัญหาดังตารางที่ 3-10

ตารางที่ 3-10 สภาพปัญหาระบบบำบัดน้ำเสียที่พบจากการสำรวจ

บำบัดน้ำเสีย	ทำหน้าที่	สภาพปัญหา
1. ถังเกรอะ	เป็นหน่วยแรกของระบบบำบัดที่รองรับน้ำเสียจากอาคาร ทำหน้าที่แยกตะกอนหนักออกจากน้ำเสียและมีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ส่วนน้ำเสียจะถูกส่งไปบำบัดต่อไป	ฝาชำรุด มีขยะ เมื่อวัดปริมาณตะกอนพบว่า มีตะกอนจำนวนมาก เนื่องจากตั้งแต่มีการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลไม่เคยสูบตะกอนทิ้งเป็นระยะเวลาประมาณ 7 ปี ขยะภายในถังเกรอะ ฝาปิดชำรุดทำให้เกิดกลิ่น
2. ถังกรองไร้อากาศ	เป็นหน่วยที่ 2 รองรับน้ำเสียจากถังเกรอะ มีเฉพาะระบบบำบัดน้ำเสียอาคารซักฟอกเท่านั้น ภายในถังประกอบด้วยตัวกลาง (media) ทำหน้าที่ย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งเกาะอยู่บนตัวกลางภายในถัง	สภาพทั่วไปปกติ การไหลของน้ำภายในถังปกติ แต่ตัวกลางไม่จมน้ำทั้งหมด ตัวกลางไม่จมน้ำทั้งหมด

ตารางที่ 3-10 (ต่อ)

บำบัดน้ำเสีย	ทำหน้าที่	สภาพปัญหา
3. ถังเติมอากาศ	เป็นหน่วยที่ 2 รองรับน้ำเสียจากถังเกรอะ ของระบบอาคารผู้ป่วยนอก ผู้ป่วยใน และโรงครัว ทำหน้าที่ ย่อยสลายสารอินทรีย์อาศัยจุลินทรีย์ชนิดใช้ออกซิเจน จึงต้องรักษาสภาวะภายในถังให้เหมาะสม และมีการเติมอากาศตลอดเวลา	พบว่า ฝาชำรุด เครื่องเติมอากาศหยุดทำงาน การเติมอากาศผิดวิธี ตัวกลางหลุดทำให้การกวนไม่ทั่วถัง มีตะกอนน้อย ตะกอนมีสีดำ มีกลิ่น เกิดฟองสีขาว และบางหน่วยมีตะกอนมากเกินไป เนื่องจากมีการเติม อีเอ็ม (effective microorganisms, EM) จากการสอบถามเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบ มีการเติม EM เนื่องจากถังเติมอากาศมีกลิ่น ขยะ ตัวกลางหลุดขัดขวางการเติมอากาศ ฟอง
4. ถังตกตะกอน	เป็นหน่วยที่ 3 รองรับน้ำเสียจากถังเติมอากาศ มีหน้าที่ แยกตะกอนจุลินทรีย์ ออกจากน้ำเสีย โดยอาศัยแรงโน้มถ่วงทำให้เกิดการตกตะกอนส่งผลให้น้ำเสียใสขึ้น ส่วนตะกอนจะถูกนำกลับไปใช้ในถังเติมอากาศต่อไป	ถังตกตะกอนบางหน่วย มีฝ้าไข ตะกอนสีดำ มีฟอง และน้ำภายในถังขุ่น ฝ้าไข

ตารางที่ 3-10 (ต่อ)

บำบัดน้ำเสีย	ทำหน้าที่	สภาพปัญหา
5. ถังเติมคลอรีน	เป็นหน่วยที่ 4 ของระบบ รองรับน้ำเสียจากถังตกตะกอน เพื่อผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยการเติมคลอรีนแห่ง (rod chlorine)	พบว่า หลอดใส่คลอรีนแห่งชำรุด ถังเติมคลอรีนชำรุด มีการประยุกต์วิธีการเติมคลอรีน เช่น ใช้ท่อพีวีซี แกลลอนแทนวิธีเดิม ส่งผลให้ประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อลดลงจากการวิเคราะห์ไม่พบปริมาณคลอรีนตกค้างในน้ำทิ้ง ชุดเติมคลอรีนชำรุด
	เนื่องจากชุดเติมคลอรีนของโรงพยาบาลทั้ง 3 แห่งชำรุด โรงพยาบาลจึงมีการประยุกต์วิธีต่างๆในการเติมคลอรีน	การประยุกต์วิธีเติมคลอรีนในน้ำทิ้งของโรงพยาบาล การใช้ท่อพีวีซีของโรงพยาบาล ข การใช้แกลลอนของโรงพยาบาล ค

จากการสำรวจ พบสาเหตุของปัญหาโรงพยาบาลทั้ง 3 แห่ง มีความแตกต่างกันในด้านต่างๆ เช่น นโยบายด้านการจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาล ลักษณะทั่วไปของโรงพยาบาล ลักษณะทางภูมิศาสตร์ สภาพของดิน ความลาดชัน ที่ตั้งของอาคาร แหล่งน้ำ และชุมชน ซึ่งมีผลต่อการติดตั้งระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัด และเนื่องจากระบบบำบัดได้มีการดำเนินการกว่า 7 ปี (ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2544) อุปกรณ์เครื่องมือและระบบบำบัดบางส่วนมีการสึกหรอ ชำรุดตามสภาพการใช้งาน พร้อมกับขาดการควบคุมดูแลบำรุงรักษาอย่างถูกต้องและต่อเนื่อง ส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัดลดลง ทั้งนี้หากโรงพยาบาลมีนโยบายด้านการจัดการ น้ำเสียอย่างชัดเจน วางแผนการดำเนินงาน มีการควบคุมดูแลระบบอย่างเหมาะสม

โดยผู้ควบคุมระบบที่มีความรู้ความเข้าใจการทำงานของระบบบำบัด จะเป็นการยืดอายุการใช้งานของเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ และสามารถแก้ปัญหาได้ ส่งผลให้ประสิทธิภาพการบำบัดของระบบดีขึ้น และช่วยลดต้นทุนการดำเนินงาน

3.1.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสีย

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสียของโรงพยาบาลชุมชนทั้ง 3 แห่ง มีระบบบำบัดน้ำเสียทั้งหมด จำนวน 15 ระบบ ได้แก่ โรงพยาบาล ก จำนวน 6 ระบบ โรงพยาบาล ข จำนวน 5 ระบบ และโรงพยาบาล ค จำนวน 4 ระบบ ดำเนินการวัดอัตราไหลในช่วงวันทำการและวันหยุดราชการ ด้วยวิธีการสูบน้ำจากถังตกตะกอน ใช้กับโรงพยาบาล ก และ ค วิธีวัดจากปลายท่อน้ำทิ้ง ใช้กับโรงพยาบาล ข และดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำเสียแบบผสม (composite sample) เพื่อวิเคราะห์ลักษณะสมบัติน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดและคุณภาพน้ำทิ้ง ได้แก่ พีเอช TS TSS TDS COD BOD_5 และ TKN เก็บตัวอย่างแบบจ้วง (grab sample) ได้แก่ อุณหภูมิ oil & grease (เฉพาะน้ำเสียจากอาคารโรงครัว) TCB และ FCB เก็บรักษาสภาพตัวอย่างและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสียด้วยวิธี standard method (APHA AWWA and WEF, 2005) ข้อมูล ที่ได้นำมาประกอบในการจัดทำแนวทางการจัดการน้ำเสียที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพต่อไป

3.1.3.1 ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำและน้ำเสียของโรงพยาบาลกรณีศึกษา

พบว่า โรงพยาบาลมีการใช้น้ำจากการประปาส่วนภูมิภาค โรงพยาบาลบางแห่งมีระบบสำรองน้ำ คือ มีการเชื่อมต่อระบบท่อลำเลียงน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินโดยตรง และมีระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำผิวดินก่อนนำมาใช้ การใช้น้ำของโรงพยาบาลแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ น้ำที่จ่ายให้กับหน่วยบริการภายโรงพยาบาลและน้ำที่จ่ายให้กับเจ้าหน้าที่และครอบครัวที่พักอาศัยอยู่ภายในโรงพยาบาล หรือบ้านพัก ซึ่งเป็นระบบการจ่ายน้ำรวมกันทั้งหมด ผู้วิจัยได้ดำเนินการวัดปริมาณน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดทุก 2 ชั่วโมงตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ของโรงพยาบาลทั้ง 3 แห่ง จำนวน 15 ระบบ ในวันทางการและวันหยุดราชการ ข้อมูลการใช้น้ำและน้ำเสียของโรงพยาบาลชุมชนกรณีศึกษา แสดงดังตารางที่ 3-11

ตารางที่ 3-11 ข้อมูลการใช้น้ำและน้ำเสียของโรงพยาบาลชุมชนกรณีศึกษา

รายการ	หน่วย	โรงพยาบาล		
		ก	ข	ค
1. จำนวนเตียง	เตียง	60	30	30
2. จำนวนเจ้าหน้าที่และครอบครัวที่พักอาศัยอยู่ในโรงพยาบาล	คน	117	112	47
3. ปริมาณการใช้น้ำประปาโดยเฉลี่ย 3 เดือน	ลบ.ม./วัน	74.9	127.3	40.4
4. อัตราการใช้น้ำของเจ้าหน้าที่และครอบครัวที่พักอาศัยอยู่ในโรงพยาบาล* (บ้านพัก)	ลบ.ม./วัน	23.4	22.4	8.6
5. ปริมาณน้ำใช้ภายในอาคารของโรงพยาบาล (ยกเว้นบ้านพัก)	ลบ.ม./วัน	51.5	104.9	31.8
6. ปริมาณน้ำเสียโดยประมาณคิดจากจำนวนเตียง**	ลบ.ม./วัน	48	24	24
7. ปริมาณน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดในช่วงวันทำการ	ลบ.ม./วัน	28.5	23.0	27.0
8. ปริมาณน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดในช่วงวันหยุดราชการ	ลบ.ม./วัน	19.2	25.2	11.2
9. ปริมาณน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดในช่วงวันทำการเปรียบเทียบกับจำนวนเตียง**	ลบ.ม./เตียง/วัน	0.48	0.77	0.90
10. ร้อยละน้ำใช้ที่เข้าสู่ระบบบำบัดในช่วงวันทำการ	ร้อยละ	55.34	21.93	84.91

หมายเหตุ * อัตราการใช้น้ำต่อคนเท่ากับ 0.02 ลบ.ม./วัน (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2553)

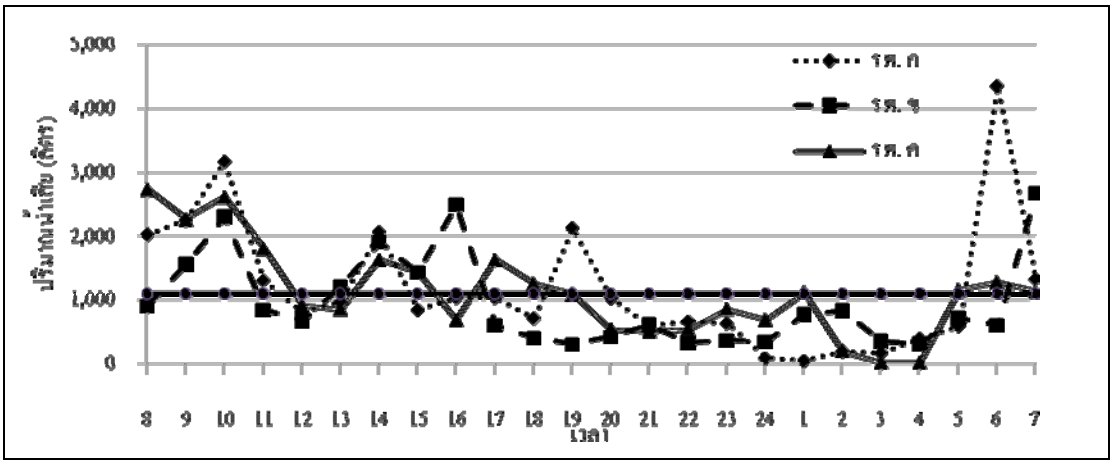
**ปริมาณน้ำเสียโรงพยาบาลโดยเฉลี่ย 0.8 ลบ.ม./เตียง/วัน (กรมควบคุมมลพิษ, 2545)

จากข้อมูล พบว่า ปริมาณน้ำเสียที่วัดได้เป็นเพียงน้ำเสียเฉพาะในส่วนกิจกรรมที่ก่อให้เกิดน้ำเสียภายในอาคารของโรงพยาบาลที่มีการเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียเท่านั้น สำหรับโรงพยาบาล ก ข และ ค มีปริมาณน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดในช่วงวันทำการไม่แตกต่างกันมากนัก มีปริมาณเท่ากับ 28.5 23.0 และ 27.0 ลบ.ม./วัน คิดเป็นร้อยละ 55.34 21.93 และ 84.91 ของปริมาณน้ำที่ใช้ภายในโรงพยาบาล ตามลำดับ เช่นเดียวกับการศึกษาของ สุรเดช ประดิษฐบาทุกา (2547) พบว่า ปริมาณการเกิดน้ำเสียของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30-60 เตียง ในเขตภาคกลาง เท่ากับ 40±30 ลบ.ม./วัน ปริมาณน้ำเสียที่บำบัดได้คิดเป็นร้อยละ 97 ของน้ำเสียของโรงพยาบาลทั้งหมด จะเห็นได้ว่า มีน้ำเสียบางส่วนที่ไม่ได้เข้าสู่ระบบบำบัด สาเหตุหลักที่สำคัญ เนื่องจาก มีกิจกรรมบางประเภทที่น้ำเสียไม่เข้าสู่ระบบบำบัด เช่น น้ำเสียจากการล้างรถ น้ำเสียจากอาคารที่ไม่ได้มีการเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบบำบัด น้ำเสียจากการล้างพื้น และปัญหาระบบท่อลำเลียงชำรุดที่เป็นสาเหตุให้มีน้ำไหลออกสู่ภายนอก เป็นต้น ดังนั้น การตรวจสอบระบบ

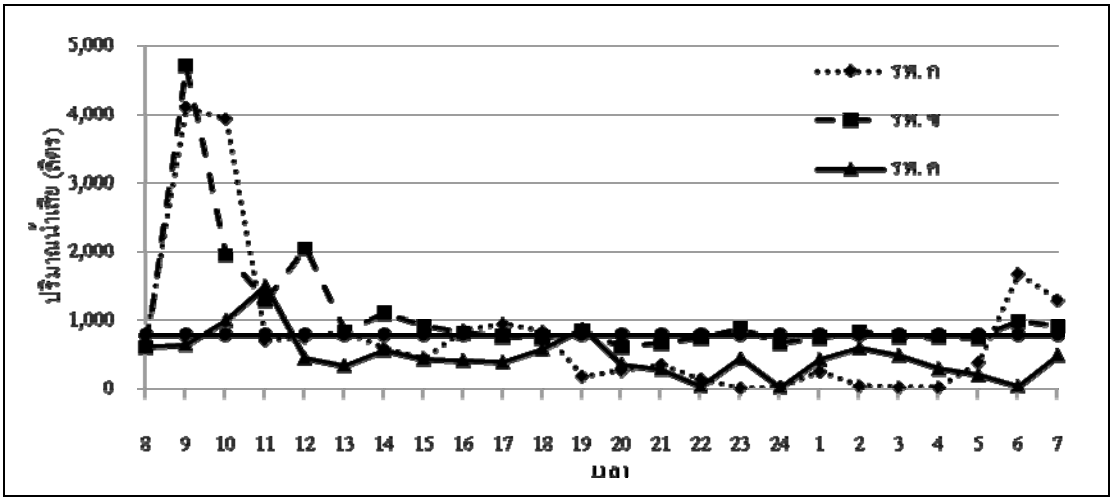
ลำเลียงน้ำใช้ ระบบรวบรวมน้ำเสีย ระบบบำบัดน้ำเสีย และการบันทึกปริมาณการใช้น้ำและน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมการให้บริการจึงมีความสำคัญในการจัดการน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ

3.1.3.2 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัด

ปริมาณน้ำเสียที่ไหลเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียในแต่ละช่วงเวลาจะมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัด เนื่องจากปริมาณน้ำเสียที่เพิ่มขึ้นหมายถึงปริมาณของมลพิษในน้ำเสียก็เพิ่มขึ้นด้วย ส่งผลให้สภาวะต่างๆ ของระบบบำบัดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหัน อาจทำให้เกิดสภาวะ shock load การทำงานของระบบล้มเหลวได้ ซึ่งระบบบำบัดที่ติดตั้งไม่มีถังปรับเสถียรทำให้น้ำเสียไหลเข้าสู่ระบบบำบัดไม่สม่ำเสมอ ดังภาพที่ 3-21 และ 3-22



ภาพที่ 3-21 อัตราไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดทั้งหมดโรงพยาบาล 3 แห่งในวันทำการ



ภาพที่ 3-22 อัตราไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดทั้งหมดโรงพยาบาล 3 แห่งในวันหยุดราชการ

ปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดทั้งหมดของโรงพยาบาลทั้ง 3 แห่ง พบว่า ในช่วงกลางวันมีปริมาณน้ำเสียมากกว่าในช่วงกลางคืนและมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงในเวลาต่างๆตามกิจกรรมที่ให้บริการ ปริมาณน้ำเสียสูงสุดและต่ำสุดมีความแตกต่างกันมาก ดังนี้

1) ปริมาณน้ำเสียในวันทำการ พบว่า โรงพยาบาลทั้ง 3 แห่ง มีน้ำเสียไหลเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียตลอดเวลา อัตราไหลสูงสุดของน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดโรงพยาบาล ก ข และ ค คือ ช่วงเช้าเวลา 06.00 07.00 และ 08.00 นาฬิกา เท่ากับ 4,340 2,657 และ 2,730 ลิตร/ชั่วโมง อัตราไหลต่ำสุด คือ ช่วงเวลา 01.00 19.00 และ 04.00 นาฬิกา เท่ากับ 51 311 และ 16 ลิตร/ชั่วโมง ตามลำดับ ส่วนใหญ่เป็นน้ำเสียจากกิจกรรมการเตรียมความพร้อมก่อนการให้บริการ เช่น การทำความสะอาดห้องน้ำห้องส้วม การล้างพื้น การเตรียมเครื่องมือ การทำความสะอาดเครื่องมือ การใช้ห้องน้ำห้องส้วมของผู้รับบริการ เช่น การขับถ่าย การอาบน้ำ การซักล้าง เป็นต้น ปริมาณน้ำเสียจะลดลงเมื่อมีการหยุดพักหรือกิจกรรมการให้บริการลดลง คือ ช่วงเวลา 12.00 และหลัง 19.00 นาฬิกา เป็นต้นไป

2) ในวันหยุดราชการ พบว่า อัตราไหลสูงสุดของน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดโรงพยาบาล ก ข และ ค คือ ช่วงเช้าเวลา 09.00 09.00 และ 11.00 นาฬิกา เท่ากับ 4,102 4,697 และ 1,479 ลิตร/ชั่วโมง อัตราไหลต่ำสุด ช่วงเวลา 23.00 20.00 และ 24.00 นาฬิกา เท่ากับ 0 597 และ 12 ลิตร/ชั่วโมง ตามลำดับ กิจกรรมที่ก่อให้เกิดน้ำเสียอยู่ในช่วงเวลา 06.00-12.00 นาฬิกา เนื่องจากเป็นวันหยุดราชการ กิจกรรมที่ให้บริการจะน้อย ส่งผลให้ปริมาณน้ำเสียลดลงด้วย ทั้งนี้สามารถแสดงปริมาณน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดแยกตามอาคารต่างๆ ได้แก่ อาคารผู้ป่วยนอก อาคารผู้ป่วยใน อาคารโรงครัวและอาคารซักฟอก เปรียบเทียบกับค่าการออกแบบของระบบ ดังตาราง 3-12

ตารางที่ 3-12 เปรียบเทียบปริมาณน้ำเสียกับค่าการออกแบบของระบบบำบัด

ค่าการออกแบบและอัตราไหล (ลบ.ม./วัน)	ระบบบำบัด							
	OPD1	OPD2	OPD3	IPD1	IPD2	C	W	C&W
รพ. ก								
ค่าการออกแบบระบบบำบัด	10.0	3.0	3.0	10.0	10.0	-	-	3.0
อัตราไหลช่วงวันทำการ	6.0	0.6	2.4	12.4	2.0	-	-	5.1
อัตราไหลช่วงวันหยุด	2.3	0.5	0.3	5.5	1.4	-	-	9.2
รพ. ข								
ค่าการออกแบบระบบบำบัด	3.0	3.0	-	10.0	-	4.5	4.0	-
อัตราไหลช่วงวันทำการ	1.5	5.4	-	6.0	-	3.7	6.3	-
อัตราไหลช่วงวันหยุด	2.5	14.0	-	4.6	-	0.6	3.9	-
รพ. ค								
ค่าการออกแบบระบบ	10.0	3.0	-	10.0	-	-	4.0	
อัตราไหลช่วงวันทำการ	5.8	1.4	-	11.8	-	-	8.0	-
อัตราไหลช่วงวันหยุด	1.6	0.2	-	5.9	-	-	3.5	-

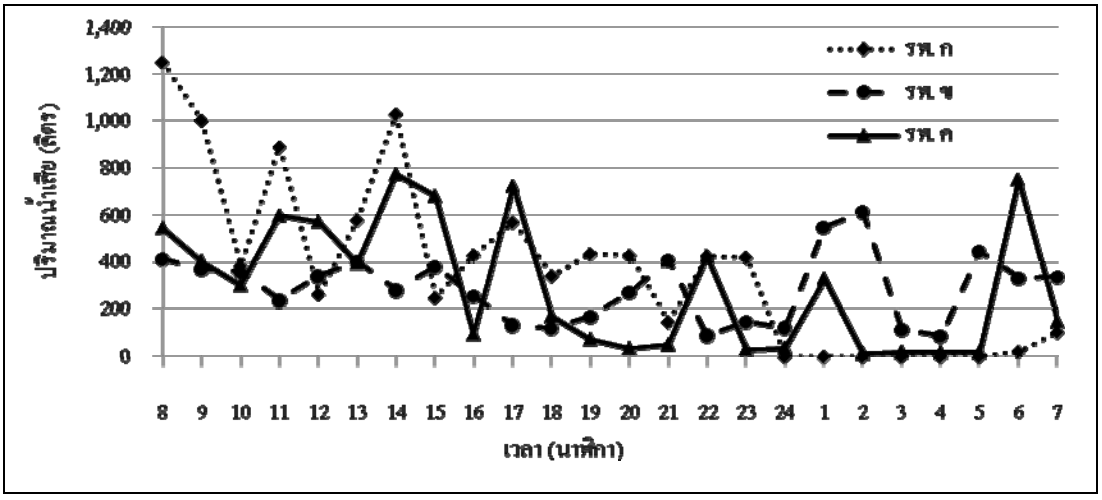
หมายเหตุ OPD คือ ระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยนอก IPD คือ ระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยใน C คือ ระบบบำบัดอาคารซักฟอก และ C&W คือ ระบบบำบัดอาคารซักฟอกและโรงครัว

เมื่อเปรียบเทียบอัตราไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดกับค่าการออกแบบของระบบ พบว่า ระบบบำบัดที่มีอัตราไหลของน้ำเสียเข้าสู่ระบบเกินค่าการออกแบบของระบบ ได้แก่ โรงพยาบาล ก คือ ระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยใน 1 และระบบบำบัดอาคารโรงครัวและซักฟอก โรงพยาบาล ข คือ ระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยนอก 2 และระบบบำบัดอาคารซักฟอก โรงพยาบาล ค คือ ระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยในและระบบบำบัดอาคารซักฟอก อัตราไหลของน้ำเสียที่เพิ่มขึ้นจนเกินค่าการออกแบบของระบบบำบัด เนื่องจากมีกิจกรรมที่ก่อให้เกิดน้ำเสียเพิ่มขึ้น จำนวนผู้รับบริการเพิ่มขึ้น และจากการเก็บข้อมูลโดยการสอบถามเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบงานบำบัดน้ำเสีย พบว่า โรงพยาบาลได้มีการเคลื่อนย้ายกิจกรรมที่ให้บริการ มีการก่อสร้างอาคารใหม่ หลังจากได้มีการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย โดยไม่ได้นำข้อมูลด้านการจัดการน้ำเสียมาประกอบการวางแผนการดำเนินงาน ทำให้ปริมาณน้ำเสียจากอาคารดังกล่าวมากเกินค่าการออกแบบของระบบบำบัด ได้แก่

โรงพยาบาล ก ได้มีการก่อสร้างโรงครัวใหม่ จึงดำเนินการปิดระบบบำบัดน้ำเสียอาคารซักฟอกและดำเนินการติดตั้งระบบรวบรวมน้ำเสียใหม่ โดยปล่อยน้ำเสียลงสู่ระบบบำบัดอาคารโรงครัวและอาคารซักฟอกในปัจจุบันแทน ซึ่งเป็นระบบบำบัดรองรับน้ำเสียจากอาคารจ่ายกลาง ทำให้ปริมาณน้ำเสียเกินค่าการออกแบบของระบบบำบัด

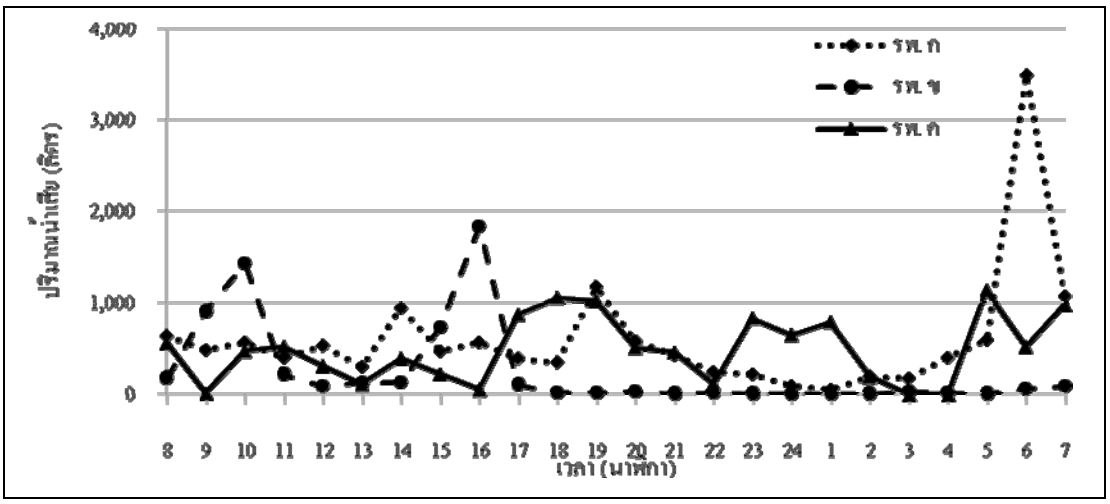
โรงพยาบาล ข ได้มีการเคลื่อนย้ายหน่วยบริการระหว่างอาคาร คือ เคลื่อนย้ายห้องอุบัติเหตุ-ฉุกเฉินจากอาคารผู้ป่วยนอก 1 และห้องคลอดจากอาคารผู้ป่วยใน มาอยู่ที่ตึกอาคารผู้ป่วยนอก 2 ส่งผลให้ปริมาณน้ำเสียจากอาคารผู้ป่วยนอก 2 เกินค่าการออกแบบของระบบบำบัด

ลักษณะอัตราไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดแยกตามประเภทอาคารต่างๆ ได้แก่ อาคารผู้ป่วยนอก ผู้ป่วยใน โรงครัว และซักฟอก ดังภาพที่ 3-23 - 3-26



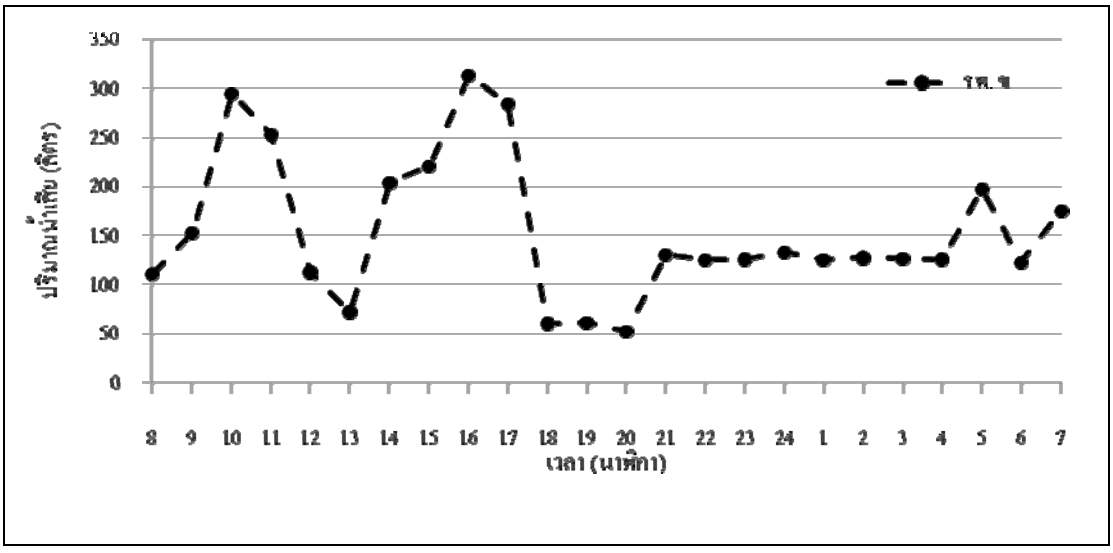
ภาพที่ 3-23 ลักษณะอัตราไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยนอกในวันทำการ

พบว่า ปริมาณน้ำเสียจากอาคารผู้ป่วยนอกทั้งหมดเข้าสู่ระบบบำบัดในช่วงวันทำการโรงพยาบาล ก ข และ ค เท่ากับ 9.0 6.9 และ 7.2 ลบ.ม./วัน เมื่อเปรียบเทียบลักษณะการเปลี่ยนแปลงอัตราไหลของน้ำเสียในช่วงเวลาต่างๆระหว่างโรงพยาบาลทั้ง 3 แห่งไม่มีความแตกต่างกันมากนัก คือ ปริมาณน้ำเสียเพิ่มและลดลงตามกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในอาคาร แต่ปริมาณน้ำเสียสูงสุดและต่ำสุดมีความแตกต่างกันมาก ซึ่งปริมาณน้ำเสียสูงสุดอยู่ในช่วงเวลา 08.00 02.00 และ 14.00 นาฬิกา ตามลำดับ เนื่องจากอาคารผู้ป่วยนอกมีกิจกรรมการให้บริการมากในช่วงกลางวันและบางหน่วยบริการเปิดให้บริการตลอดเวลา 24 ชั่วโมง กิจกรรมหลักที่ก่อให้เกิดน้ำเสีย คือ การทำความสะอาด การเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ในงานบริการ และการทำหัตถการต่างๆ



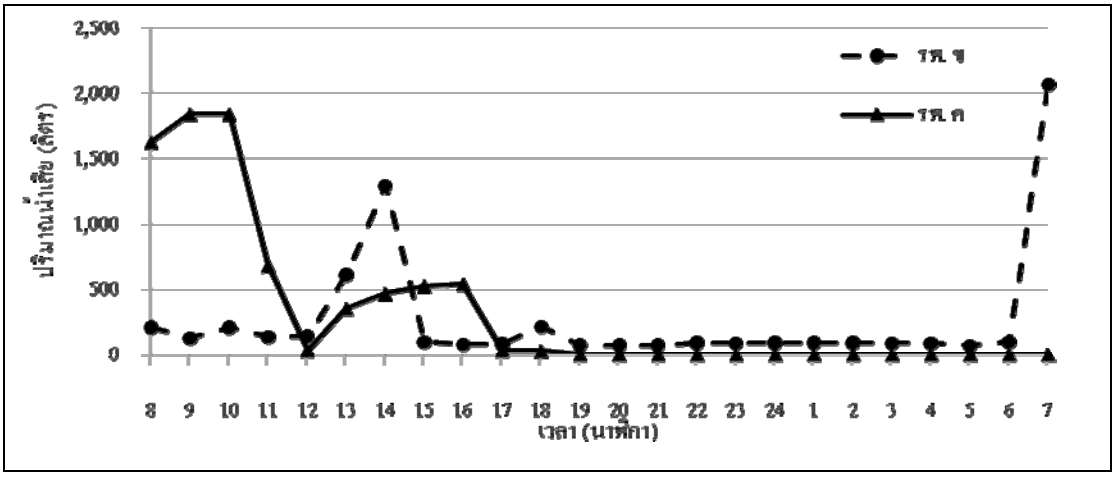
ภาพที่ 3-24 ลักษณะอัตราไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยในในวันทำการ

พบว่า ปริมาณน้ำเสียจากอาคารผู้ป่วยในทั้งหมดเข้าสู่ระบบบำบัดในช่วงวันทำการ โรงพยาบาล ก ข และ ค เท่ากับ 14.4 6.0 และ 11.8 ลบ.ม./วัน เมื่อเปรียบเทียบลักษณะการเปลี่ยนแปลงอัตราไหลของน้ำเสียในช่วงเวลาต่างๆระหว่างโรงพยาบาลทั้ง 3 แห่ง มีความแตกต่างกัน เนื่องจากอาคารผู้ป่วยในเป็นหน่วยบริการที่จัดให้มีการบริการตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ปริมาณ น้ำเสียเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามจำนวนผู้ป่วยที่โรงพยาบาลรับไว้รักษา (admit) ในช่วงเวลาต่างๆและกิจกรรมการให้บริการ ปริมาณน้ำเสียสูงสุดอยู่ในช่วงเวลา 06.00 16.00 และ 05.00 นาฬิกา ปริมาณน้ำเสียสูงสุดและต่ำสุด มีความแตกต่างกันมาก กิจกรรมหลักที่ทำให้เกิดน้ำเสีย คือ การใช้ห้องน้ำห้องส้วม การอาบน้ำ การซักล้าง และการทำหัตถการต่างๆ



ภาพที่ 3-25 ลักษณะอัตราไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดอาคาร โรงครัวโรงพยาบาล ข ในวันทำการ

พบว่า ปริมาณน้ำเสียจากอาคารโรงครัวทั้งหมดเข้าสู่ระบบบำบัดในช่วงวันทำการของโรงพยาบาล ข เท่ากับ 3.7 ลบ.ม./วัน ปริมาณน้ำเสียเพิ่มมากขึ้นในช่วงเวลา 10.00 และ 16.00 นาฬิกา กิจกรรมหลักที่ทำให้เกิดน้ำเสีย คือ การเตรียมอาหาร การปรุงอาหาร และการล้างเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆของโรงครัว



ภาพที่ 3-26 ลักษณะอัตราไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดอาคารซักฟอกโรงพยาบาล ข และ ค ในวันทำการ

พบว่า ปริมาณน้ำเสียจากอาคารซักฟอกทั้งหมดเข้าสู่ระบบบำบัดในช่วงวันทำการของโรงพยาบาล ข และ ค เท่ากับ 6.3 และ 8.0 ลบ.ม./วัน เมื่อเปรียบเทียบลักษณะการเปลี่ยนแปลงอัตราไหลของน้ำเสียในช่วงเวลาต่างๆระหว่างโรงพยาบาลทั้ง 2 แห่งเหมือนกัน คือ กิจกรรมหลักที่ก่อให้เกิดน้ำเสีย คือ การซักล้าง ซึ่งโรงพยาบาลมีการซักล้างด้วยเครื่องอัตโนมัติ วันละ 2 ครั้ง ในช่วงเช้าและช่วงบ่าย สำหรับโรงพยาบาล ข และ ค มีปริมาณน้ำเสียเพิ่มมากขึ้น อยู่ในช่วงเวลา 07.00 14.00 และ 09.00-10.00 14.00-16.00 นาฬิกา ทำให้ปริมาณน้ำเสียสูงสุดและต่ำสุดแตกต่างกันมาก

3.1.3.3 ประสิทธิภาพการทำงานของระบบ

ข้อมูลอัตราไหลของน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดต่างๆ สามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัดเบื้องต้น โดยคำนวณระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย (HRT) เปรียบเทียบกับค่าการออกแบบของระบบบำบัด ดังตารางที่ 3–13

ตารางที่ 3-13 ประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล ข

ระบบบำบัด	ปริมาตร (ลบ.ม.)	อัตราไหล (ลบ.ม./วัน)		ระยะเก็บกัก (ชม.)		ค่าการออกแบบระยะเก็บกัก* (ชม.)
		วันทำการ	วันหยุด	วันทำการ	วันหยุด	
อาคารผู้ป่วยนอก 1						
- ถังเกรอะ	2.56	1.52	2.45	40.42	25.08	ไม่น้อยกว่า 12
- ถังเติมอากาศ	2.56	1.52	2.45	40.42	25.08	ไม่น้อยกว่า 12
- ถังตกตะกอน	1.28	1.52	2.45	20.21	12.45	ไม่น้อยกว่า 2
อาคารผู้ป่วยนอก 2						
- ถังเกรอะ	2.56	5.42	13.97	11.34	4.40	ไม่น้อยกว่า 12
- ถังเติมอากาศ	2.56	5.42	13.97	11.34	4.40	ไม่น้อยกว่า 12
- ถังตกตะกอน	1.28	5.42	13.97	5.67	2.20	ไม่น้อยกว่า 2
อาคารผู้ป่วยใน						
- ถังเกรอะ	8.28	6.01	4.65	33.06	42.74	ไม่น้อยกว่า 12
- ถังเติมอากาศ	8.28	6.01	4.65	33.06	42.74	ไม่น้อยกว่า 12
- ถังตกตะกอน	2.16	6.01	4.65	8.63	11.15	ไม่น้อยกว่า 2
อาคารโรงครัว						
- ถังเกรอะ	2.88	3.71	0.63	18.63	109.71	ไม่น้อยกว่า 12
- ถังเติมอากาศ	2.88	3.71	0.63	18.63	109.71	ไม่น้อยกว่า 12
- ถังตกตะกอน	1.44	3.71	0.63	9.32	54.86	ไม่น้อยกว่า 2
อาคารซักฟอก						
- ถังเกรอะ	5.13	6.28	3.86	19.59	31.87	ไม่น้อยกว่า 16
- ถังกรองไร้อากาศ	2.07	6.28	3.86	7.92	12.89	ไม่น้อยกว่า 6

*โรงพยาบาลรัตภูมิจังหวัดสงขลา (2545)

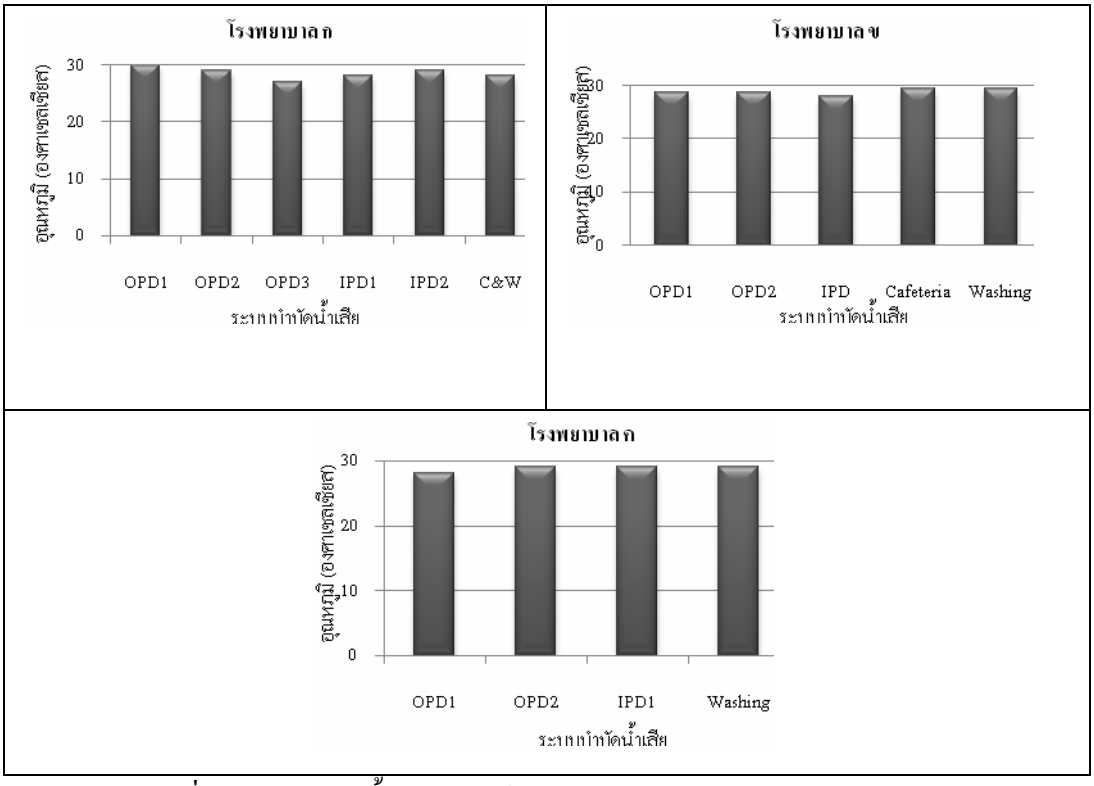
จากข้อมูลโรงพยาบาล ข พบว่า ระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยนอก 2 มีปริมาณน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดเกินค่าการออกแบบของระบบ เนื่องจากอัตราไหลของน้ำเสียที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียน้อยกว่าค่าการออกแบบของระบบที่กำหนดไว้ คือ ไม่น้อยกว่า 12 ชั่วโมง สำหรับถังเกรอะและถังเติมอากาศ แต่ค่าที่คำนวณได้ เท่ากับ 11 ชั่วโมงในวันทำการ และ 4 ชั่วโมงในวันหยุดซึ่งน้อยกว่า ทั้งนี้ผู้ควบคุมระบบต้องนำข้อมูลด้านอื่นมาพิจารณาร่วมด้วย เช่น อัตราภาระบรรทุก พารามิเตอร์ที่ควบคุมระบบและผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง เป็นต้น

3.1.3.4 ลักษณะสมบัติน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัด

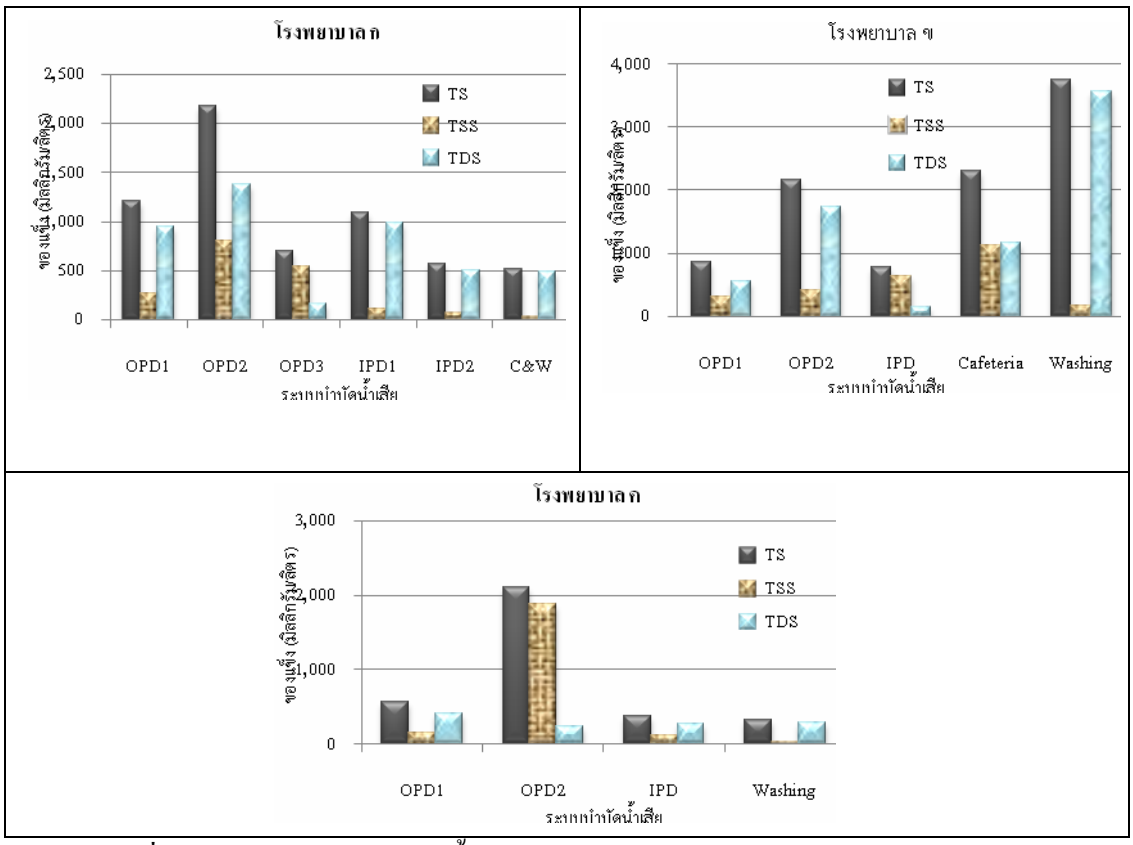
ผลการเก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัด เพื่อวิเคราะห์ลักษณะสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ น้ำเสียจากโรงพยาบาลชุมชนกรณีศึกษาทั้ง 3 แห่ง แยกตามระบบบำบัดน้ำเสียจากอาคารแต่ละประเภท ดังนี้

1) ลักษณะสมบัติทางกายภาพ

ลักษณะทางกายภาพของน้ำเสีย มักพิจารณาจาก ของแข็ง กลิ่น สี และอุณหภูมิ (สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์ และคณะ, 2540) จากการสังเกตลักษณะทางกายภาพตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัด พบว่า ลักษณะน้ำเสียจากอาคารผู้ป่วยนอกและผู้ป่วยในเหมือนกัน คือ มีความขุ่นมาก มีตะกอนจมตัวมาก สีเหลืองอ่อนจนถึงสีดำ และมีกลิ่น ลักษณะน้ำเสียจากอาคารโรงครัว พบว่า มีชั้นของไขมันอยู่บริเวณผิวน้ำสีเหลืองอ่อน ส่วนน้ำด้านล่างขุ่นเล็กน้อย มีส่วนประกอบของเศษอาหาร และมีกลิ่นเล็กน้อย ลักษณะน้ำเสียจากอาคารซักฟอก พบว่า น้ำเสียใสมาก เกิดฟอง และมีกลิ่นน้ำยาฆ่าเชื้อ ลักษณะมลพิษทางกายภาพของน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัด ดังภาพที่ 3-27 และ 3-28



ภาพที่ 3-27 อุณหภูมิน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดของโรงพยาบาลกรณีศึกษา



ภาพที่ 3-28 ปริมาณของแข็งในน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดของโรงพยาบาลกรณีศึกษา

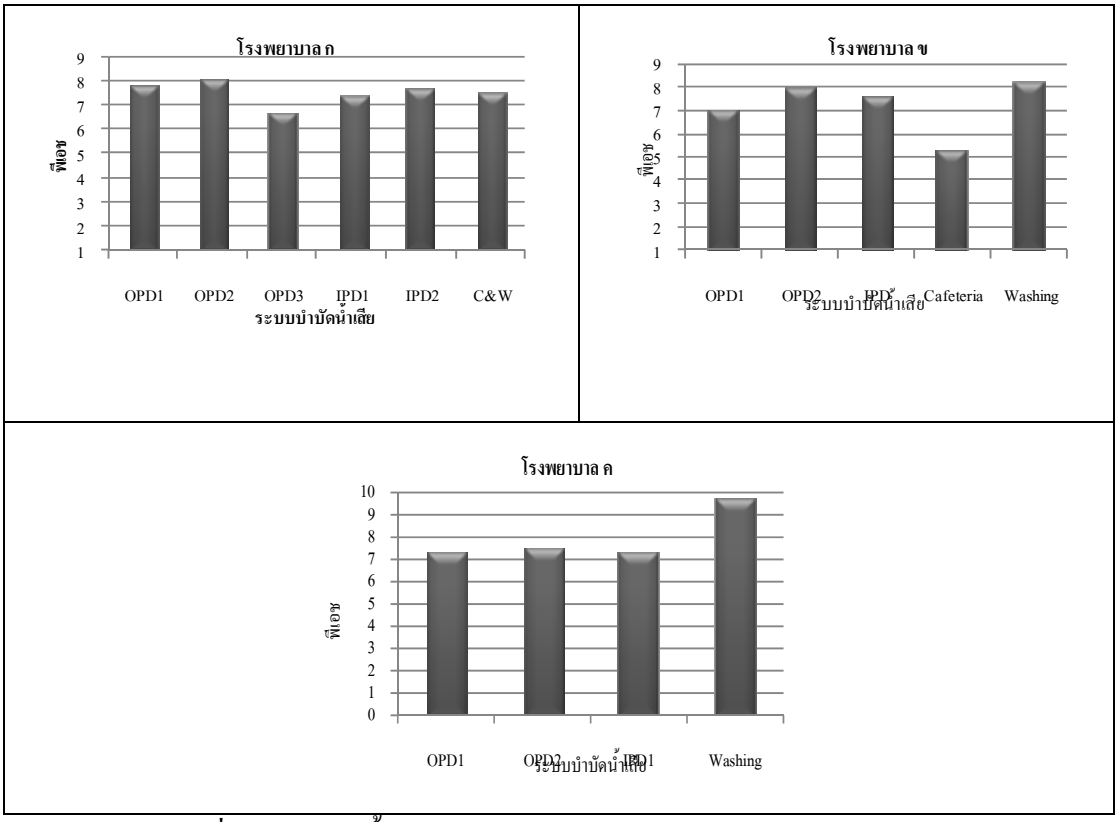
พบว่า ลักษณะสมบัติทางกายภาพของน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดของโรงพยาบาล อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วง 27-30 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 25-35 องศาเซลเซียส (Metcalf & Eddy, 2004) ปริมาณ TS TSS และ TDS ในน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดแต่ละประเภทมีความแตกต่างกันมาก ดังนี้ TS อยู่ในช่วง 316-3,745 มก./ล. ค่าสูงสุด คือ น้ำเสียจากอาคารซักฟอก TSS อยู่ในช่วง 26-1,875 มก./ล. ค่าสูงสุด คือ น้ำเสียจากอาคารผู้ป่วยนอก และ TDS อยู่ในช่วง 157-3,574 มก./ล. ค่าสูงสุด คือ น้ำเสียจากอาคารซักฟอก เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ TSS น้ำเสียจากโรงพยาบาลศรีสังวาลย์ (2540) และ Jolbois และ Guerbet (2005) มีค่าประมาณ 36.0-214.0 และ 231.25 มก./ล. พบว่า มีความแตกต่างกันมาก แต่อยู่ในช่วงที่วิเคราะห์ผลได้เช่นเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากการเก็บตัวอย่างวิเคราะห์แตกต่างกันตามประเภทอาคารต่างๆ

2) ลักษณะสมบัติทางเคมี

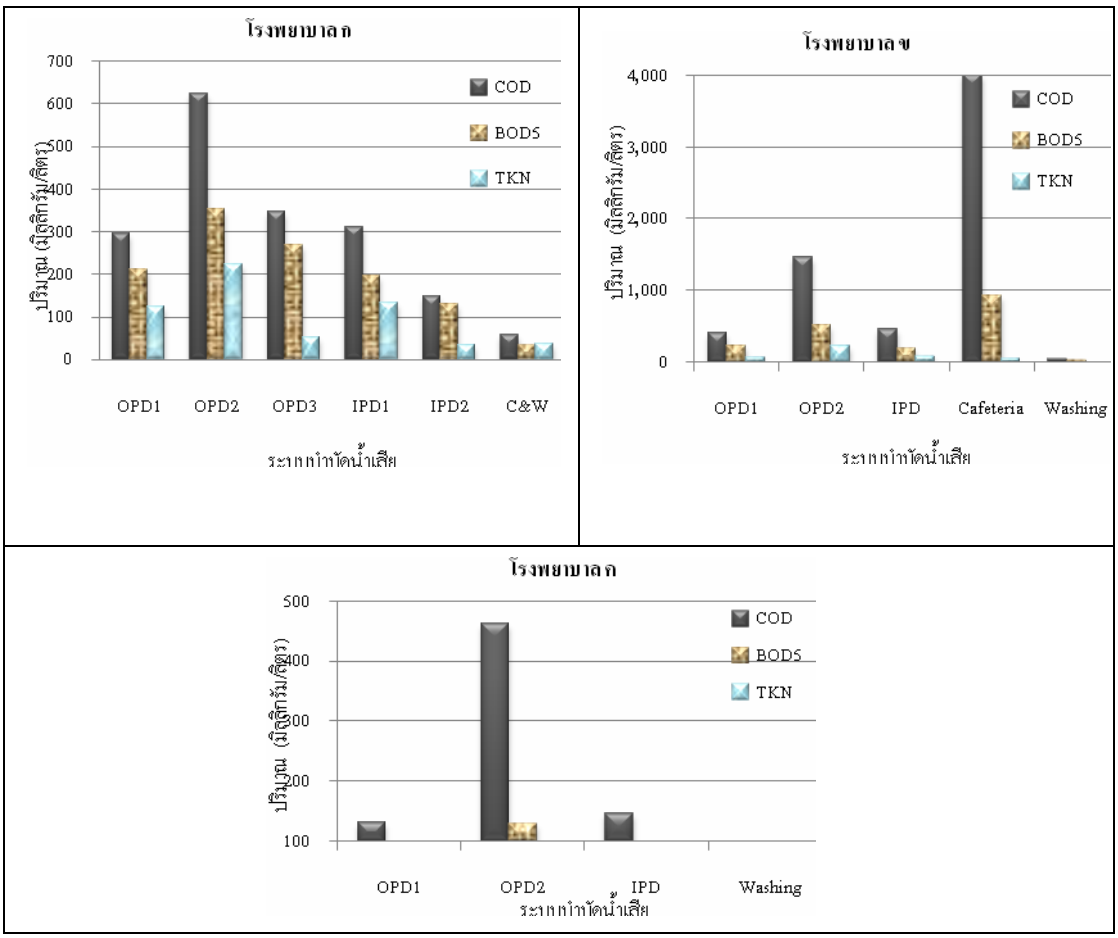
ลักษณะทางเคมีของน้ำเสียสามารถจำแนกออกเป็นสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ น้ำที่มีการปนเปื้อนสารมลพิษ จึงทำให้ลักษณะทางเคมีของน้ำเปลี่ยนไป คือ มีปริมาณของสารมลพิษหรือสารเคมีเพิ่มขึ้นจนอาจมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหากปล่อยทิ้งโดยตรง ปริมาณของสารเคมีในน้ำเสียจึงถูกกำหนดเป็นตัวชี้วัดคุณภาพน้ำ พารามิเตอร์ที่ใช้เป็น

ตัวชี้วัดสภาวะน้ำเสีย ได้แก่ BOD_5 และ COD มีค่าประมาณ 242.25 และ 628.10 มก./ล. (Jolbois and Guerbet, 2005)

ลักษณะทางเคมีของน้ำเสียยังมีผลต่อระบบบำบัดที่ใช้ โดยเฉพาะระบบบำบัดทางชีวภาพ ปัจจัยที่สำคัญได้แก่ พีเอช สารอินทรีย์ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ เหล็ก และออกซิเจน เป็นต้น รวมถึงสารเคมีที่เป็นพิษ เช่น โลหะหนัก น้ำยาฆ่าเชื้อ ลักษณะทางเคมีของน้ำเสียมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพการบำบัดเป็นอย่างมาก เนื่องจุลินทรีย์แต่ละชนิดต้องการสภาวะที่เหมาะสมแตกต่างกัน โดยเฉพาะน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมอาจต้องมีการปรับสภาพลักษณะทางเคมีของน้ำเสียให้เหมาะสมกับจุลินทรีย์ก่อนปล่อยเข้าสู่ระบบบำบัด แต่น้ำเสียจากโรงพยาบาลจะมีธาตุอาหารเพียงพอกับความต้องการของจุลินทรีย์ (Metcalf & Eddy, 2004) ธาตุอาหารที่เหมาะสมในรูปของ BOD_5:N:P ได้กำหนดสัดส่วนเท่ากับ 100:5:1 (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2543) พบว่า สัดส่วน BOD_5 ต่อ N ในรูปของ TKN น้ำเสียจากอาคารผู้ป่วยนอก ผู้ป่วยใน โรงครัว และซักฟอก ของโรงพยาบาลทั้ง 3 แห่ง อยู่ในช่วง 8-11:5 7-11:5 101-114:5 และ 40-80:5 ตามลำดับ น้ำเสียจากอาคารโรงครัวมีธาตุอาหารที่เหมาะสมกับการทำงานของจุลินทรีย์ ส่วนน้ำเสียจากอาคารอื่นๆ มีสัดส่วนของไนโตรเจนสูงเมื่อเปรียบเทียบกับค่าบีโอดี$_5$ ลักษณะมลพิษทางเคมีน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัด ดังภาพที่ 3-29



ภาพที่ 3-29 พีเอชน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดของโรงพยาบาลกรณีศึกษา



ภาพที่ 3-30 ปริมาณมลพิษในรูปของ COD BOD_5 และ TKN ในน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดของโรงพยาบาลกรณีศึกษา

พบว่า

ค่าพีเอชของน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัด อยู่ในช่วง 5.3-9.8 น้ำเสียจากโรงครัวมีค่าพีเอชต่ำ (5.3-6.8) และน้ำเสียจากอาคารซักฟอกมีค่าพีเอชสูง (8.2-9.8) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าพีเอชที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 6.5-8.5 (Metcalf & Eddy, 2004) ทั้งนี้เนื่องจากน้ำเสียจากโรงครัวมีส่วนประกอบของไขมันสูงทำให้เกิดกรดมากส่งผลให้พีเอชต่ำ ส่วนอาคารซักฟอกเกิดจากมีการใช้ผงซักฟอกและน้ำยาขจัดคราบสกปรกทำให้พีเอชสูง

ค่าความสกปรกในรูปของ COD และ BOD_5 อยู่ในช่วง 45-4,023 และ 18-1,212 มก./ล. พบว่า น้ำเสียจากอาคารซักฟอกมีค่าความค่าความสกปรกต่ำที่สุด (45-49 18-31 มก./ล.) และอาคารโรงครัวมีค่าความสกปรกสูงที่สุด (1,254-4,023 929-1,212 มก./ล.) เนื่องจากมีส่วนประกอบของน้ำมันและไขมันสูงอยู่ในช่วง 2,738-2,967 มก./ล.

ค่าความสกปรกในรูปของ TKN อยู่ในช่วง 1–234 มก./ล. พบว่า น้ำเสียจากอาคารซักฟอกมีปริมาณต่ำ (1-4 มก./ล.) และอาคารผู้ป่วยนอกมีปริมาณสูงที่สุด (39-234 มก./ล.)

จากข้อมูล พบว่า น้ำเสียจากอาคารต่างๆภายโรงพยาบาลมีค่าความสกปรกต่ำ ยกเว้นน้ำเสียจากอาคารโรงครัว โดยเฉพาะน้ำเสียจากอาคารซักฟอกมีลักษณะสมบัติทางเคมีไม่เหมาะสมสำหรับระบบบำบัดทางชีวภาพ เนื่องจากมีค่าพีเอชสูงและมีธาตุอาหารน้อยมาก เช่นเดียวกับการศึกษาของ Ahmad และ EL-Dessouky (2008) พบว่า ลักษณะสมบัติน้ำเสียจากการซักล้างมีพีเอช เท่ากับ 9.14 และมีโซเดียม ฟอสเฟต โบรอน สารลดแรงตึงผิวสูง จึงต้องมีการปรับปรุงลักษณะสมบัติให้เหมาะสมก่อนปล่อยลงสู่ระบบบำบัด ลักษณะสมบัติทางเคมีของน้ำเสียมีผลสำคัญต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ หากไม่เหมาะสมจะส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัดลดลงหรือล้มเหลว โดยเฉพาะระบบบำบัดแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ หากมีสภาวะไม่เหมาะสม เช่น ค่าพีเอชต่ำหรือสูงเกินไป ค่าความสกปรกในรูปของบีโอดี,ต่ำ ธาตุอาหารน้อย จะทำให้ตะกอนจุลินทรีย์เกิดขึ้นน้อยส่งผลให้ประสิทธิภาพการบำบัดลดลง

3) ลักษณะสมบัติทางชีวภาพ

ลักษณะสมบัติทางชีวภาพที่สำคัญของน้ำเสีย คือ จุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสีย จำแนกออกเป็น 4 ประเภท คือ แบคทีเรีย ไวรัส โปรโตซัว และพยาธิ (สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์ และคณะ, 2540) ที่สำคัญคือจุลินทรีย์ที่ก่อโรค ข้อมูลลักษณะสมบัติทางชีวภาพ ทำให้ทราบว่า น้ำเสียมีความเสี่ยงต่อการแพร่กระจายเชื้อก่อโรคสู่สิ่งแวดล้อมและมนุษย์หรือไม่ และการเลือกใช้กระบวนการฆ่าเชื้อโรคที่มีประสิทธิภาพ จึงได้มีการกำหนดตัวชี้วัดที่ใช้ในการแสดงคุณภาพน้ำที่นิยมใช้ คือ ปริมาณของแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มเพราะเป็นวิธีการที่ได้รับการยอมรับและเป็นวิธีมาตรฐาน (สุบัณฑิต นิ่มรัตน์, 2548: 63)

ปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมดและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำเสียจากโรงพยาบาล เท่ากับ 1.7×10^{9} และ 3.5×10^{8} MPN/100 มล. (โรงพยาบาลศรีสังวาล, 2540) และกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยการเติมคลอรีนเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมเป็นที่นิยมมากที่สุดในปัจจุบันนี้ (Okun and Ponghis, 1975) ผลการวิเคราะห์โคลิฟอร์มทั้งหมดและฟีคัลโคลิฟอร์มน้ำเสียโรงพยาบาลก่อนเข้าระบบบำบัด ดังตารางที่ 3-14

ตารางที่ 3-14 ปริมาณโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์มในน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดโรงพยาบาลทั้ง 3 แห่ง

ระบบบำบัด	ลักษณะสมบัติทางชีวภาพ	
	โคลิฟอร์มทั้งหมด (MPN/100 มล.)	ฟีคัลโคลิฟอร์ม (MPN/100 มล.)
	ช่วง	ช่วง
อาคารผู้ป่วยนอก	5.4×10^3 - $>1.6 \times 10^9$	5.4×10^3 - $>1.6 \times 10^9$
อาคารผู้ป่วยใน	4.9×10^4 - $>1.6 \times 10^9$	4.9×10^4 - 1.6×10^9
อาคารโรงครัว	4.6×10^5	1.1×10^5
อาคารซักฟอก	<1.8 - 34	<1.8 - 34

พบว่า น้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดมีปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมดและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียมากที่สุด คือ น้ำเสียจากอาคารผู้ป่วยนอกและอาคารผู้ป่วยใน อยู่ในช่วง 5.4×10^3 - $>1.6 \times 10^9$ และ 5.4×10^3 - 1.6×10^9 MPN/100 มล. ส่วนน้ำเสียจากอาคารซักฟอกพบปริมาณน้อยที่สุด อยู่ในช่วง <18-34 MPN/100 มล. เนื่องจากน้ำเสียจากอาคารซักฟอกมีผงซักฟอกและสารขจัดคราบสกปรก ซึ่งมีฤทธิ์ฆ่าจุลินทรีย์ และปริมาณของจุลินทรีย์ยังมีผลต่อประสิทธิภาพการใช้สารเคมีในการฆ่าเชื้อโรค พบว่า ปริมาณคลอรีนตกค้างน้อยที่สุดในการฆ่าเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดอย่างมีประสิทธิภาพร้อยละ 100 ที่ปริมาณเริ่มต้น 10^5 10^6 10^7 และ 10^8 CFU/100 มล. เท่ากับ 1.02 2.50 2.91 และ 8.35 มก./ล. แสดงว่าปริมาณจุลินทรีย์ที่เพิ่มมากขึ้นต้องใช้สารเคมีในการฆ่าเชื้อเพิ่มขึ้นด้วย (นภนีรา แสงสุริยะ, 2541)

ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าน้ำเสียจากโรงพยาบาลมีความเสี่ยงสูงต่อการแพร่กระจายเชื้อก่อโรค โดยเฉพาะน้ำเสียจากอาคารผู้ป่วยนอกและอาคารผู้ป่วยในหากไม่มีการบำบัดที่ถูกต้องด้วยกระบวนการฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพ ลักษณะสมบัติของน้ำเสียทำให้ทราบถึงปริมาณของมลพิษที่ปนเปื้อนในน้ำเสียต่อปริมาตรตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์ แต่ไม่สามารถบอกถึงปริมาณมลพิษทั้งหมดที่ระบบบำบัดต้องรองรับ ดังนั้นจึงต้องคำนวณหาอัตราภาระบรรทุกของมลพิษดังกล่าว

4) ภาระบรรทุก

น้ำเสียที่ไหลเข้าสู่ระบบบำบัดจะมีปริมาณมลพิษแตกต่างตามแหล่งกำเนิดของน้ำเสีย ซึ่งสามารถคำนวณหาปริมาณมลพิษทั้งหมดในรูปของภาระบรรทุก (loading) ที่ระบบบำบัดต้องรองรับ คือ ปริมาณ (น้ำหนัก: กก.) ของมลพิษที่เข้าระบบบำบัดในช่วงเวลาหนึ่ง ได้จากปริมาณมลพิษคูณด้วยอัตราไหลของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบัดน้ำเสียต่อเวลา (วัน) ซึ่งระบบบำบัดแต่

ละระบบสามารถรองรับภาระบรรทุกของมลพิษได้แตกต่างกันขึ้นกับค่าการออกแบบของระบบที่กำหนดไว้ คือ อัตราภาระบรรทุก (loading rate) ระบบบำบัดที่กำหนดค่าอัตราภาระบรรทุกมากแสดงว่าระบบบำบัดนั้นสามารถรองรับน้ำเสียที่มีปริมาณมลพิษได้มากเช่นกัน ดังนั้นอัตราภาระบรรทุกของมลพิษจึงถูกกำหนดให้ใช้เป็นค่าการออกแบบของระบบบำบัดน้ำเสีย สำหรับภาระบรรทุกของมลพิษน้ำเสียจากโรงพยาบาลเข้าสู่ระบบบำบัดต่างๆ แสดงดังตารางที่ 3-15 สูตรคำนวณ (สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2545) คือ

$$L = Q \times S$$

เมื่อ L = ภาระบรรทุก (กก./วัน)

Q = อัตราไหล (ลบ.ม./วัน)

S = ความเข้มข้นของมลพิษในน้ำเสีย (กก./ลบ.ม.)

ตารางที่ 3-15 ภาระบรรทุกของมลพิษในน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดโรงพยาบาลทั้ง 3 แห่ง

โรงพยาบาล	ระบบบำบัด	ภาระบรรทุก (กก./วัน)				
		TSS	**TDS**	**COD**	**BOD_5**	**TKN**
ก	อาคารผู้ป่วยนอก 1	1.57	5.63	1.77	1.26	0.73
	อาคารผู้ป่วยนอก 2	0.45	0.77	0.35	0.20	0.13
	อาคารผู้ป่วยนอก 3	1.31	0.38	0.84	0.65	0.12
	อาคารผู้ป่วยใน 1	1.37	12.16	3.87	2.42	1.66
	อาคารผู้ป่วยใน 2	0.13	1.00	0.30	0.26	0.07
	อาคารโรงครัวและซักฟอก	0.15	2.47	0.30	0.17	0.19
	รวม	**4.98**	**22.41**	**7.43**	**4.96**	**2.9**
ข	อาคารผู้ป่วยนอก 1	0.76	1.36	1.01	0.58	0.21
	อาคารผู้ป่วยนอก 2	2.24	9.46	7.95	2.79	1.27
	อาคารผู้ใน	3.82	0.86	2.80	1.12	0.47
	อาคารโรงครัว	4.19	4.34	14.93	3.45	0.20
	อาคารซักฟอก	1.07	22.45	0.31	0.19	0.01
	รวม	**12.08**	**38.47**	**27.00**	**8.13**	**2.12**
ค	อาคารผู้ป่วยนอก 1	0.91	2.29	0.76	0.37	0.22
	อาคารผู้ป่วยนอก 2	2.68	0.33	0.66	0.18	0.14
	อาคารผู้ป่วยใน	1.38	3.08	1.72	0.69	0.30
	อาคารซักฟอก	0.20	2.31	0.36	0.14	0.03
	รวม	**5.17**	**8.01**	**3.50**	**1.38**	**0.69**

พบว่า ภาระบรรทุกน้ำเสียในรูปของ TSS TDS COD BOD_5 และ TKN เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลชุมชนทั้ง 3 แห่ง อยู่ในช่วง 0.13-4.19 0.33-22.45 0.31-14.93 0.14-3.45 และ 0.01-1.66 กก./วัน น้ำเสียจากอาคารโรงครัวมีภาระบรรทุกของมลพิษสูงที่สุด รองลงมา คือ อาคารผู้ป่วยนอก อาคารผู้ป่วยใน และอาคารซักฟอก ตามลำดับ

การกำหนดค่าการออกแบบ สำหรับระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจนสามารถรองรับอัตราภาระบรรทุกได้ 3.2-32 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน และ 0.5-3.2 กก.บีโอดี$_5$/ลบ.ม.-วัน ระบบบำบัดแบบใช้ออกซิเจน ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ แบบกวนสมบูรณ์ (complete-mix) อยู่ในช่วง 0.3-1.6 กก.บีโอดี$_5$/ลบ.ม.-วัน (Metcalf & Eddy, 2004) และ 0.8 กก.บีโอดี$_5$/ลบ.ม.-วัน ในโครงการ “งานบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลรัตภูมิ จังหวัดสงขลา” โรงพยาบาลรัตภูมิ (2545)

จากข้อมูลภาระบรรทุก สามารถนำมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย โดยเปรียบเทียบกับค่าการออกแบบของระบบ ดังนี้ ค่าการออกแบบกำหนดให้ การบำบัดสารอินทรีย์ในรูปของ BOD_5 ของถังเกรอะเท่ากับร้อยละ 40 และอัตราภาระบรรทุกของถังเติมอากาศอยู่ในช่วง 0.8 กก.บีโอดี$_5$/ลบ.ม.-วัน ผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 3-16

ตารางที่ 3-16 ประสิทธิภาพของระบบบำบัดจากการวิเคราะห์ภาระบรรทุกในรูปของ BOD_5

ระบบบำบัด	ปริมาตรถังเติมอากาศ (ลบ.ม.)	ภาระบรรทุกในรูปของ BOD_5 (กก./วัน)		
		น้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัด	น้ำเสียจากถังเกรอะ	ค่าการออกแบบถังเติมอากาศ
รพ. ก				
อาคารผู้ป่วยนอก 1	8.28	1.26	0.76	6.62
อาคารผู้ป่วยนอก 2	2.56	0.2	0.12	2.05
อาคารผู้ป่วยนอก 3	2.56	0.65	0.39	2.05
อาคารผู้ป่วยใน 1	8.28	2.42	1.45	6.62
อาคารผู้ป่วยใน 2	8.28	0.26	0.16	6.62
อาคารโรงครัวและซักฟอก	2.56	0.17	0.10	2.05
รพ. ข				
อาคารผู้ป่วยนอก 1	2.56	0.58	0.35	2.05
อาคารผู้ป่วยนอก 2	2.56	2.79	1.67	2.05
อาคารผู้ใน	8.28	1.12	0.67	6.62
อาคารโรงครัว	2.88	3.45	2.07	2.30
รพ. ค				
อาคารผู้ป่วยนอก 1	8.28	0.37	0.22	6.62
อาคารผู้ป่วยนอก 2	2.56	0.18	0.11	2.05
อาคารผู้ป่วยใน	8.28	0.69	0.41	6.62

จากผลการวิเคราะห์ ค่าการออกแบบของระบบบำบัดโดยใช้อัตราภาระบรรทุก พบว่า ระบบบำบัดน้ำเสียทั้งหมดของโรงพยาบาลชุมชนกรณีศึกษาทั้ง 3 แห่ง สามารถรองรับภาระบรรทุกในรูปของ BOD_5 ได้อีก ทั้งนี้ประสิทธิภาพการบำบัดต้องพิจารณาร่วมกับปัจจัยอื่นๆ ที่สำคัญ เช่น อัตราไหลของน้ำเสีย ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย การควบคุมระบบ และคุณภาพน้ำทิ้งจากระบบบำบัด

5) ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสียแยกตามอาคารประเภทต่างๆ ของโรงพยาบาลทั้ง 3 แห่ง ทำให้ทราบประสิทธิภาพการบำบัดมลพิษในน้ำเสีย และสามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาพิจารณาวางแผนดำเนินงานควบคุมระบบ ดังตารางที่ 3-17

ตารางที่ 3-17 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งของโรงพยาบาลชุมชนกรณีศึกษาทั้ง 3 แห่ง

พารามิเตอร์	เกณฑ์มาตรฐาน*	ระบบบำบัด														
		โรงพยาบาล ก						โรงพยาบาล ข					โรงพยาบาล ค			
		OPD1	**OPD2**	**OPD3**	**IPD1**	**IPD2**	**C&W**	**OPD1**	**OPD2**	**IPD1**	**C**	**W**	**OPD1**	**OPD2**	**IPD**	**W**
pH	5-9	7.3	7.3	6.7	7.7	7.2	7.3	7.3	7.0	7.2	6.9	8.2	7.2	7.6	7.3	**9.1**
BOD_5	20	**75.0**	12.4	18.9	**40.9**	**111.6**	**34.5**	**101.0**	**29.3**	**70.7**	**140.1**	77.3	11.6	11.4	4.6	15.2
TKN	35	**68.6**	33.0	10.9	**78.4**	**37.0**	**42.3**	**70.0**	**86.5**	**74.3**	**52.6**	11.3	16.2	**42.6**	19.3	4.8
TSS	30	28.7	17.3	17.3	**65.4**	**364.0**	**32.0**	**121.0**	24.0	**35.5**	**91.0**	22.0	10.4	28.5	10.7	10.4
TDS	500	740.3	408.7	296.7	**585.6**	382.0	**522.0**	49.3.0	**670.0**	500.5	481.0	372.0	282.6	239.5	277.5	**709.1**
Oil & Grease	20	-	-	-	-	-	**21.8**	-	-	-	13.5	-	-	-	-	-
TCB	5,000	**$>1.6x10^6$**	**$>1.6x10^6$**	**$>1.6x10^6$**	**$>1.6x10^6$**	**$>1.6x10^6$**	**$>1.6x10^6$**	**$>1.6x10^6$**	**$>1.6x10^6$**	**$>1.6x10^6$**	45	**$>1.6x10^6$**	<1.8	**$1.6x10^5$**	<1.8	**$2.2x10^3$**
FBC	1,000	**$>1.6x10^6$**	**$>1.6x10^6$**	**$>1.6x10^6$**	**$>1.6x10^6$**	**$>1.6x10^6$**	**$>1.6x10^6$**	**$>1.6x10^6$**	**$>1.6x10^6$**	**$>1.6x10^6$**	45	**$>1.6x10^6$**	<1.8	**$1.6x10^5$**	<1.8	**$2.2x10^3$**

หมายเหตุ หน่วยทั้งหมด คือ มก./ล. ยกเว้น TCB และ FCB หน่วยเป็น PMN/100 มล. และตัวหนา คือ ค่าพารามิเตอร์ที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด

* กำหนดเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งให้ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุม การระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ลงวันที่ 7 พฤศจิกายน 2548 ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 122 ตอนที่ 125ง วันที่ 29 ธันวาคม 2548

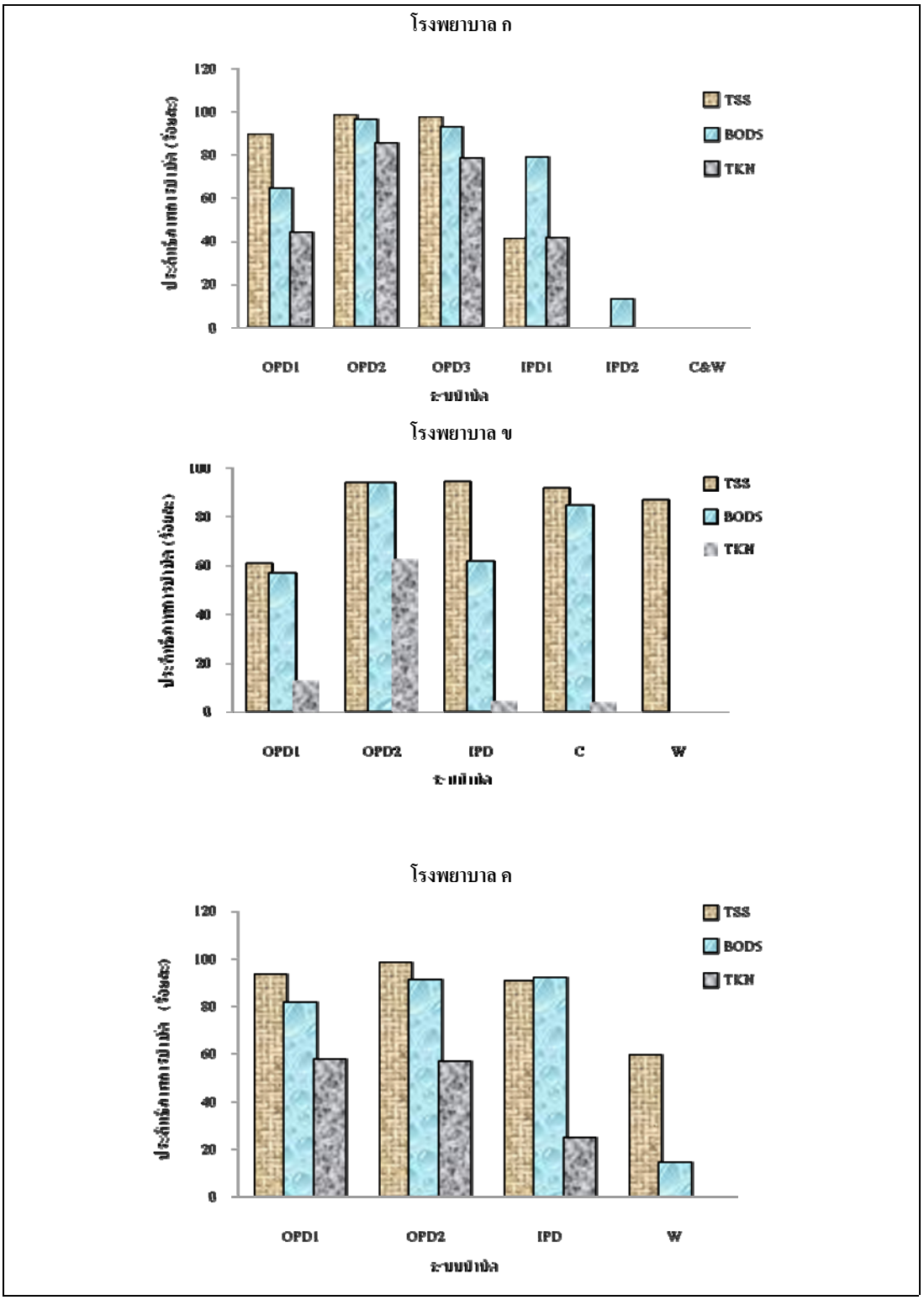
OPD คือ ระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยนอก IPD คือ ระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยใน C คือ ระบบบำบัดอาคารโรงครัว และ W คือ ระบบบำบัดอาคารซักฟอก

จากข้อมูลผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งโรงพยาบาลชุมชนกรณีศึกษาทั้ง 3 แห่ง พบว่า โรงพยาบาล ก และ ข คุณภาพน้ำทิ้งส่วนใหญ่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่สำคัญ ได้แก่ BOD_5 TKN TSS TCB และ FCB ส่วนโรงพยาบาล ค คุณภาพน้ำทิ้งส่วนใหญ่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เนื่องจากในระหว่างดำเนินการศึกษาวิจัย โรงพยาบาล ค ได้ดำเนินการปรับปรุงระบบบำบัดใหม่ทั้งหมด ส่งผลให้คุณภาพน้ำทิ้งส่วนใหญ่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มีเพียงพารามิเตอร์บางตัวเท่านั้นที่ต้องดำเนินการควบคุมติดตามเป็นพิเศษ ได้แก่ pH และกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนของระบบบำบัดอาคารซักฟอก

ดังจะเห็นได้ว่า คุณภาพน้ำทิ้งจากระบบบำบัดของโรงพยาบาล ก และ ข ส่วนใหญ่ยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน แสดงว่าเกิดปัญหาในการจัดการระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อค้นหาสาเหตุของปัญหาที่แท้จริง ซึ่งสาเหตุของปัญหาอาจมาจากสาเหตุปัญหาหลักสำคัญเพียงอย่างเดียวหรือมีสาเหตุย่อยหลายสาเหตุ ดังนั้นผู้ควบคุมระบบควรนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ประสิทธิภาพการบำบัดในภาพรวมของระบบบำบัดร่วมกับปัจจัยอื่นๆ เช่น อัตราไหลของน้ำเสีย ลักษณะสมบัติของน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัด การควบคุมระบบ และค่าการออกแบบของระบบ เป็นต้น

6) ประสิทธิภาพการบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสีย

ข้อมูลผลการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดและน้ำทิ้งจากระบบบำบัด ซึ่งได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างในวันและเวลาเดียวกัน นำมาวิเคราะห์ เพื่อหาประสิทธิภาพการบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสียและใช้เป็นข้อมูลประกอบการวางแผนการจัดการน้ำเสีย ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการบำบัดมลพิษของน้ำเสียในรูปของ BOD_5 TKN และ TSS แสดงดังภาพที่ 3-31 สำหรับโรงพยาบาล ค ได้มีการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียก่อนการเก็บตัวอย่าง



ภาพที่ 3-31 ประสิทธิภาพการบำบัด TSS BOD_5 และ TKN ระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลทั้ง 3 แห่ง

หมายเหตุ OPD คือ ระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยนอก IPD คือ ระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยใน C คือ ระบบบำบัดอาคารโรงครัว W คือ ระบบบำบัดอาคารซักฟอก

ประสิทธิภาพการบำบัดมลพิษในน้ำเสียของระบบบำบัดโรงพยาบาลทั้ง 3 แห่งในรูปของ TSS BOD_5 และ TKN พบว่า โรงพยาบาล ก อยู่ในช่วงร้อยละ 0-97.8 0-96.5 และ 0-85.3 โรงพยาบาล ข อยู่ในช่วงร้อยละ 61.0-94.4 0-94.3 และ 0-62.9 และโรงพยาบาล ค อยู่ในช่วงร้อยละ 59.4-98.5 14.3-92.2 และ 0-58.0 ตามลำดับ เมื่อนำข้อมูลประสิทธิภาพการบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสียเปรียบเทียบกับค่าการออกแบบของระบบบำบัดน้ำเสีย พบว่า ระบบบำบัดน้ำเสียส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพการบำบัดต่ำกว่าค่าการออกแบบของระบบ โดยเฉพาะระบบบำบัดบัดน้ำเสียอาคารซักฟอกมีประสิทธิภาพต่ำมาก ทั้งนี้จะต้องนำข้อมูลลักษณะสมบัติของน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดมาพิจารณาร่วมด้วย ซึ่งสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (2540) กำหนดประสิทธิภาพการบำบัด BOD_5 ระบบบำบัดแบบไร้อากาศอยู่ในช่วงร้อยละ 30-60 ระบบบำบัดแบบใช้ออกซิเจนแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์อยู่ในช่วงร้อยละ 85-95 และร้อยละ 25-100 (Metcalf & Eddy, 2004) ผู้ควบคุมระบบจะต้องค้นหาสาเหตุของปัญหาที่ทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดลดลง ซึ่งสามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการจัดทำแนวทางการจัดการน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพต่อไป

3.1.4 สรุปสาเหตุของปัญหาจากการเก็บรวบรวมข้อมูลของโรงพยาบาลกรณีศึกษา

ผู้ศึกษาวิจัยนำผลการดำเนินงานจากแบบสอบถาม แบบตรวจสอบระบบบำบัด การสำรวจ และวิเคราะห์ตัวอย่าง มาสรุปสาเหตุของปัญหาดานการจัดการน้ำเสียแบ่งกลุ่มของสาเหตุปัญหาได้ 5 กลุ่ม ได้แก่ ด้านนโยบาย ด้านปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสีย ด้านระบบรวบรวมน้ำเสีย ด้านระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ และด้านการควบคุมระบบ พร้อมทั้งนำเสนอให้กับคณะทีมงานในกิจกรรมการระดมสมอง เพื่อใช้ประกอบในการวิเคราะห์หาสาเหตุปัญหาการจัดการน้ำเสียที่แท้จริงสำหรับโรงพยาบาลกรณีศึกษาทั้ง 3 แห่ง รายละเอียดดังตารางที่ 3-18

ตารางที่ 3-18 สาเหตุของปัญหาการจัดการน้ำเสียและการแก้ไข

ปัญหา	การตรวจสอบ	สาเหตุ
1. นโยบาย	ทิศทางการดำเนินงานด้านการจัดการน้ำเสียสู่การปฏิบัติไม่ชัดเจน ขาดปัจจัยด้านทรัพยากรต่างๆ เช่น บุคลากร เครื่องมือ อุปกรณ์และวัสดุในการดำเนินงาน เกิดปัญหาในด้านการจัดการน้ำเสียและปัญหาไม่ได้รับการแก้ไขที่ถูกต้อง	1. การกำหนดนโยบายไม่จัดเจนไม่สามารถนำสู่การปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรม 2. ไม่มียุทธศาสตร์ แผนงาน โครงการในการดำเนินงาน 3. ไม่ได้รับการสนับสนุนทรัพยากรที่จำเป็น
2. ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสีย		
2.1 ปริมาณน้ำเสียเกินค่าการออกแบบของระบบ	วัดอัตราไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดตลอดทั้งวันเปรียบเทียบกับค่าการออกแบบของระบบบำบัดน้ำเสีย พบว่า ระบบบัดบางระบบมีปริมาณน้ำเสียเกินค่าการออกแบบของระบบ	1. ระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสียชำรุดทำให้มีน้ำจากภายนอกเข้าสู่ระบบบำบัด 2. กิจกรรมการให้บริการเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณน้ำเสียเพิ่มขึ้น
2.2 อัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบไม่สม่ำเสมอ	วัดปริมาณอัตราไหลของน้ำเสียในช่วงเวลาต่างๆ พบว่า ปริมาณของน้ำเสียเข้าสู่ระบบมีความแตกต่างกันมากในแต่ละช่วงเวลาและไม่มีการติดตั้งถังปรับเสมอ (EQ tank)	1. กิจกรรมการให้บริการก่อให้เกิดน้ำเสียแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา 2. ระบบรวบรวมน้ำเสียไม่มีถังปรับเสมอ
2.3 ลักษณะสมบัติของน้ำเสียไม่เหมาะสม	เก็บตัวอย่างวิเคราะห์ลักษณะสมบัติน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัด พบว่า น้ำเสียจากจากอาคารต่างๆ มีลักษณะสมบัติไม่เหมาะสม เช่น ค่าความเป็นกรดด่างสูง ธาตุอาหารน้อย มีสารลดแรงตึกผิวสูงเนื่องจากเกิดฟอง และมีปริมาณเชื้อโรคมาก เป็นต้น	กิจกรรมให้บริการแต่ละประเภทก่อให้เกิด น้ำเสียมีลักษณะสมบัติแตกต่างกัน เช่น การซักล้าง ทำให้ pH สูง ธาตุอาหารน้อย เกิดฟองมาก การปรุงอาหาร ทำให้มีเศษอาหาร ไขมันมาก การใช้ห้องน้ำ หัตถการ ทำให้มีการปนเปื้อนเชื้อโรคสูง

ตารางที่ 3-18 (ต่อ)

ปัญหา	การตรวจสอบ	สาเหตุ
3. ระบบรวบรวมน้ำเสีย		
3.1 การไหลย้อนกลับของน้ำเสีย	มีน้ำขังอยู่ภายในระบบรวบรวมน้ำเสียอยู่ตลอดเวลา เกิดกลิ่นจากการย่อยสลาแบบไร้อากาศ และปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้อยลง	1. การอุดตันภายในระบบรวบรวมน้ำเสียจากขยะทำให้มีการไหลย้อนกลับของน้ำเสีย 2. การอุดตันจากตะกอนหนักเนื่องจากการไหลของน้ำภายในท่อรวบรวมน้ำเสียช้าลง 3. การติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียอยู่สูงกว่าระบบรวมรวมน้ำเสียทำให้เกิดการไหลย้อนของน้ำเสีย
3.2 น้ำจากภายนอกเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย	วัดระดับน้ำภายในระบบบำบัดเพิ่มขึ้น หรือ อัตราไหลเพิ่มมากขึ้นกว่าปกติ ได้แก่ น้ำฝน น้ำประปา และน้ำใต้ดิน	เกิดการรั่วทำให้น้ำจากภายนอกเข้าสู่ระบบบำบัดมีสาเหตุสำคัญ 4 ประการ ได้แก่ 1. ระบบท่อลำเลียงน้ำประปาภายในอาคารชำรุด ทำมีให้น้ำไหลเข้าสู่ระบบบำบัด 2. ระบบรวบรวมน้ำเสียชำรุด ได้แก่ ท่อลำเลีย บ่อพัก บ่อดักกลิ่น ทำให้มีน้ำจากภายนอกเข้าสู่ระบบบำบัด 3. บริเวณรอยต่อระหว่างขอบปากบ่อกับระบบบำบัดชำรุด เมื่อฝนตกทำให้มีน้ำจากภายนอกไหลเข้าสู่ระบบบำบัดจากด้านบนของระบบ 4. ระบบบำบัดชำรุด ทำให้ น้ำใต้ดินซึมเข้าสู่ระบบบำบัด
3.3 กลิ่น	พบภายนอกอาคารบริเวณที่มีการอุดตันมีฝ้าไขขยะจำนวนมาก และระบบรวบรวมน้ำเสียมีสภาพชำรุดทำให้มีกลิ่น ส่วนกลิ่นภายในอาคารจะพบบริเวณอ่างล้างมือ	1. กลิ่นที่เกิดขึ้นบริเวณระบบรวบรวมน้ำเสีย มักมีสาเหตุมาจาก มีการอุดตัน การชำรุดของระบบรวบรวมน้ำเสีย 2. กลิ่นที่เกิดขึ้นภายในตัวอาคาร สาเหตุจากท่อลำเลียงภายในตัวอาคารการอุดตันและปัญหาบ่อดักกลิ่น ซึ่งอาจมีการติดตั้งท่อลำเลียงผิดวิธีหรือไม่มีน้ำป้องกันกลิ่นหรือระดับน้ำลดลง ทำให้กลิ่นเกิดการไหลย้อนกลับ

ตารางที่ 3-18 (ต่อ)

ปัญหา	การตรวจสอบ	สาเหตุ
4. ระบบบำบัดน้ำเสีย		
4.1 ปัญหาถังเกรอะและถังกรองไร้อากาศ		
4.1.1 ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (HRT) น้อย	วัดปริมาณของตะกอนจมตัวภายในถังเกรอะเพิ่มมากขึ้นกว่าร้อยละ 20 ของปริมาณถังและไม่มีการสูบตะกอนทิ้งกว่า 7 ปี หลังมีการติดตั้งระบบบำบัด ทำให้ปริมาณของถังน้อยลง ระยะเก็บกัก HRT ต่ำ ประสิทธิภาพการบำบัดลดลงและวัดอัตราไหล มีปริมาณน้ำเสียเข้าระบบเกินค่าการออกแบบ	1. ปริมาตรของถังลดลงจากปริมาณตะกอนจมตัวมากเกินไป เนื่องจากไม่มีการสูบตะกอนทิ้งและมีขยะเข้าสู่ระบบทำให้ตะกอนเพิ่มรวดเร็วขึ้น 2. อัตราไหลของน้ำเสียเพิ่มขึ้น
4.1.2 ตะกอนลอยมากเกินไป	ตะกอนลอยไม่จมตัวหากมีปริมาณมากเกินไปจนล้นออกมาภายนอกถังเกรอะทำให้เกิดกลิ่นและหากมีมากเกินไปอาจหลุดเข้าสู่ถังเติมอากาศ อาจทำให้เกิดภาวะ shock loading หรือเกิดฝ้าไขได้	1. ตะกอนลอยไม่จมตัวเนื่องจากมีน้ำหนักเบา 2. มีปริมาณของน้ำมันหรือไขมันมากทำให้ตะกอนจับตัวลอยอยู่ผิวน้ำเป็นก้อนหนา 3. เกิดก๊าซจากการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนดันตะกอนให้ลอยตัวขึ้นสู่ผิวน้ำ 4. มีขยะลอยอยู่บริเวณผิวน้ำ
4.1.3 ความเป็นกรด-ด่างสูง	วัดพีเอช พบว่าน้ำเสียภายในถังเกรอะและถังกรองไร้อากาศมีค่าพีเอชสูงอยู่ในช่วง 7.6-9.1	1. น้ำเสียเข้าสู่ระบบมีค่า pH สูงจากการใช้ผงซักฟอกและสารเคมีขจัดคราบสกปรก 2. ไม่มีบ่อพักสำหรับปรับปรุงลักษณะสมบัติน้ำก่อนปล่อยเข้าสู่ระบบบำบัด

ตารางที่ 3-18 (ต่อ)

ปัญหา	การตรวจสอบ	สาเหตุ
4.2 ถังเติมอากาศ		
4.2.1 กลิ่น	กลิ่นเกิดจากปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำจนเกิดการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนภายในถังเติมอากาศ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำไม่ควรต่ำกว่า 1 มก./ล.	1. ภาระบรรทุกเกินค่าการออกแบบของระบบ 2. ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำไม่เพียงพอ เกิดจาก เครื่องเติมอากาศชำรุด ท่อลำเลียงอากาศหลุด รั่ว ชำรุด หัวเติมอากาศอุดตัน มีสิ่งกีดขวางการเติมอากาศ
4.2.2 เกิดฟองมาก	เกิดฟองภายในถังเติมอากาศจำนวนมาก	1. มีปริมาณสารลดแรงตึงผิวมากทำให้เกิดฟอง มักเกิดหลังมีกิจกรรมการซักล้าง 2. การเติมอากาศมากเกินไป 3. อายุตะกอนน้อยฟองจะสีจางหรืออายุตะกอนมากฟองสีเข้ม
4.2.3 การกวนไม่สมบูรณ์	ลักษณะการเคลื่อนที่ของน้ำภายถังความแรง ทิศทางการไหลและการสร้างความปั่นป่วน โดยเฉพาะบริเวณขอบของถังเติมอากาศ เกิดจุดอับ (dead zone)	1. การเติมอากาศน้อยเกินไป 2. เครื่องเติมอากาศหยุดทำงาน 3. หัวเติมอากาศอุดตัน 4. มีสิ่งขีดขวางการเติมอากาศ
4.2.4 ตะกอนน้อย	วัดปริมาณตะกอนจมตัวด้วย Imhoff cone เวลา 30 นาที สังเกตปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ภายในถังเติมอากาศ ขนาด สี การจับตัวเป็นก้อน และการจมตัวของตะกอน พบว่า ส่วนใหญ่มีตะกอนน้อยขนาดเล็กมากและจมตัวช้ามาก	1. สภาพไม่เหมาะกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เช่น พีเอชต่ำ-สูงเกินไป ธาตุอาหารน้อย ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำ มีสารพิษ เป็นต้น 2. อัตราการสูบตะกอนกลับน้อยหรืออายุตะกอนน้อยเกินไป

ตารางที่ 3-18 (ต่อ)

ปัญหา	การตรวจสอบ	สาเหตุ
4.2.5 ตะกอนมากเกินไป	วัดปริมาณตะกอนจมตัวด้วย Imhoff cone เวลา 30 นาที สังเกตปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ภายในถังเติมอากาศ ขนาด สี การจับตัวเป็นก้อน และการจมตัวของตะกอน พบว่า บางระบบมีปริมาณตะกอนมากเนื่องจากเกิดกลิ่นจึงมีการเติม EM และผู้ควบคุมระบบมีความเข้าใจว่าจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัด	สาเหตุตะกอนมากเกิน มักพบสาเหตุเกิดจาก น้ำเสียมีอัตราภาระบรรทุกสูงหรือมีความสกปรกมาก อัตราการสูบตะกอนกลับมากเกินไปทำให้อายุตะกอนมาก แต่จากการตรวจสอบ พบว่า โรงพยาบาลได้มีการเติมจุลินทรีย์ (EM) ภายในถังเติมอากาศ ส่งผลให้เกิดตะกอนจำนวนมาก
4.2.6 ตะกอนลอย	ตะกอนที่ไม่จมตัวจะลอยอยู่บริเวณผิวน้ำภายในถังเติมอากาศ เมื่อตักน้ำเสียใส่ในกรวย Imhoff cone หรือกระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 1,000 มิลลิลิตร จะพบตะกอนลอยอยู่บริเวณผิวน้ำและไม่จมตัว	1. มักเกิดจากการกวนน้อยเกินไป 2. เครื่องเติมอากาศหยุดทำงานหรือการกวนไม่ทั่วถึงหรือมีสิ่งกีดขวาง เช่น ตัวกลาง ขยะ ทำให้เกิดตะกอนลอยภายในถังเติมอากาศ
4.3 ถังตกตะกอน		
4.3.1 ฝ้าไข	ฝ้าไข คือ ตะกอนที่ไม่จมตัวหรือตะกอนที่ลอยขึ้นมาจากด้านล่างอยู่บริเวณผิวน้ำ ทำให้น้ำทิ้งมีความสกปรกและความขุ่นเพิ่มขึ้น สังเกตบริเวณผิวน้ำภายในถังตกตะกอนจะมีฝ้าไข อาจมีกลิ่นและฟองอากาศเกิดขึ้นได้ สีน้ำตาลเข้มหรือสีดำ	1. ตะกอนไม่จมตัว คือ ตะกอนมีน้ำหนักเบา มักเกิดจากสภาวะที่ไม่เหมาะสม เช่น พีเอชต่ำ ธาตุอาหารน้อย ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำ เกิดจุลินทรีย์ชนิดเส้นใย 2. ตะกอนลอย เกิดจากสภาวะดีไนตริฟิเคชั่น (denitrification) ก๊าซไนโตรเจนจะสะสมตัวอยู่ใต้ชั้นของตะกอนจุลินทรีย์ในถังตกตะกอนจนมากพอที่จะดันให้ตะกอนจุลินทรีย์ขึ้นมาเป็นก้อนใหญ่ ๆ เมื่อลอยขึ้นมาจนถึงผิวน้ำแล้วจะแตกกระจายออกเป็นแผ่นมองเห็นฟองก๊าซเล็ก ๆ ลอยขึ้นมากับตะกอน 3. มีไขมันหรือน้ำมันลอยอยู่ผิวน้ำ 4. การเติมอากาศมากเกินไป

ตารางที่ 3-18 (ต่อ)

ปัญหา	การตรวจสอบ	สาเหตุ
4.3.2 ความขุ่น	เกิดจากน้ำเสียมีปริมาณของสารแขวนลอยด์หรือคอลลอยด์มากเกินไป เมื่อนำน้ำจากถังตกตะกอนใส่ในบีกเกอร์ยกขึ้นส่องดูให้แสงผ่าน จะมีความขุ่น สังเกตแสงจะผ่านได้น้อย เมื่อทดสอบกับ Imhoff cone จะพบว่ามีการตกตะกอนช้ามาก (มากกว่า 30 นาที) หรือไม่ตกตะกอนเลย	1. ภาระบรรทุกมากเกินไป 2. อัตราการไหลของน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดเร็วมาก ทำให้ระยะเวลาเก็บกักน้อย 3. ตะกอนมีขนาดเล็ก ไม่จับตัวกันเป็นก้อน ฟล็อค (floc) แต่แขวนลอยอยู่ในน้ำ 4. การกวนภายในถังเติมอากาศแรงเกินไปทำให้เกิดตะกอนเข็มหมุด
4.4 ถังเติมคลอรีน	ตรวจไม่พบปริมาณคลอรีนตกค้างในน้ำทิ้งและน้ำทิ้งมีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้	1. ชุดเติมคลอรีนชำรุด 2. ไม่มีการเติมคลอรีน 3. วิธีการเติมไม่ถูกต้อง 4. เวลาสัมผัสคลอรีนกับน้ำเสียน้อยเกินไป 5. อัตราไหลมากเกินไปและไม่สม่ำเสมอ 6. ไม่มีชุดตรวจวัดปริมาณคลอรีนตกตกค้าง
5. การควบคุมระบบบำบัด		
5.1 บุคลากร		
5.1.1 ไม่มีบุคลากรด้านระบบบำบัดน้ำเสียโดยตรง	พบว่า บุคลากรที่เข้ามาปฏิบัติงานด้านการจัดการน้ำเสีย ได้แก่ คนงาน นายช่าง นักวิชาการสาธารณสุข พยาบาล เจ้าหน้าที่บริหาร ซึ่งไม่มีความรู้ความเข้าใจในระบบบำบัดน้ำเสีย	1. ไม่มีการจัดอัตรากำลังบุคลากรที่มีความรู้ความเข้าใจเรื่องระบบบำบัดน้ำเสียโดยตรง 2. ขาดแคลนบุคลากร
5.1.2 ไม่เห็นความสำคัญในงานบำบัดน้ำเสีย	พบว่า ผู้รับผิดชอบงานบำบัดน้ำเสียต้องรับภาระงานอื่นๆที่สำคัญกว่า งานระบบบำบัด น้ำเสียเป็นเพียงงานย่อยส่วนหนึ่งเท่านั้น	1. งานด้านบำบัดน้ำเสียไม่ได้ถูกกำหนดเป็นดัชนีชี้วัดที่สำคัญของโรงพยาบาล 2. งานด้านอื่นมีความสำคัญกว่า

ตารางที่ 3-18 (ต่อ)

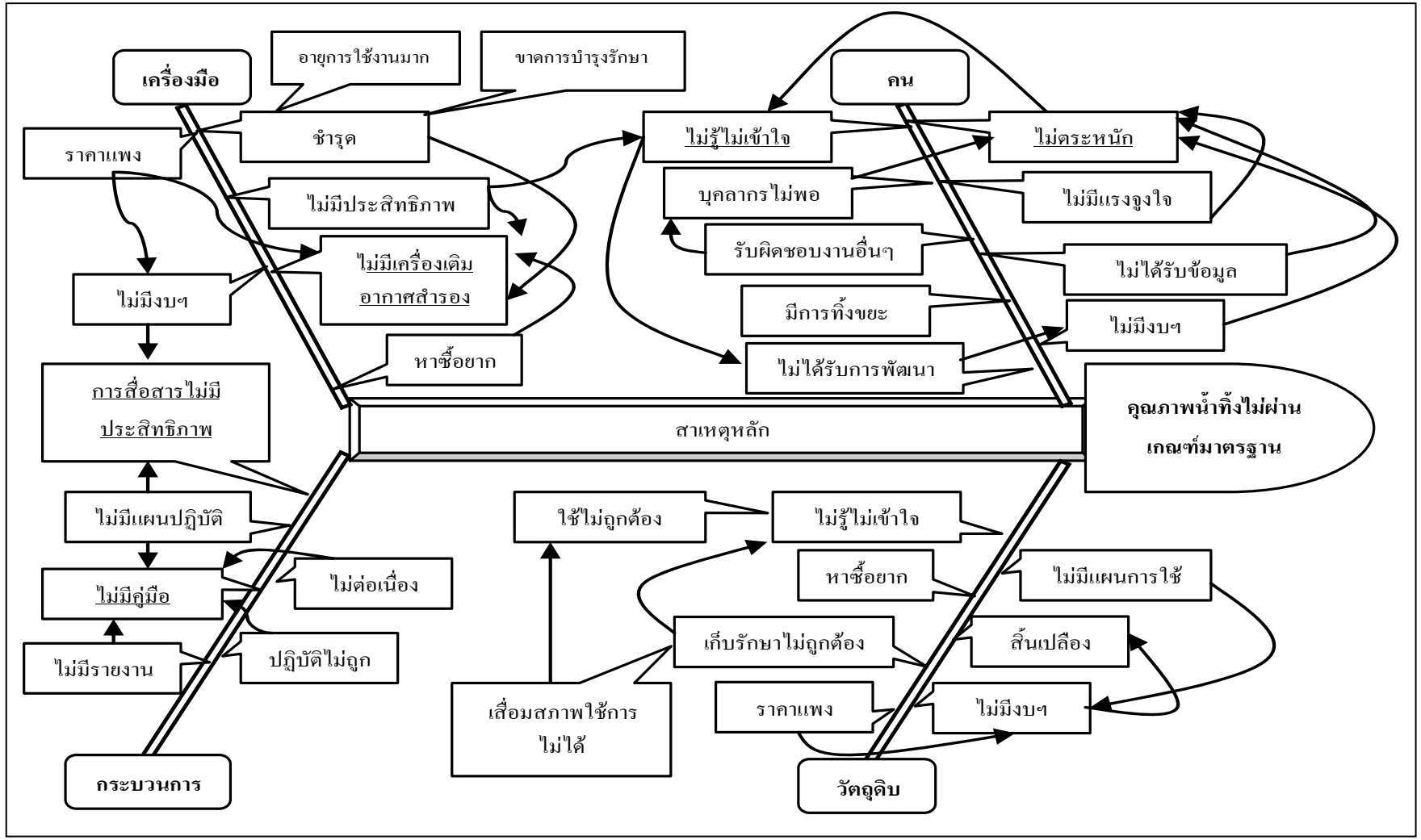
ปัญหา	การตรวจสอบ	สาเหตุ
5.1.3 ไม่มีความ รู้ความเข้าใจด้านการควบคุมระบบ	พบว่า ผู้ปฏิบัติไม่มีความรู้ความเข้าใจในการควบคุมระบบ มีการเปลี่ยนแปลงผู้รับผิดชอบบ่อย ผู้ที่ผ่านการฝึกอบรมมาแล้วแต่ไม่ได้ปฏิบัติงานจริงตรงกับงานหรือเรื่องที่อบรมไม่สามารถนำมาใช้กับระบบบำบัดที่โรงพยาบาลมีใช้อยู่ได้	1. ผู้ปฏิบัติไม่เคยได้รับการอบรมและไม่มีประสบการณ์ด้านการจัดการน้ำเสีย 2. มีการเปลี่ยนแปลงผู้รับผิดชอบบ่อยทำให้ขาดความต่อเนื่อง 3. การมอบหมายคนไม่ตรงกับงานที่ปฏิบัติ
5.2 เครื่องมือ อุปกรณ์และวัสดุในการดำเนินงาน		
5.2.1ไม่มีเครื่องมือ อุปกรณ์และวัสดุในการดำเนินงาน	พบว่า ไม่มีเครื่องมือ อุปกรณ์และวัสดุในการดำเนินงาน เช่น ชุดทดสอบพารามิเตอร์ควบคุมระบบ คลอรีนสำหรับฆ่าเชื้อโรค เป็นต้น	1. สภาพชำรุดจากการใช้งานหรือไม่ได้รับการบำรุงรักษาที่ถูกต้องและสูญหาย 2. ไม่ได้มีการจัดทำแผนงาน/โครงการในการจัดหาเครื่องมือ อุปกรณ์ และวัสดุ 3. หาซื้อยาก ราคาแพง และการเก็บรักษาไม่ถูกต้องทำให้เสื่อมสภาพ
5.2.2 ใช้ไม่ถูกต้อง	พบว่า ผู้ปฏิบัติใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ไม่ถูกต้อง ไม่เข้าใจวิธีการใช้งาน การวิเคราะห์ และการแปลผล	1. ผู้ปฏิบัติไม่มีความรู้ความเข้าใจ 2. ไม่มีคู่มือวิธีการปฏิบัติงาน
5.2.3 กระบวน การดำเนินงาน	พบว่า ไม่มีคู่มือหรือแนวทางในการควบคุมระบบ ปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง ไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาได้อย่างแท้จริง	1. ไม่มีแผนงาน/โครงการในการดำเนินงาน 2. ไม่ได้รับการฝึกอบรม 3. ไม่ความรู้ความเข้าใจในการควบคุมระบบบำบัด 4. ไม่มีคู่มือแนวทางในการปฏิบัติงาน

3.2 ผลการวิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางการแก้ไขปัญหาการจัดการน้ำเสีย

จากการดำเนินงานเก็บข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ โดยแบบสอบถามและแบบตรวจสอบระบบบำบัด ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้ทั้งสองส่วนมาสรุปและนำเสนอประเด็นปัญหาที่พบให้กับผู้เข้าร่วมประชุมในกิจกรรมการระดมสมอง (brain storming) ใช้วิธี Ishikawa ในวันที่ 23 เมษายน 2552 ประกอบด้วย เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาลชุมชนทั้ง 3 แห่ง และผู้สนใจ จำนวนทั้งหมด 14 คน ได้แก่ หัวหน้าฝ่าย/งาน ผู้ควบคุมระบบ นักวิชาการ ช่าง และตัวแทนผู้ปฏิบัติงานในแผนกต่างๆ โดยแบ่งผู้เข้าร่วมการประชุมออกเป็น 4 กลุ่ม เป็นผู้ดำเนินงานในกระบวนการต่างๆ ได้แก่ การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา การให้คะแนนการจัดลำดับความสำคัญ และข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหา ส่วนผู้วิจัย นำเสนอสภาพปัญหาที่พบจากการเก็บข้อมูลที่ผ่านมา ให้คำแนะนำด้านวิชาการเทคนิคในกิจกรรมระดมสมอง บันทึกข้อมูลและสรุปผล หลังจากนั้นผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาประกอบในการจัดทำแนวทางการจัดการน้ำเสียที่เหมาะสมกับโรงพยาบาลชุมชนต่อไป

3.2.1 ผลการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาการจัดการน้ำเสีย

3.2.1.1 กระบวนการค้นหาสาเหตุหลักของการจัดการน้ำเสียที่ไม่มีประสิทธิภาพ แสดงดังภาพที่ 3-32



ภาพที่ 3-32 กระบวนการค้นหาสาเหตุของปัญหาด้วยเทคนิค Ishikawa

3.2.1.2 การให้น้ำหนักและการจัดลำดับความสำคัญของปัญหา

จากกระบวนการค้นหาสาเหตุของปัญหา พบปัญหาหลักสำคัญ 5 ประการได้แก่ ผู้ควบคุมระบบไม่มีความรู้ความเข้าใจ การสื่อสารไม่มีประสิทธิภาพ ผู้ใช้บริการไม่ให้ความร่วมมือ ไม่มีเครื่องเติมอากาศสำรอง และไม่มีคู่มือแนวทางในการปฏิบัติ หลังจากนั้นผู้เข้าร่วมประชุมดำเนินการให้คะแนนกับปัญหาทั้ง 5 ประการ ซึ่งแยกออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านความสำคัญและความเร่งด่วนของการแก้ปัญหา ดำเนินการรวบรวมคะแนนที่ได้ เพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัญหา แสดงดังตารางที่ 3-19

ตารางที่ 3-19 การให้น้ำหนักและจัดลำดับความสำคัญของปัญหา

ปัญหา	การให้น้ำหนักคะแนน				รวม	ลำดับคะแนน
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่ม 4		
ผู้ควบคุมไม่มีความรู้ความเข้าใจ	14	21	15	16	66	1
การสื่อสารไม่มีประสิทธิภาพ	11	19	12	16	58	4
ผู้ใช้บริการไม่ให้ความร่วมมือ	13	16	17	18	64	2
ไม่มีเครื่องเติมอากาศสำรอง	12	13	15	16	56	5
ไม่มีคู่มือแนวทางในการปฏิบัติ	17	16	16	15	64	3

จากการจัดลำดับความสำคัญของปัญหาทั้ง 5 ประเด็น ของโรงพยาบาลชุมชนกรณีศึกษาในจังหวัดกระบี่ พบว่า สาเหตุของปัญหาของการจัดการน้ำเสียที่ไม่มีประสิทธิภาพอันดับแรก คือ ผู้ควบคุมไม่มีความรู้ความเข้าใจ ผู้ใช้บริการไม่ให้ความร่วมมือ ไม่มีคู่มือแนวทางในการปฏิบัติ การสื่อสารไม่มีประสิทธิภาพ และ ไม่มีเครื่องเติมอากาศสำรอง ตามลำดับ กิจกรรมการดำเนินงานดังภาพที่ 3-33

ภาพที่ 3-33 กิจกรรมการระดมสมอง

3.2.2 ข้อเสนอแนะในการแก้ไขปัญหาการจัดการน้ำเสีย

จากปัญหาในการจัดการน้ำเสียที่ไม่มีประสิทธิภาพ ผู้เข้าร่วมประชุมได้ให้ข้อเสนอแนะการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ดังตารางที่ 3-20

ตารางที่ 3-20 ข้อเสนอแนะการแก้ปัญหาการจัดการน้ำเสียที่ไม่มีประสิทธิภาพ

ปัญหา	ข้อมูลสนับสนุน	ข้อเสนอแนะ
1. ผู้ควบคุมระบบบำบัดไม่มีความรู้ความเข้าใจด้านการจัดการน้ำเสีย	พบว่า ผู้ควบคุมระบบไม่เข้าในเรื่องหลักการทำงานของระบบบำบัด การเก็บตัวอย่าง การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย การควบคุมระบบ และการแปรผลพารามิเตอร์ต่างๆ ทำให้ควบคุมระบบบำบัดไม่ถูกต้อง ประสิทธิภาพการบำบัดลดลง ส่งผลให้น้ำทิ้งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน	ควรจัดให้มีการอบรม กำหนดกลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้ควบคุมและผู้ปฏิบัติ อบรมด้านทฤษฎีและการปฏิบัติภาคสนาม มีการประเมินผลก่อนและหลังการอบรม
2. ไม่ได้รับความร่วมมือจากผู้รับบริการ	พบว่า มีขยะอยู่ในระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัด เช่น พลาสติก ซองยาสระผม ผ้าอนามัย ก้นบุหรี่ และเปลือกลูกอม เป็นต้น เกิดการอุดตันภายในท่อลำเลียง ตะกอนเต็มเร็ว และขัดขวางการทำงานของจุลินทรีย์ ทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดลดลง	ควรมีการประเมินด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียในผู้รับบริการและผู้ให้บริการ จัดให้มีภาชนะใส่ขยะเพียงพอ และเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสีย เช่น จัดบอร์ดประชาสัมพันธ์ เสียงตามสาย เป็นต้น

ตารางที่ 3-20 (ต่อ)

ปัญหา	ข้อมูลสนับสนุน	ข้อเสนอแนะ
3.ไม่มีคู่มือแนวทางการปฏิบัติในการงาน	พบว่า มีการปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง เช่น การตรวจสอบระบบ การควบคุมระบบ การวิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมระบบ และการเติมคลอรีน ไม่เข้าใจสภาพของปัญหาที่เกิดขึ้น ไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้ ไม่มีการจัดเก็บข้อมูลด้านการจัดการน้ำเสีย เช่น อัตราไหลของน้ำเสียที่เข้าระบบบำบัด และพารามิเตอร์ควบคุมระบบ เป็นต้น	จัดทำแนวทางการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย มีการทดลองใช้แนวทางที่ได้ และปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม มีการติดตามตรวจสอบ ควบคุมกำกับ ประเมินผลอย่างต่อเนื่อง
4.การสื่อสารระหว่างผู้ควบคุมระบบ ผู้ปฏิบัติ และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องไม่มีประสิทธิภาพ	หัวหน้างานไม่ทราบข้อมูลด้านปัญหาการจัดการน้ำเสีย ไม่มีระบบการรายงาน ทำให้ปัญหาไม่ได้รับการแก้ไข แก้ปัญหาไม่ตรงจุด ขาดความต่อเนื่อง ขาดการสนับสนุนด้านทรัพยากรต่างๆ	จัดให้มีคณะทำงานรับผิดชอบด้านการจัดการน้ำเสีย กำหนดผู้รับผิดชอบโดยตรง กำหนดช่องทางการสื่อสารระหว่างผู้ปฏิบัติ และจัดให้มีระบบการรายงาน
5. ไม่มีเครื่องเติมอากาศสำรอง	เครื่องเติมอากาศชำรุด หยุดการทำงานบ่อย ฟิวส์ขาด ส่งผลให้เกิดกลิ่นและประสิทธิภาพการบำบัดลดลง	จัดให้มีการตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องเติมอากาศอย่างสม่ำเสมอ เพื่อยืดอายุการใช้งาน ติดตั้งเครื่องควบคุมการทำงานของเครื่องเติมอากาศ (timer) จัดหาเครื่องเติมอากาศสำรองไว้ใช้ กรณีมีการชำรุด

สรุปผลการค้นหาสาเหตุของปัญหาการจัดการน้ำเสีย

จากการระดมสมอง พบว่า สามารถจัดลำดับสาเหตุหลักของปัญหา 5 ประการ ได้แก่ ปัจจัยด้านบุคคลมีความสำคัญมากที่สุด คือ ผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียไม่เข้าใจเรื่องระบบบำบัด และความร่วมมือของใช้บริการ ซึ่งสามารถแก้ปัญหาได้โดยการพัฒนาบุคลากรภายในองค์ เช่น จัดให้มีการฝึกอบรมภายในโรงพยาบาล หรือส่งบุคลากรไปอบรมที่หน่วยงานอื่น จัดหาบุคลากรที่มีความรู้ด้านระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อควบคุมระบบ และเผยแพร่

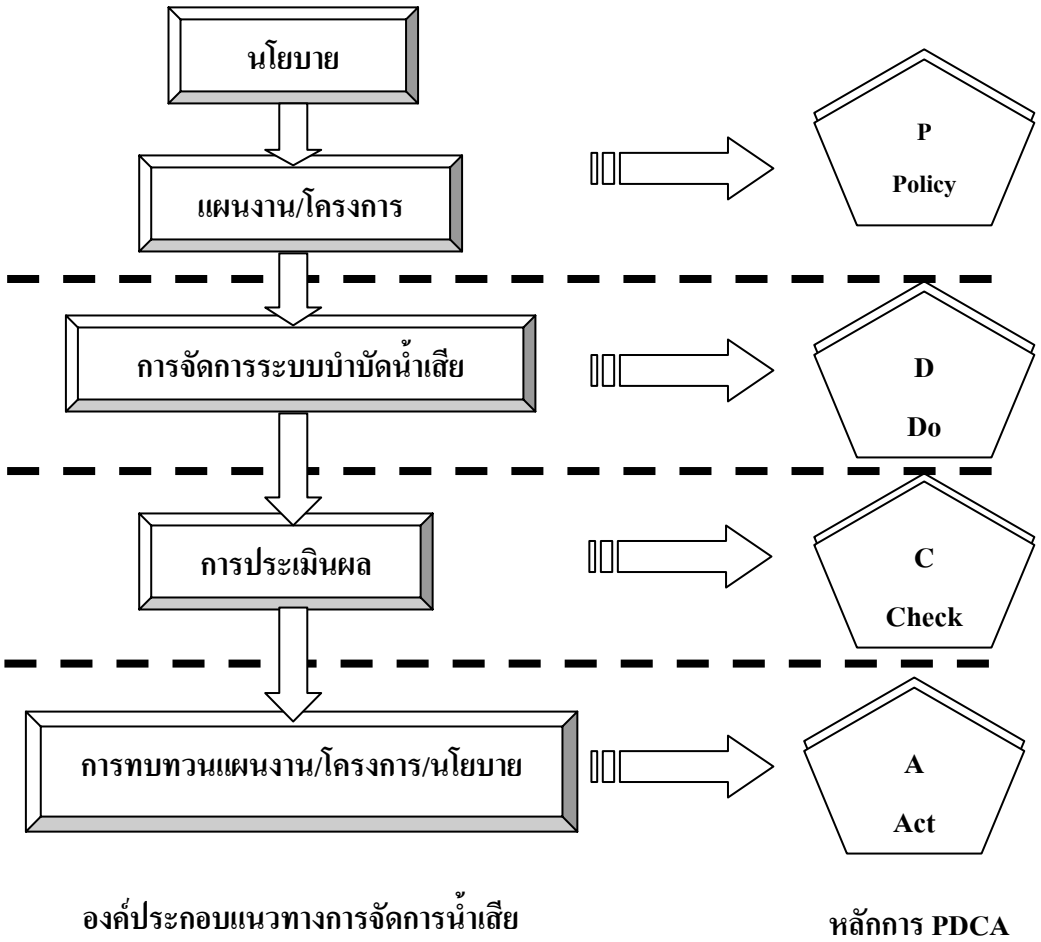
ความรู้ สร้างความเข้าใจให้กับผู้รับบริการทั้งหมด รองลงมา คือ ปัจจัยด้านกระบวนการหรือวิธีการในการจัดการ น้ำเสีย เช่น การควบคุมดูแลระบบ การสื่อสารระหว่างผู้ควบคุมระบบ ผู้รับบริการ และผู้บริหาร การแก้ไข ได้แก่ จัดทำแผนการดำเนินงานเป็นขั้นตอนอย่างชัดเจน มีการควบคุมติดตาม มีการรายงาน การประเมินผล และสร้างช่องทางสื่อสารให้กับผู้รับบริการ สุดท้าย คือ ปัจจัยด้านเครื่องมือและวัตถุดิบ ที่สำคัญได้แก่ เครื่องเติมอากาศ ชุดเติมคลอรีน และชุดตรวจวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย ปัจจัยทั้งหมดมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการจัดการน้ำเสียอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ที่มีความสำคัญในการสนับสนุนทรัพยากรในด้านการจัดการน้ำเสีย คือ ผู้อำนวยการและคณะกรรมการฝ่ายบริหารของโรงพยาบาล เช่นเดียวกับการศึกษาของ สิทธิชัย มุ่งดี และคณะ (2552) ศึกษาสถานภาพระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลในพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 7 จำนวน 47 แห่ง พบว่า โรงพยาบาลมีความต้องการการสนับสนุนด้านงานบำบัดน้ำเสีย คือ 1) การซ่อมบำรุงและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย 2) การประเมินประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสีย 3) งบประมาณในการดำเนินงาน 4) การสนับสนุนด้านนโยบายจากผู้บริหาร 5) บุคลากรสำหรับการควบคุมระบบ 6) หน่วยงานที่ให้บริการตรวจวิเคราะห์น้ำเสีย และ 7) ความรู้ด้านน้ำเสีย ตามลำดับ และ สุรเดช ประดิษฐบาทุกา (2547) เสนอแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการดำเนินงานระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลชุมชน คือ การจัดสัมมนาและนิเทศงาน ให้ความรู้และเทคนิควิธีปฏิบัติแก่ผู้ปฏิบัติงาน หารายได้เพิ่ม ใช้วัสดุให้คุ้มค่าอย่างเหมาะสม และส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชนในการบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล

ข้อดีจากผลการจัดกิจกรรมการระดมสมองด้วยเทคนิค Ishikawa คือ เป็นการหาข้อสรุปร่วมกันในการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักของปัญหาจากผู้เกี่ยวข้องหรือผู้มีส่วนได้เสีย ปัญหาหลักที่สำคัญในการจัดการน้ำเสียคืออะไร ด้วยการให้น้ำหนักประเด็นปัญหาต่างๆที่ได้วิเคราะห์ เมื่อดำเนินการแก้ไขปัญหาดังกล่าว จึงได้รับการสนับสนุนและความร่วมมือจากผู้เกี่ยวข้องเป็นอย่างดี ส่งผลให้การดำเนินงานราบรื่นและประสบความสำเร็จบรรลุตามวัตถุประสงค์ได้ ดังนั้นในการจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาล ผู้รับผิดชอบจะต้องมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่แท้จริงก่อนดำเนินการแก้ไข

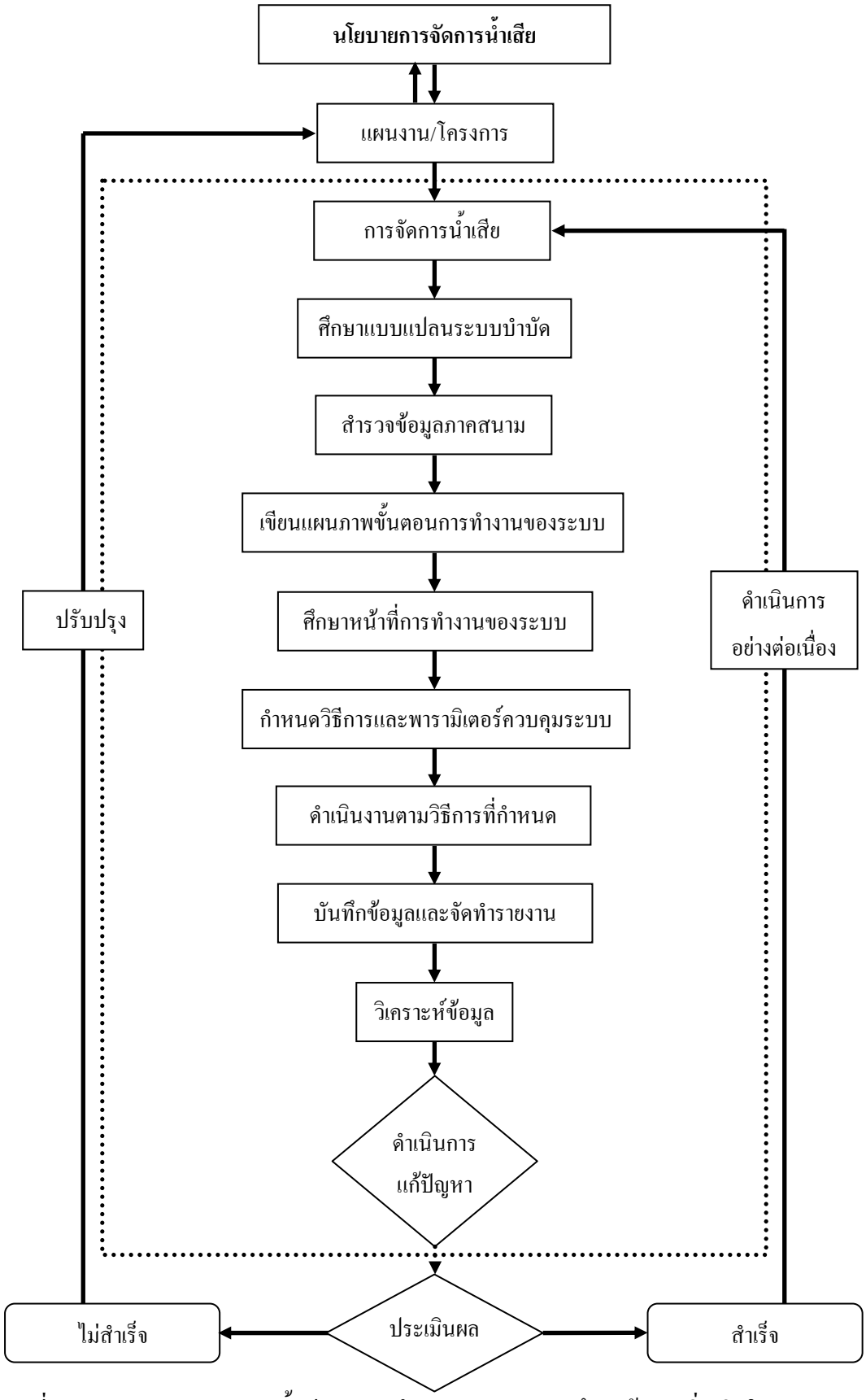
3.3 แนวทางการจัดการน้ำเสียสำหรับโรงพยาบาลชุมชน

ผลจากการศึกษาเพื่อค้นหาสาเหตุของปัญหาการจัดการน้ำเสียโรงพยาบาลชุมชน กรณีศึกษาในจังหวัดกระบี่ทั้ง 3 แห่ง โดยการเก็บข้อมูลปฐมภูมิ ทุติยภูมิ ร่วมกับการระดมสมองวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาการจัดการน้ำเสีย พบว่า สาเหตุของปัญหาการจัดการน้ำเสีย

โรงพยาบาลแต่ละแห่งมีความแตกต่างกัน สามารถจัดกลุ่มสาเหตุของปัญหาได้ 5 กลุ่ม ได้แก่ ด้านนโยบาย ด้านปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสีย ด้านระบบรวบรวมน้ำเสีย ด้านระบบบำบัดแบบติดกับที่ และการควบคุมระบบ สาเหตุหลักของปัญหาการจัดการน้ำเสียในมุมมองของบุคลากรที่เกี่ยงข้องของโรงพยาบาล คือ ปัญหาด้านบุคลคล ได้แก่ ความไม่รู้ไม่เข้าใจทำให้ปฏิบัติไม่ถูกต้อง ไม่ได้รับความร่วมมือ และการสื่อสารไม่มีประสิทธิภาพ เพื่อหาแนวทางการจัดการน้ำเสียผู้วิจัยจึงสรุปปัญหาหลักในการจัดการน้ำเสียได้ 2 ประการ คือ ปัญหาด้านนโยบายและปัญหาด้านการจัดการระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งปัญหาทั้ง 2 ด้านมีความเชื่อมโยงและสัมพันธ์กัน ผู้วิจัยจึงดำเนินการจัดทำแนวทางการจัดการน้ำเสียขึ้น มีส่วนประกอบสำคัญ 5 องค์ประกอบ สอดคล้องกับหลักการหลักการ PDCA ดังภาพที่ 3-34 และ 3-35



ภาพที่ 3-34 เปรียบเทียบองค์ประกอบแนวทางการจัดการน้ำเสียกับหลักการ PDCA



ภาพที่ 3-35 แนวทางการจัดการน้ำเสียสำหรับโรงพยาบาลชุมชน (ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมในภาคผนวก ง)

3.3.1 นโยบาย

นโยบายมีความสำคัญต่อการจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาลเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นการกำหนดทิศทางการดำเนินงานและความมุ่งมั่นในการจัดการน้ำเสีย ซึ่งถูกกำหนดโดยผู้อำนวยการโรงพยาบาล ประกอบด้วย การกำหนดเป้าหมาย วัตถุประสงค์ การสนับสนุนทรัพยากร การส่งเสริมและเผยแพร่ การพัฒนาบุคลากร และการสร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้ปฏิบัติงาน โรงพยาบาลแต่ละแห่งต่างมีนโยบายด้านการจัดการน้ำเสียที่เหมือนกัน คือ มุ่งเน้นให้คุณภาพน้ำทิ้งผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด แต่มีความแตกต่างกันในส่วนของ แผนงาน/โครงการ และวิธีปฏิบัติในการดำเนินงาน เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมาย เนื่องจากมีปัจจัยข้อจำกัดต่างๆ เช่น สภาพทั่วไปของโรงพยาบาล ลักษณะโครงสร้างของอาคาร สิ่งแวดล้อม ชุมชน สภาพของปัญหา งบประมาณ และบุคลากร ฯลฯ ดั้งนั้นนโยบายจึงต้องมีการติดตาม ตรวจสอบ ควบคุม ประเมินผล การทบทวนโดยฝ่ายบริหารและมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยอยู่ตลอดเวลา ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยไม่ได้ศึกษาผลกระทบด้านนโยบายต่อการจัดการน้ำเสียในเชิงลึก จึงขอกล่าวเฉพาะบางส่วนที่เกี่ยวกับการจัดแนวทางการจัดการน้ำเสียเท่านั้น

3.3.2 แผนงาน/โครงการด้านการจัดการน้ำเสีย

นโยบายที่กำหนดโดยฝ่ายบริหาร ต้องการเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดประสิทธิผล บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ คือ แผนงาน/โครงการ เป็นการนำนโยบายสู่การปฏิบัติ โดยกำหนดทรัพยากรที่ใช้ในการดำเนินงาน ได้แก่ บุคคล เครื่องจักรหรือเครื่องมือ วัสดุ และกระบวนการ ที่สำคัญประกอบด้วย วัตถุประสงค์ ตัวชี้วัด ผู้รับผิดชอบ วิธีการดำเนินงาน ระยะเวลา และงบประมาณ เป็นต้น ซึ่งอาจมีได้หลายแผนงาน/โครงการ ในด้านการจัดการน้ำเสียโรงพยาบาลต้องมีแผนงาน/โครงการเช่นกัน เพื่อให้เกิดการปฏิบัติที่ชัดเจน สามารถติดตาม ตรวจสอบ ควบคุมกำกับ และประเมินผลได้ ลักษณะแผนงาน/โครงการที่ดี (เทวินทร์ สิริโชคชัยกุล, 2542) ประกอบด้วย

1) มีลักษณะของการทำงานเป็นทีมแบบข้ามหน้าที่ (cross-functional team)
2) มีวิธีการที่ทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายได้
3) สามารถตรวจสอบ ควบคุม มีระยะเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุด
4) มีทรัพยากรเพียงพอต่อการดำเนินงาน
5) มีการปรับปรุงแก้ไขให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในระหว่าการดำเนินงาน
6) มีการสื่อสารเพื่อให้เกิดความรู้และเกิดการพัฒนา

3.3.3 แนวทางการจัดการน้ำเสีย

เป็นรูปแบบการจัดการน้ำเสียที่จัดทำขึ้นหลังจากผู้วิจัยได้ศึกษาการจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาลชุมชนทั้ง 3 แห่ง เพื่อหาสาเหตุของปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาการจัดการน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมสำหรับโรงพยาบาลชุมชน จึงเป็นกระบวนการศึกษาระบบบำบัด น้ำเสียแบบติดกับที่ทั้งหมด ประกอบด้วย การศึกษาด้านโครงสร้าง ลำดับขั้นตอน หน้าที่และหลักการทำงานของระบบ กำหนดวิธีการการควบคุมระบบและทรัพยากรที่ใช้ จัดทำแบบฟอร์มรายงานต่างๆ ดำเนินการควบคุมระบบ ติดตาม ประเมินผล วิเคราะห์ข้อมูล แก้ปัญหาที่พบ จัดทำรายงาน และฐานข้อมูลของโรงพยาบาล ซึ่งในการดำเนินงานได้มีการวางแผนงานอย่างเป็นระบบ เพื่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ในการทำงาน สามารถค้นหาสาเหตุของปัญหา มีลำดับขั้นตอน วิธีการทำงาน วิธีการตรวจสอบควบคุม การประเมินผล และสามารถแก้ปัญหาในการจัดการน้ำเสียได้อย่างยั่งยืนเช่นเดียวกับหลักการ PDCA และข้อเสนอแนะจาก U.S.EPA (2008) การจัดการน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย วิธีการบำบัดตามลักษณะสมบัติของน้ำเสีย การประเมินผล การติดตั้งระบบ การควบคุม การบำรุงรักษา และการติดตามตรวจสอบระบบ อย่างมีประสิทธิภาพ ขั้นตอนการจัดทำแนวทางการจัดการน้ำเสียมีรายละเอียดดังนี้ ตารางที่ 3-21

ตารางที่ 3-21 ขั้นตอนการจัดทำแนวทางการจัดการน้ำเสีย

ขั้นตอน แนวทางการจัดการน้ำเสีย	วัตถุประสงค์	วิธีการดำเนินงาน
1. ศึกษาแบบแปลนของระบบบำบัด	เพื่อศึกษาลักษณะทางโครงสร้างของระบบ ได้แก่ รูปแบบ ขนาด ตำแหน่งลักษณะการติดตั้งของหน่วยย่อยภายในระบบบำบัด	ศึกษาแบบแปลนระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล
2. สำรวจข้อมูลภาคสนาม	เพื่อศึกษาลักษณะที่ตั้งของระบบบำบัดทิศทางการไหลของน้ำเสียตั้งแต่แหล่งกำเนิดจนถึงแหล่งปล่อยทิ้ง ลำดับขั้นตอนการทำงานของหน่วยย่อย	สำรวจระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดภาคสนาม โดยใช้แบบตรวจสอบระบบบำบัดและการสอบถามจากผู้ปฏิบัติงาน
3. เขียนแผนภาพขั้นตอนการทำงานของระบบ	เพื่อให้เข้าใจลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัด ลำดับขั้นตอนการทำงานของหน่วยย่อยและทิศทางการไหลของน้ำเสีย	นำข้อมูลที่ได้จากแบบแปลนและการสำรวจภาพสนามมาเขียนแผนภาพ (flow diagram) ลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัด
4. ศึกษาหน้าที่การทำงานของระบบ	เพื่อศึกษาหน้าที่หลักสำคัญของหน่วยย่อยภายในระบบบำบัดแต่ละส่วน	ศึกษาหน้าที่หลักของหน่วยย่อย ได้แก่ ระบบท่อลำเลียง บ่อดักกลิ่น บ่อดักไขมัน ถังเกรอะ ถังเติมอากาศ และถังตกตะกอน ประกอบด้วย ปัจจัยนำเข้า กระบวนการทำงาน ผลผลิตสุดท้ายและสภาวะการทำงานของระบบบำบัด
5. กำหนดวิธีการและพารามิเตอร์ควบคุมระบบ	เพื่อกำหนดวิธีในการตรวจสอบสภาพการทำงานของระบบบำบัดและควบคุม การทำงานให้อยู่ในสภาวะปกติ	
1. วิธีการควบคุมระบบ		
1.1 การสังเกต	เพื่อสังเกตสภาพการทำงานของระบบว่าอยู่ในสภาวะปกติหรือไม่	สังเกตสิ่งรบกวน ลักษณะผิดปกติ เช่น ลักษณะการไหล ขยะ ความขุ่น สี ฟอง ขนาด และลักษณะการจมตัวของตะกอน เป็นต้น

ตารางที่ 3-21 (ต่อ)

ขั้นตอน แนวทางการจัดการน้ำเสีย	วัตถุประสงค์	วิธีการดำเนินงาน
1.2 การฟัง	เพื่อประเมินสภาพการทำงานของระบบโดยการฟังเสียง	ฟังเสียที่เกิดจากการทำงาน เช่น ระดับความดังของเสีย เสียงจากเครื่องเติมอากาศ เสียงภายในถังเติมอากาศ เสียรั่วของท่อส่งอากาศ เป็นต้น
1.3 การดมกลิ่น	เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบโดยการดมกลิ่น	ทดสอบกลิ่นระบบรวบรวมน้ำเสีย ได้แก่ กลิ่นที่เกิดภายในอาคารและภายนอกอาคาร กลิ่นจากระบบบำบัดโดยเฉพาะถังเติมอากาศ กลิ่นจากระบบบำบัดมักเกิดจากกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน
1.4 การสัมผัส	เพื่อประเมินการทำงานของเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆโดยการสัมผัส	ทดสอบสภาพการทำงานของเครื่องมือ โดยการสัมผัสความร้อนและแรงสั่นสะเทือน เช่น การทำงานของเครื่องเติมอากาศ
2. พารามิเตอร์ควบคุมระบบ	เพื่อตรวจสอบสภาพการทำงานของระบบให้มั่นใจว่าระบบอยู่ในสภาพปกติและใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการดำเนินงานควบคุมระบบ	เก็บตัวอย่างวิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมระบบเลือกพารามิเตอร์ควบคุมระบบตามเงื่อนไข คือ ง่าย ประหยัด รวดเร็ว มีความปลอดภัย และเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญในการควบคุมระบบ
3. แบบฟอร์มบันทึกข้อมูล	เพื่อจัดทำแบบฟอร์มบันทึกข้อมูลและจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ	สร้างแบบฟอร์มเพื่อใช้บันทึกข้อมูลที่ได้จากการควบคุมระบบและเก็บรวบรวมข้อมูลของระบบบำบัด
4. ผู้ปฏิบัติ	มีความรู้ความเข้าใจในระดับที่สามารถปฏิบัติงานได้	ศึกษาวิธีการในการควบคุมระบบ มีความรู้ความเข้าใจในขั้นตอนและวิธีการต่างๆ สามารถปฏิบัติตามวิธีการที่กำหนดได้

ตารางที่ 3-21 (ต่อ)

ขั้นตอน แนวทางการจัดการน้ำเสีย	วัตถุประสงค์	วิธีการดำเนินงาน
6. ดำเนินการตามวิธีการที่กำหนด	ปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่กำหนดไว้	ดำเนินการควบคุมระบบตามลำดับขั้นตอนและวิธีการที่ได้กำหนดไว้ ประกอบด้วย ผู้ปฏิบัติ เครื่องมือและวิธีการดำเนินงาน
7. บันทึกข้อมูลและจัดทำรายงาน	จัดเก็บข้อมูลไว้เป็นหมวดหมู่และจัดทำรายงาน	บันทึกข้อมูลที่ได้จากการดำเนินงานลงในแบบฟอร์มและสรุปรายงานให้กับผู้ควบคุมระบบบำบัดหรือหัวหน้าต่อไป
8. วิเคราะห์ข้อมูล	เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้นำมาประกอบการวางแผนการดำเนินงานต่อไป	ผู้ควบคุมระบบนำข้อมูลที่ได้จากการดำเนินงานควบคุมระบบมาวิเคราะห์ เพื่อประเมินสภาพการทำงานของระบบบำบัด รับทราบสภาพปัญหาที่เกิด และหาแนวทางการแก้ไขปัญหา
9. ดำเนินการแก้ปัญหา	ดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามหลักวิชาการ	ดำเนินการแก้ไขตามแนวทางที่กำหนดไว้ ดังนี้ 1. กรณีแก้ไขได้สำเร็จให้ดำเนินการตามแนวทางดังกล่าวต่อไป 2. กรณีแก้ไขไม่สำเร็จ ผู้ควบคุมระบบดำเนินการศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม หรือดำเนินการค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา และหาวิธีการแก้ไขจากเอกสาร หนังสือ คู่มือแนวทางการปฏิบัติ นักวิชาการ ผู้เชี่ยวชาญ เป็นต้น 3. เขียนแผนงาน/โครงการในการดำเนินการแก้ปัญหา

3.3.4 การประเมินผล

เมื่อดำเนินงานไประยะเวลาหนึ่งต้องมีการประเมินผลการจัดการน้ำเสียเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่กำหนดไว้ หากบรรลุตามวัตถุประสงค์ก็ดำเนินการต่อหรือปรับปรุงให้ดีขึ้น หากไม่บรรลุตามวัตถุประสงค์ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่แท้จริง เพื่อประกอบการวางแผนในการแก้ไขต่อไป

3.3.5 การทบทวน ปรับปรุง แผนงาน/โครงการ และนโยบาย

การทบทวน ปรับปรุงแผนงาน/โครงการ และนโยบาย แบ่งการเปลี่ยนแปลงได้ 2 ทิศทาง ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงนโยบายจากเบื้องบนสู่เบื้องล่าง (top-down system) คือ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากคำสั่งหรือนโยบายที่สูงกว่า และการเปลี่ยนแปลงนโยบายจากเบื้องล่างสู่เบื้องบน (bottom up system) คือ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการมีส่วนร่วมจากผู้ปฏิบัติงานในระดับล่าง กรณีการเปลี่ยนแปลงเกิดจากเบื้องบน มักจะมีผลต่อยุทธศาสตร์ แผนงาน/โครงการเร็วกว่าการเปลี่ยนแปลงจากเบื้องล่างและผู้ดำเนินงานอาจต้องมีการปรับเปลี่ยนการดำเนินงานให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงซึ่งอาจไม่ตรงกับสภาพปัญหาที่แท้จริงของโรงพยาบาลได้ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงนั้นอาจเกิดจากปัจจัยภายนอก เช่น การเปลี่ยนแปลงนโยบายที่สูงกว่า กฎหมาย ข้อบังคับ และผู้บริหารระดับสูง เป็นต้น กรณีการเปลี่ยนแปลงจากเบื้องล่าง มักจะค่อยเป็นค่อยไปเกิดจากผู้ปฏิบัติต้องการพัฒนางานให้ดียิ่งขึ้นหรือเกิดปัญหาจนผู้ปฏิบัติไม่สามารถดำเนินงานได้จึงต้องมีการเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสม ซึ่งการเปลี่ยนแปลงจะตรงกับสภาพที่แท้จริงของโรงพยาบาล

U.S.EPA (2008) ให้ข้อเสนอแนะโครงการที่ประสบความสำเร็จในพื้นที่ประเทศใดประเทศหนึ่งอาจใช้ไม่ได้ผลกับประเทศอื่นๆ เนื่องจากมีความแตกต่างทางด้าน เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม โครงสร้างทางสังคม และเป้าหมาย ดังนั้น การสร้างกระบวนการเรียนรู้ในการจัดการน้ำเสียในพื้นที่ด้วยตนเอง จึงเป็นสิ่งสำคัญในการจัดการน้ำเสียให้เกิดประสิทธิภาพและยั่งยืน

เมื่อผู้วิจัยดำเนินการจัดทำแนวทางการจัดการน้ำเสียสำหรับโรงพยาบาลชุมชนเสร็จแล้ว จึงนำมาทดลองกับโรงพยาบาล ข เนื่องจาก มีความพร้อมสำหรับการทดลอง จากการสำรวจพบว่า มีระบบบำบัดครบทุกระบบ ได้แก่ ระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยนอก อาคารผู้ป่วยใน อาคารโรงครัว และอาคารซักฟอก ระบบบำบัดส่วนใหญ่อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้และมีเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงานควบคุมระบบพร้อม

3.4 ผลการทดลองแนวทางการจัดการน้ำเสียในโรงพยาบาลชุมชน ข

หลังจากผู้ศึกษาวิจัยได้จัดทำแนวทางการจัดการน้ำเสียสำหรับโรงพยาบาลชุมชน และนำแนวทางดังกล่าวมาทดลองใช้กับโรงพยาบาล ข จากการดำเนินงานพบว่าปัญหาด้านนโยบาย มีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่ดีขึ้น เมื่อได้ดำเนินการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอสาเหตุของปัญหาให้กับผู้บริหารและคณะทำงาน จัดตั้งทีมงาน ประกอบด้วย ผู้ควบคุมระบบ นายช่าง และผู้ปฏิบัติ เขียนแผนงานโครงการเพื่อปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย ดำเนินการสำรวจและปรับปรุงแก้ไขระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสียทั้งหมด ได้แก่ ปรับปรุงสภาพทั่วไปบริเวณระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสีย ตรวจสอบและซ่อมบำรุงผังควบคุมไฟฟ้าและเครื่องเติมอากาศ แก้ปัญหาการอุดตันและสภาวะการไหลย้อนของน้ำเสีย โดยการขุดลอกและฉีดอัดด้วยแรงดันน้ำ สูบตะกอนในถังเกรอะและถังตกตะกอนทิ้ง จัดหาเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ในการควบคุมระบบ ได้แก่ ชุดตรวจพีเอช ชุดตรวจปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ชุดตรวจคลอรีนตกค้าง เป็นต้น เมื่อดำเนินงานทุกอย่างเรียบร้อย จึงเริ่มเดินระบบใหม่ระหว่างเดือนกรกฎาคม-ตุลาคม 2552 ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานตามแนวทางที่จัดทำขึ้นดังนี้

3.4.1 ขั้นตอนการดำเนินงานแนวทางการจัดการน้ำเสีย

3.4.1.1 ศึกษาแบบแปลนระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดโรงพยาบาล ข ดำเนินการศึกษารูปแบบของระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสียจากแบบแปลนที่มีอยู่ในโรงพยาบาลร่วมกับทีมงาน ได้แก่ ผู้ควบคุมระบบ นายช่าง และผู้ปฏิบัติ

3.4.1.2 สำรวจข้อมูลภาคสนาม ตั้งแต่แหล่งกำเนิดน้ำเสียจนถึงบริเวณปล่อยน้ำทิ้งสำรวจข้อมูลภาคสนามเปรียบเทียบกับแบบแปลนที่ได้ศึกษา ถึงลักษณะการติดตั้ง ระบบบำบัด สภาพโดยทั่วไป ตั้งแต่แหล่งกำเนิดน้ำเสียจากตัวอาคารจนถึงบริเวณปล่อยน้ำทิ้ง และระบุอาคารที่ปล่อยน้ำทิ้งเข้าสู่ระบบบำบัดแต่ละระบบ ดังภาพ 3-36 และ ตารางที่ 3-22

การสำรวจภาคสนาม หน่วยบำบัด จุดปล่อยน้ำทิ้ง

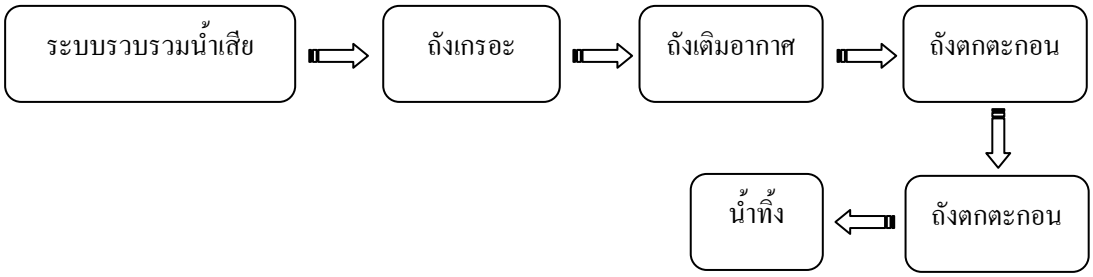
ภาพที่ 3-36 การสำรวจภาคสนามโรงพยาบาล ข

ตารางที่ 3-22 ผลการสำรวจแหล่งกำเนิดน้ำเสียที่ปล่อยลงสู่ระบบบำบัดของโรงพยาบาล ข

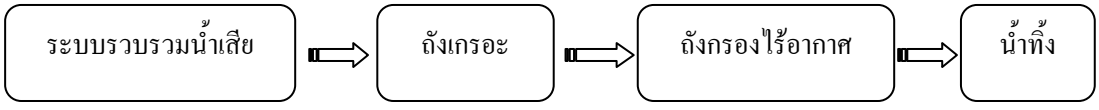
ระบบบำบัด	งานบริการภายในอาคารที่ก่อให้เกิดน้ำเสีย
อาคารผู้ป่วยนอก 1	งานตรวจรักษา งานชันสูตร งานเภสัชกรรม งานการเงิน งานฉีดยา-ทำแผล งานประกัน ห้องประชุม งานคอมพิวเตอร์งานเวชระเบียน ห้องพักแพทย์
อาคารผู้ป่วยนอก 2	งานทันตกรรม งานเอกซเรย์งานคลอด งานอุบัติเหตุฉุกเฉินงานผ่าตัดเล็ก ห้องพักพยาบาล
อาคารผู้ป่วยใน	งานผู้ป่วยในสามัญและพิเศษ
อาคารโรงครัว	งานโรงครัว
อาคารซักฟอก	งานซักฟอก

3.4.1.3 เขียนแผนภาพขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัด

จากการสำรวจภาคสนามโรงพยาบาลของมีระบบบำบัด ทั้งหมด 5 ระบบ ประกอบด้วย ระบบบำบัดสำหรับอาคารผู้ป่วยนอก 2 ระบบ (OPD1, OPD2) ระบบสำหรับอาคารผู้ป่วยใน 1 ระบบ (IPD) ระบบบำบัดสำหรับอาคารโรงครัว 1 ระบบ (C) และระบบบำบัดสำหรับอาคารซักฟอก 1 ระบบ (W) ลำดับขั้นตอนการทำงานแสดงดังภาพที่ 3-37 และ 3-38



ภาพที่ 3-37 ลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยนอก ผู้ป่วยในและโรงครัว โรงพยาบาล ข



ภาพที่ 3-38 ลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัดอาคารซักฟอกโรงพยาบาล ข

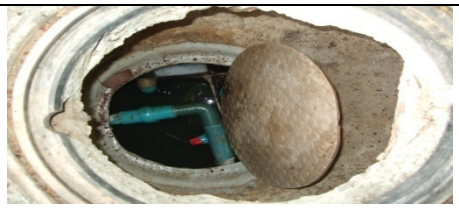
3.4.1.4 ศึกษาหน้าที่การทำงานของหน่วยย่อยภายในระบบบำบัด

ศึกษาหน้าที่การทำงานของหน่วยย่อยภายในระบบแต่ละหน่วยของระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสียร่วมกับทีมงาน โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาพิจารณาเพื่อให้ทราบสภาวะของหน่วยย่อยภายในระบบว่ามีสภาพปกติหรือไม่ สามารถทำงานได้ระดับใดและใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการดำเนินงานปรับปรุงแก้ไขต่อไป ดังตารางที่ 3-23 และ 3-24

ตารางที่ 3-23 ผลการศึกษาหน้าที่ระบบรวบรวมน้ำเสียโรงพยาบาล ข

ระบบรวบรวมน้ำเสีย	หน้าที่
 ท่อลำเลียง	ลำเลียงน้ำเสียเข้าสู้ระบบบำบัด ป้องกันการรั่วไหลของน้ำเสียออกสู่ภายนอกซึ่งจะก่อให้มีการแพร่กระจายของมลพิษ โดยเฉพาะเชื้อโรค และป้องกันสิ่งปนเปื้อนจากภายนอกเข้าสู่ระบบ เช่น ขยะ กรวด หิน ทราย น้ำฝน และน้ำใต้ดิน เป็นต้น
 บ่อพักน้ำเสีย	รองรับน้ำเสียจากท่อรวบรวมน้ำเสียที่มาจากส่วน ต่าง ๆ ของอาคาร และค่อยๆ ปล่อยน้ำเสียเข้าระบบบำบัด โดยใช้ท่อ พีวีซีขนาด 4 นิ้ว ควบคุมลำเลียงน้ำเสียสู่ระบบบำบัด
 บ่อดักกลิ่น	ป้องกันกลิ่นจากระบบบำบัดย้อนกลับเข้ามาภายในตัวอาคาร โดยจะมีการติดตั้งบริเวณจุดที่มีการเชื่อมต่อระหว่างระบบบำบัดกับตัวอาคาร เช่น อ่างล้างมือ อ่างล้างเครื่องมือ และอ่างแช่ผ้าก่อนซักล้าง ซึ่งภายในบ่อดักกลิ่นจะต้องมีน้ำขังอยู่ตลอดเวลา
 บ่อดักขยะ	แยกขยะและของแข็งที่มีขนาดใหญ่ออกจากน้ำเสียก่อนปล่อยเข้าสู่ระบบบำบัด เนื่องขยะทำให้เกิดการอุดตันขัดขวางการทำงานของระบบ และตะกอนในระบบเต็มเร็ว ทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดลดลง
 บ่อดักไขมัน	แยกชั้นไขมันและน้ำเสียออก ส่วนที่เป็นไขมันตักออกแล้วนำไปกำจัด ส่วนน้ำเสียปล่อยเข้าสู่ระบบบำบัดต่อไป เนื่องจากไขมันจะขัดขวางการทำงานของจุลินทรีย์ ส่งผลให้ประสิทธิการบำบัดลดลง

ตารางที่ 3-24 ผลการศึกษาหน้าที่ของหน่วยย่อยภายในระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล ข

หน่วยย่อยภายในระบบบำบัด	หน้าที่
 ถังเกรอะ	แยกตะกอนหนัก ตะกอนเบา บำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ได้ประมาณ ร้อยละ 30 - 60 โดยกระบวนการทางชีวภาพ อาศัยจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้ออกซิเจน และทำลายเชื้อที่ก่อให้เกิดโรค และพยาธิ
 ถังกรองไร้อากาศ	การบำบัดตะกอนหรือสร้างเสถียรภาพให้กับตะกอนอินทรีย์และบำบัดน้ำเสียจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์แบบไร้ออกซิเจนที่ใช้ลดความเข้มข้นของสารอินทรีย์ให้เหลือน้อยลง โดยตะกอนจะถูกย่อยสลายส่วนของก้นถัง
 ถังเติมอากาศ	เป็นส่วนบำบัดหลักในการกำจัดความสกปรก สารอินทรีย์ คอลลอยด์ ของแข็งแขวนลอย และลดปริมาณเชื้อโรค โดยอาศัยจุลินทรีย์ชนิดที่ใช้ออกซิเจนในการเจริญเติบโต จึงต้องมีการเติมอากาศตลอดเวลา และภายในมีตัวกลางเพื่อพื้นที่การสัมผัสของจุลินทรีย์
 ถังตกตะกอน	แยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำใส เนื่องจากน้ำเสียจากถังเติมอากาศจะมีการย่อยสลายสารอินทรีย์และเกิดตะกอนจุลินทรีย์จำนวนมาก โดยอาศัยแรงดึงดูดของโลก น้ำเสียที่เข้ามาในระบบจะถูกชะลอความเร็วและนิ่ง
 ถังเติมคลอรีน	รองรับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว เพื่อฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน ซึ่งจะทำให้น้ำทิ้งมีความสะอาดมากยิ่งขึ้น สามารถระบายสู่แหล่งสาธารณะ

3.4.1.5 การกำหนดวิธีการและพารามิเตอร์การควบคุมระบบ

กำหนดวิธีการและพารามิเตอร์ควบคุมระบบร่วมกับทีมงานภายใต้บริบทของโรงพยาบาล ได้แก่ บุคลากร เครื่องมืออุปกรณ์ และระยะเวลาในการดำเนินงาน เป็นต้น โดยกำหนดวิธีการ ที่ง่าย สะดวกรวดเร็ว ปลอดภัย ประหยัด พารามิเตอร์ที่เลือกใช้เป็นตัวชี้วัดได้

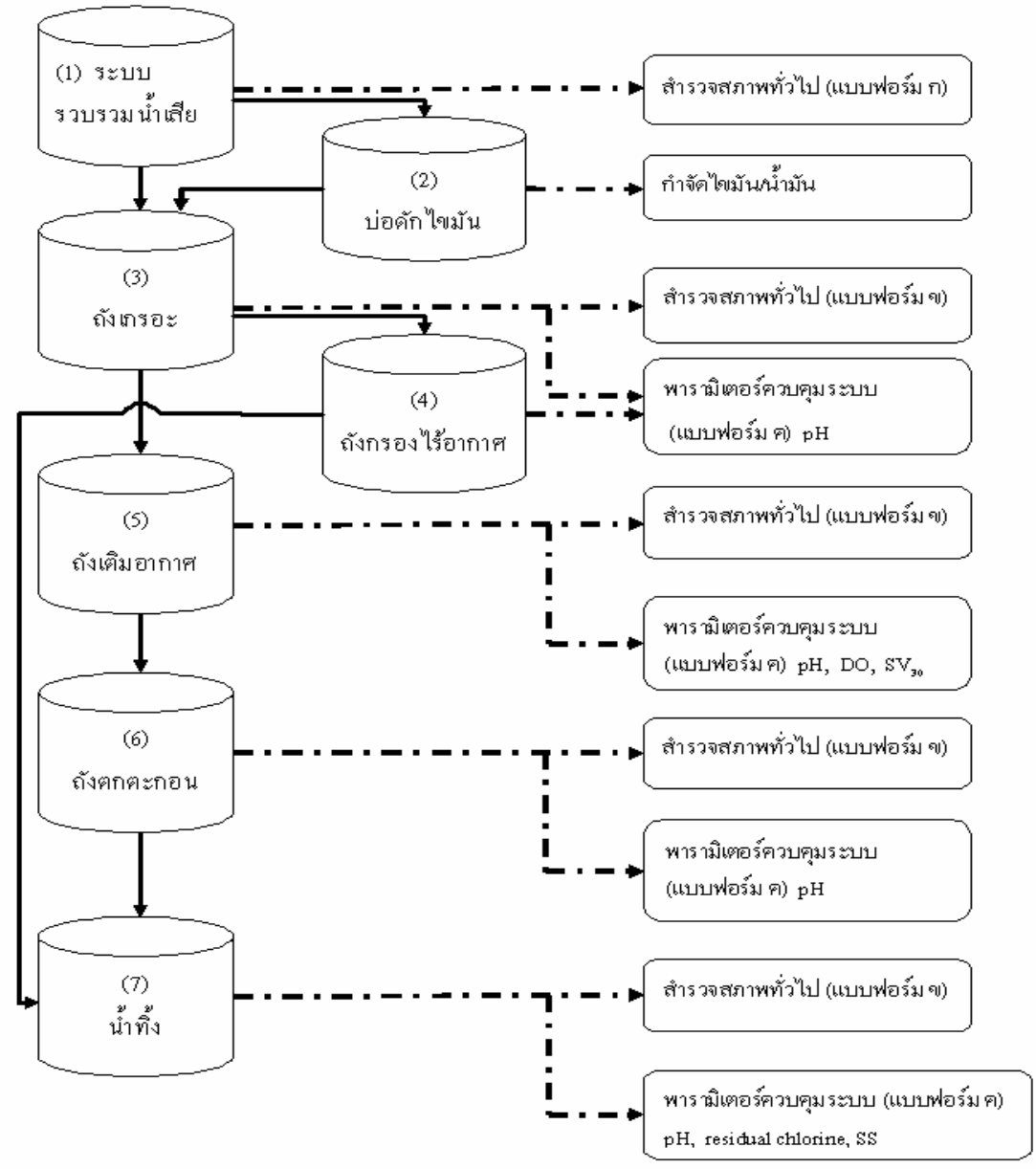
และมีความจำเป็นในการควบคุมระบบ ทั้งนี้เมื่อปฏิบัติงานจริงให้มีการปรับปรุงได้ตามความเหมาะสม ผลการดำเนินงาน ดังนี้

1) กำหนดวิธีการและพารามิเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมระบบ ดังตารางที่ 3-25 และ ภาพที่ 3-39

ตารางที่ 3-25 วิธีการตรวจสอบและควบคุมระบบบำบัดจากการทดลองในโรงพยาบาล ข

ระบบบำบัด	**วิธีการตรวจสอบและควบคุมระบบ**	
	ระบบรวบรวมน้ำเสีย	**ระบบบำบัด**
อาคาร ผู้ป่วยนอก 1	ตรวจสอบสภาพทั่วไปใช้แบบฟอร์ม ก	ตรวจสอบสภาพทั่วไปโดยใช้แบบฟอร์ม ข วัดพารามิเตอร์ควบคุมระบบตามแบบฟอร์ม ค
อาคาร ผู้ป่วยนอก 2	ตรวจสอบสภาพทั่วไปใช้แบบฟอร์ม ก	ตรวจสอบสภาพทั่วไปโดยใช้แบบฟอร์ม ข วัดพารามิเตอร์ควบคุมระบบตามแบบฟอร์ม ค
อาคาร โรงครัว	ตรวจสอบสภาพทั่วไปใช้แบบฟอร์ม ก	ตรวจสอบสภาพทั่วไปโดยใช้แบบฟอร์ม ข วัดพารามิเตอร์ควบคุมระบบตามแบบฟอร์ม ค
อาคาร ซักฟอก	ตรวจสอบสภาพทั่วไปใช้แบบฟอร์ม ก	ตรวจสอบสภาพทั่วไปโดยใช้แบบฟอร์ม ข วัดพารามิเตอร์ควบคุมระบบตามแบบฟอร์ม ค

หมายเหตุ การตรวจสอบ บำรุงรักษา เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ต่างๆบันทึกในแบบฟอร์ม ง รายละเอียดแบบฟอร์ม ก ข ค และ ง อยู่ในภาคผนวก ข



ภาพที่ 3-39 ขั้นตอนการตรวจสอบและควบคุมระบบบำบัด

ขั้นตอนการตรวจสอบและควบคุมระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยนอกและผู้ป่วยใน (1 3 5 6 และ7) ระบบบำบัดอาคารโรงครัว (1 2 3 5 6 และ 7) และระบบบำบัดอาคารซักฟอก (1 3 4 และ7)

2) กำหนดเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงานควบคุมระบบ โดยใช้หลัก ง่าย รวดเร็ว สะดวก ปลอดภัย ประหยัด และใช้เป็นตัวชี้วัดสภาพการทำงานของระบบได้ ดังภาพที่ 3-40

ชุดตรวจพีเอช

นาฬิกาจับเวลา

อุปกรณ์ตักฝ้าไข

อุปกรณ์เก็บตัวอย่างและชุดตรวจปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ

ชุดตรวจคลอรีนตกค้าง

ชุดวัดปริมาณตะกอนจมตัว

ภาพที่ 3-40 เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมระบบบำบัด

3) กำหนดเจ้าหน้าที่รับผิดชอบในการปฏิบัติงาน ดังตารางที่ 3-26

ตารางที่ 3-26 บุคลากรที่มีความสำคัญในการควบคุมระบบ

บุคลากร	บทบาทหน้าที่หลัก
 ผู้ควบคุมระบบ	กำหนดวิธีการสำหรับการควบคุมดูแลระบบบำบัด น้ำเสีย สนับสนุนการปฏิบัติให้ได้ผลตามข้อกำหนด ปรับปรุงและพัฒนาวิธีการปฏิบัติงานให้เหมาะสม ตรวจติดตาม ควบคุม และแก้ไขปัญหา ค้นคว้า ศึกษาเพิ่มเติม และการวิจัย
 นายช่าง	ร่วมปฏิบัติงานกับผู้ปฏิบัติงานภาคสนาม ในการตรวจสอบ ควบคุม บำรุงรักษา ด้านโครงสร้างของระบบบำบัด เครื่องมือและอุปกรณ์ และ ระบบไฟฟ้า
 ผู้ปฏิบัติงานภาคสนาม	ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ ดำเนินการตรวจสอบสังเกตสภาพการทำงานของระบบ ควบคุม และบำรุงรักษาระบบ ตรวจวัดพารามิเตอร์ควบคุมระบบ บันทึกสภาพการทำงานและปัญหาของระบบรายงานผลต่อผู้ควบคุมระบบ ศึกษาและพัฒนาตนเองอย่างสม่ำเสมอ

3.4.1.6 ดำเนินการตามวิธีที่กำหนด ได้แก่

1) ตรวจสอบระบบรวบรวมน้ำเสียสัปดาห์ละ 1 ครั้ง (แบบฟอร์ม ก)

2) สำรวจระบบบำบัดสัปดาห์ละ 1 ครั้ง (แบบฟอร์ม ข)

3) วิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมระบบทุกวันในสัปดาห์แรก หลังจาก นั้นดำเนินการสัปดาห์ละ 1 ครั้ง (แบบฟอร์ม ค)

4) บันทึกการบำรุงรักษาเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ (แบบฟอร์ม ง)

ทั้งนี้การควบคุมระบบสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมของโรงพยาบาลและปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินงาน

3.4.1.7 บันทึกข้อมูลที่ได้ลงในแบบฟอร์ม ก ข ค และ ง จัดทำเป็นฐานข้อมูลของโรงพยาบาล

3.4.1.8 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ร่วมกันระหว่าง ผู้ควบคุมระบบ นายช่าง และผู้ปฏิบัติ เพื่อประเมินสภาพการทำงานของระบบ ปัญหา และหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข

3.4.1.9 ดำเนินการแก้ไขตามแนวทางที่กำหนดไว้

3.4.1.10 ประเมินผล และทบทวนผลการดำเนินงาน

3.4.2 ผลการดำเนินงานตามแนวทางการจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาล ข

3.4.2.1 ผลการสำรวจระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียด้วยแบบฟอร์ม ก ข ค และ ง สรุปปัญหาที่พบ ดังนี้

1) ระบบรวบรวมน้ำเสีย ปัญหาที่พบที่สำคัญ ได้แก่ ท่อลำเลียงเกิดการอุดตัน จากขยะและมีตะกอนหนักจำนวนมาก ท่อลำเลียงบางส่วนชำรุดจากการก่อสร้างอาคารใกล้เคียง

2) ระบบบำบัด ปัญหาที่พบที่สำคัญ ได้แก่ ถังเกรอะ มีปริมาณตะกอนจำนวนมาก โดยเฉพาะอาคารผู้ป่วยใน มีตะกอนลอยล้นออกนอกถัง สีดำ มีกลิ่น ถังเติมอากาศ พบ มีตะกอนน้อย ตัวกลางหลุด ทำให้การกวนไม่ทั่วทั้งถัง เครื่องเติมอากาศหยุดทำงาน เนื่องจากฟิวส์ขาด ปลั๊กไฟชำรุด ถังเติมคลอรีนมีสภาพชำรุดทั้งหมด จึงมีการประยุกต์วิธีการเติมคลอรีนโดยใช้ท่อ PVC ใช้บรรจุคลอรีนแท่งแทน

3.4.2.2 วัดพารามิเตอร์ที่ใช้ควบคุมระบบ ได้แก่ พีเอช ออกซิเจนละลาย ปริมาณตะกอนจมตัว ปริมาณตะกอนหนัก และคลอรีนตกค้าง โดยผู้วิจัยให้คำแนะนำผู้ปฏิบัติงานภาคสนามในการวิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมระบบ ผลการดำเนินงาน ดังตารางที่ 3-27

ตารางที่ 3- 27 ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมระบบในช่วงสัปดาห์แรก

ระบบบำบัด	ถังเกรอะ	ถังกรองไร้อากาศ	ถังเติมอากาศ			ถังตกตะกอน		น้ำทิ้ง	
	pH	pH	pH	DO (mg/L)	SV_{30} (mL/L)	pH	pH	Residual Chlorine (mg/L)	SS (mg/L)
OPD1	7.1-8.2	-	8.1-8.2	2.2-5.0	10-51	7.4-8.2	8.1	NR-0.5	<0.1-0.4
OPD2	7.2-7.7	-	7.9-8.1	1.4-4.3	<1-7	7.6-8.1	7.8-8.0	NR->2.5	<0.1
IPD	7.2-7.9	-	7.6-8.0	0-2.3	<1-6	7.6-7.9	7.6-8.0	NR-2.5	<0.1
K	6.6-7.7	-	6.7-7.4	0-1.7	1.5-12	7.3-8.0	6.9-7.5	NR-0.5	<0.1
W	8.1-9.2	8.7-9.6	-	-	-	-	8.7-9.5	-	<0.1

หมายเหตุ NR คือ ไม่พบ

จากผลการตรวจสอบระบบบำบัดและการวิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียทั้ง 5 ระบบ พบสภาพปัญหาและดำเนินการแก้ไข ดังนี้

1) ท่อลำเลียงน้ำเสียอุดตัน กำจัดขยะและตะกอนหนักออก โดยการขุดลอกและใช้แรงดันน้ำฉีด ติดตั้งตะแกรง และประชาสัมพันธ์ให้ผู้รับบริการทราบ เพื่อไม่มีทิ้งขยะลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย ดำเนินซ่อมแซมในส่วนที่ชำรุด ตรวจสอบระบบรวบรวมน้ำเสียทุกสัปดาห์ด้วยแบบฟอร์ม ก

2) ปัญหาตะกอนมากเกินไปในถังเกรอะและถังตกตะกอน ทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดของระบบลดลง แก้ไขโดยสูบตะกอนทิ้ง และกำจัดฝ้าไขในถังตกตะกอนอย่างสม่ำเสมอ

3) ปัญหาตัวกลางหลุด ขัดขวางการเติมอากาศและการกวน ดำเนินการเก็บตัวกลางขึ้นมาผูกใหม่ก่อนนำไปใส่ภายในบ่อเติมอากาศ ดังภาพที่ 3-41

ภาพที่ 3-41 ตัวกลางระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยใน

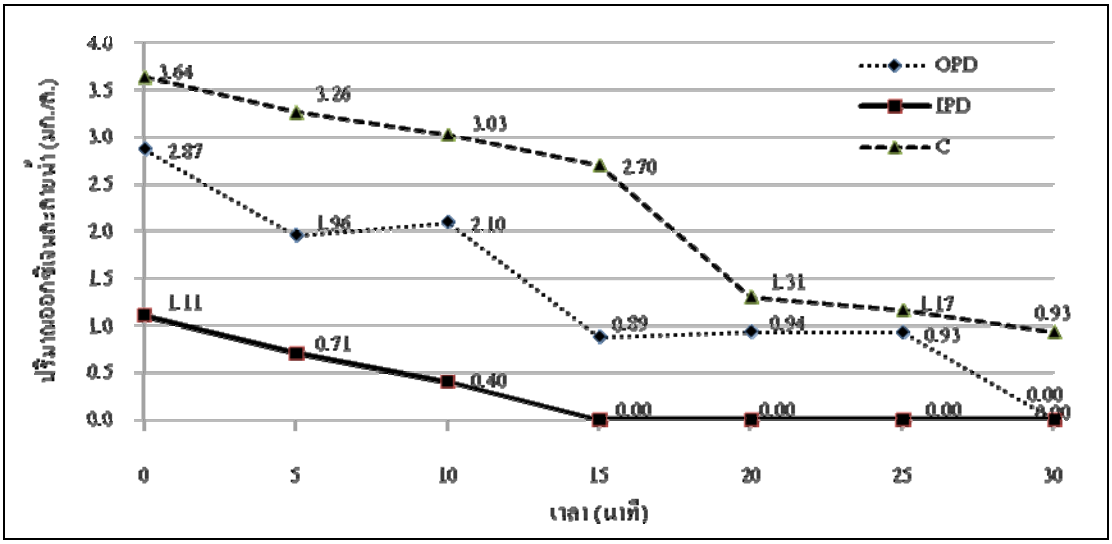
4) ค่าพีเอชระบบบำบัดอาคารซักฟอกสูงเกินไป อยู่ในช่วง 8.1-9.6 พบว่า เกิดจากการใช้ผงซักฟอกและน้ำยาขจัดคราบทำให้พีเอชน้ำเสียเข้าสู่ระบบสูง ซึ่งจะยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ภายในระบบบำบัด วิธีการแก้ไขแนะนำให้ใช้ปริมาณสารซักฟอกที่เหมาะสม โดย มีการชั่งน้ำหนักผ้าที่ซักและตวงปริมาณสารซักฟอกให้พอดีกับน้ำหนักผ้า ส่วนวิธีการอื่นๆ ได้แก่ การเติมอากาศจะช่วยให้พีเอชลดลง

5) ถังเติมอากาศมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำกว่า 1 มก./ล. พบในระบบอาคารผู้ป่วยใน และอาคารโรงครัว จากการตรวจสอบระบบพบว่า อาคารผู้ป่วยในเกิดจากตัวกลางหลุดและขัดขวางการเติมอากาศภายในถังเติมอากาศ ส่วนอาคารโรงครัวไม่มีการตักไขมันในบ่อดักไขมันทิ้งทำให้มีไขมันหลุดเข้าไปภายในระบบ วิธีแก้ไขแนะนำให้ดำเนินการจัดวางตัวกลางภายในถังเติมอากาศให้เหมาะสม ตักไขมันในบ่อดักไขมันทิ้งอย่างสม่ำเสมอ ปรับอัตราการเติมอากาศให้เพิ่มขึ้น ติดตามวัดปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ตรวจสอบสภาพการทำงานของเครื่องเติมอากาศให้อยู่ในสภาพปกติอย่างสม่ำเสมอ และดำเนินการทดลองหาปริมาณออกซิเจนละลายในสภาวะต่างๆ ได้แก่

5.1) ทดสอบหาปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในถังเติมอากาศ เมื่อเครื่องเติมอากาศหยุดทำงานภายในถังเติมอากาศจากระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยนอก อาคารผู้ป่วยใน และอาคารโรงครัว ดังนี้ ปัจจัยที่มีผลต่อการลดลงของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำได้แก่ ประสิทธิภาพการเติมอากาศของเครื่องเติมอากาศ (blower) ระยะเวลาเติมอากาศ ภาระบรรทุกหรือความสกปรกของน้ำเสีย อัตราไหลของน้ำเสียที่เข้าระบบบำบัด และขนาดของถังเติมอากาศ วิธีการทดลองโดยหยุดเติมอากาศและเก็บตัวอย่างน้ำวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่ 0 5 10 15 20 นาที ผลการทดลอง ดังภาพที่ 3-42

ตารางที่ 3-28 สภาวะถังเติมอากาศภายในระบบบำบัดที่ใช้ในการทดสอบหาปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ

ระบบบำบัด	ขนาดถังเติมอากาศ (ลบ.ม.)	อัตราการเติมอากาศ (ลิตร/นาที)	ภาระบรรทุกในรูปของ BOD_5 (กก./ลบ.ม.-วัน)	อัตราไหลเฉลี่ย (ลิตร/ชม.)
อาคารผู้ป่วยนอก	2.56	100	0.58	45
อาคารผู้ป่วยใน	8.28	400	1.12	701
อาคารโรงครัว	2.88	200	3.45	285

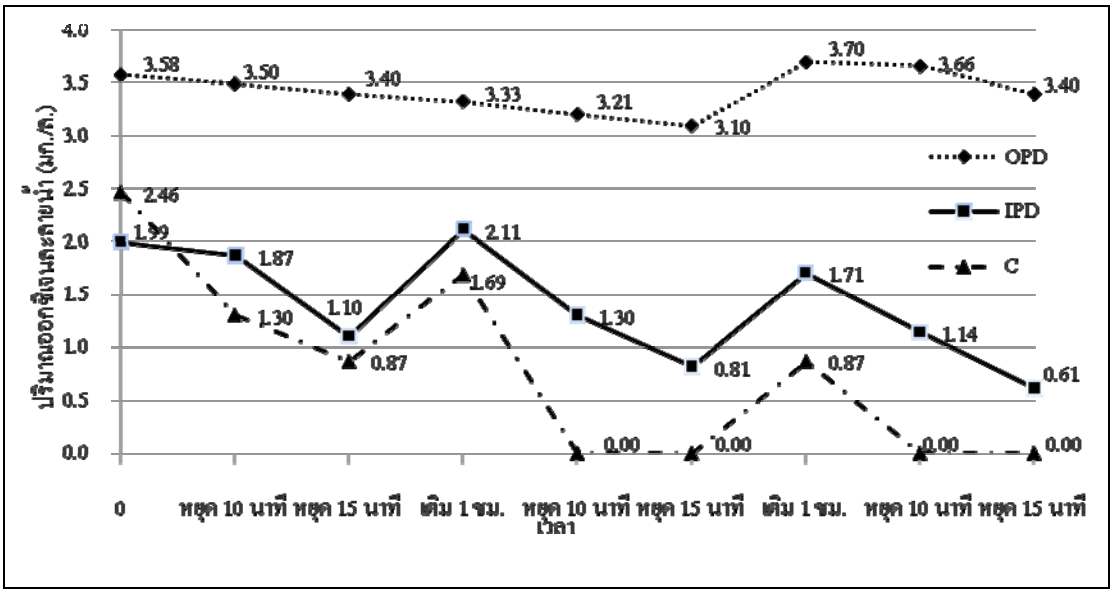


ภาพที่ 3-42 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำภายในถังเติมอากาศเมื่อหยุดเติมอากาศ ระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยนอก (OPD) อาคารผู้ป่วยใน (IPD) และอาคารโรงครัว (C) โรงพยาบาล ข

เมื่อทดลองหยุดเติมอากาศภายในถังเติมอากาศของระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยนอก อาคารผู้ป่วยใน และอาคารโรงครัว เพื่อหาแนวโน้มการลดลงของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ พบว่า ในช่วงเวลา 5-10 นาทีแรก ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงประมาณร้อยละ 10-44 และลดลงเป็นร้อยละ 28-100 ตั้งแต่ 15 นาทีเป็นต้นไป โดยเฉพาะอาคารโรงครัวปริมาณออกซิเจนละลายน้ำหมดภายใน 15 นาที เนื่องจากน้ำเสียมีภาระบรรทุกสูง ปริมาณออกซิเจนที่เหลือหลังหยุดเติมอากาศน้อยและลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งปริมาณออกซิเจนละลายน้ำภายในถังเติมอากาศไม่ควรต่ำกว่า 1 มก./ล. จึงทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ดี แต่ถ้าหากเติมอากาศมากเกินไปก็จะเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ผู้ควบคุมระบบสามารถนำข้อมูลเหล่านี้ประกอบการพิจารณาวางแผนการดำเนินงานเมื่อระบบเติมอากาศมีปัญหาหรือหยุดทำงาน ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำภายในถังเติมอากาศของแต่ละระบบจะลดลงตามปัจจัยต่างๆ ซึ่งแตกต่างกัน และใช้เป็นข้อมูลทดสอบหา รอบการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศที่เหมาะสมและประหยัดโดยไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในระบบ

5.2) ทดลองหารอบการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศที่เหมาะสม กำหนดรอบการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ 3 รอบ ได้แก่ รอบแรก หยุดเติมอากาศเก็บตัวอย่างเริ่มต้นทันทีที่ 0 10 และ 15 นาที แล้วเปิดเครื่องเติมอากาศเป็นเวลา 1 ชั่วโมง รอบที่ 2 หยุดเติมอากาศเริ่มเก็บ

ตัวอย่างที่ 0 10 และ 15 นาที รอบที่ 3 หยุดเติมอากาศเริ่มเก็บตัวอย่างที่ 0 10 และ 15 นาที ผลการทดลองดังภาพที่ 3-43



ภาพที่ 3-43 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเมื่อมีการเติมและหยุดเติมอากาศภายในถังเติมอากาศช่วงเวลาต่างๆ ของระบบบำบัด อาคารผู้ป่วยนอก (OPD) อาคารผู้ป่วยใน (IPD) และอาคารโรงครัว (C) โรงพยาบาล ข

จากการทดลองหารอบการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศและวัดปริมาณออกซิเจนละลายน้ำภายในถังเติมอากาศ พบว่า ลักษณะปริมาณออกซิเจนละลายน้ำภายในถังเติมอากาศมีการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกัน ซึ่งถังเติมอากาศควรมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำไม่ต่ำกว่า 1 มก./ล. ระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยนอกหยุดเติมอากาศได้ประมาณ 15 นาที โดยปริมาณออกซิเจนละลายน้ำไม่ต่ำกว่า 1 มก./ล. ระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยใน 10 นาทีและระบบบำบัดอาคารโรงครัวน้อยกว่า 10 นาที ทั้งนี้ผู้ควบคุมระบบสามารถทดลองยืดระยะเวลาการเติมอากาศให้นานขึ้น เป็น 2 หรือ 3 ชั่วโมง เพื่อให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำภายในถังเติมอากาศเพิ่มขึ้นและวัดในช่วงเวลาต่างๆ เพื่อหารอบที่เหมาะสม ข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาใช้พิจารณาในการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศโดยไม่มีผลกระทบต่อการทำงานของระบบ อาจพิจารณาติดตั้งเครื่องควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ (timer) ซึ่งจะช่วยยืดอายุการทำงานของเครื่องเติมอากาศและประหยัดค่าไฟฟ้า ตัวอย่าง เช่น ระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยนอก ปกติเครื่องเติมอากาศทำงานตลอดเวลา 24 ชั่วโมง คิดเป็นค่าใช้จ่าย (ค่าไฟฟ้า) 236.26 บาทต่อเดือน (ตารางที่ 3-5) หากควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องเติม

อากาศโดย เปิด 1 ชั่วโมงและปิด 15 นาทีต่อรอบ จะช่วยประหยัดเงินค่าไฟฟ้าประมาณเดือนละ 46.76 บาท คิดเป็นร้อยละ 19.79 เป็นต้น

6) ปริมาณตะกอนในถังเติมอากาศน้อย จากการวัดปริมาณตะกอนจมตัว ดำเนินการหาสาเหตุของปริมาณตะกอนในระบบน้อย ซึ่งอาจเกิดจาก สภาวะไม่เหมาะสม เช่น พีเอชต่ำหรือสูงเกินไป ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำกว่า 1 มก./ล. มีธาตุอาหารน้อย และมีสารพิษเข้าสู่ระบบบำบัด เป็นต้น จากการควบคุมระบบบำบัด พบว่า พีเอชและปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในเกณฑ์ปกติ จึงดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้าถังเติมอากาศวิเคราะห์หาค่า COD BOD_5 TKN และเก็บตัวอย่างน้ำในถังเติมอากาศ วิเคราะห์หาค่า SVI ดังตารางที่ 3-29

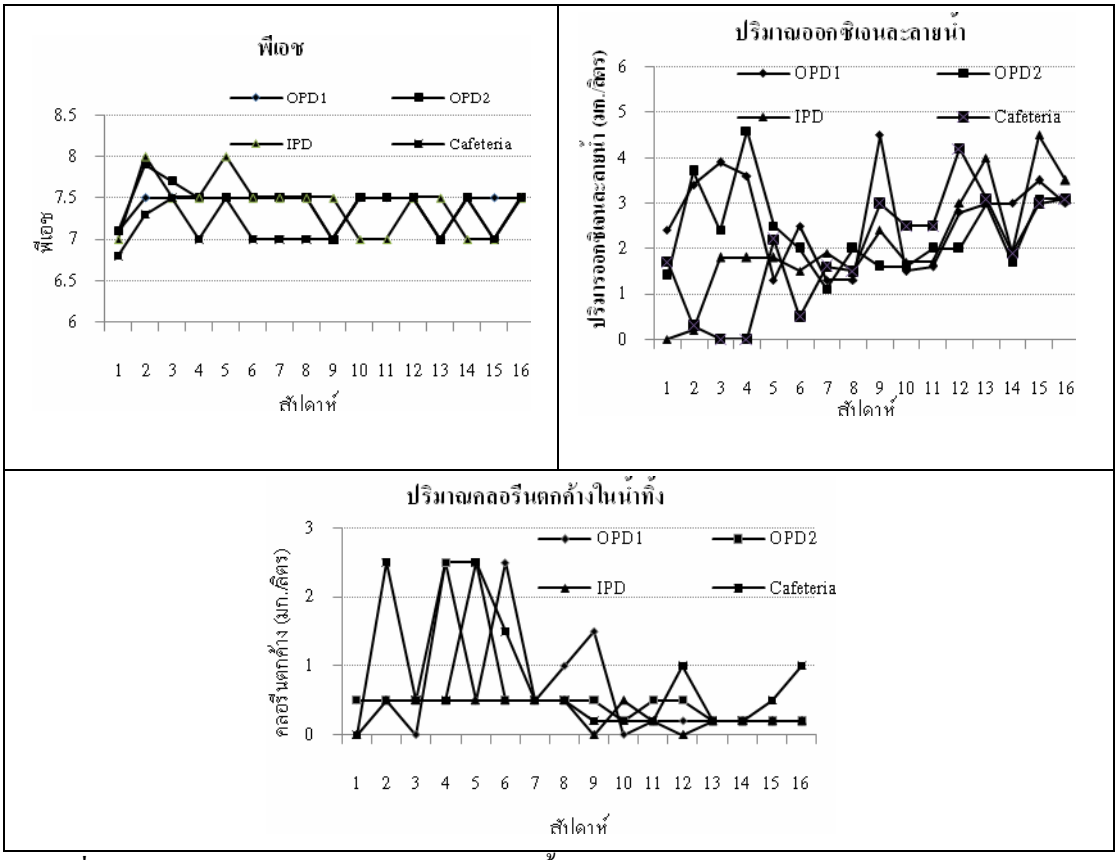
ตารางที่ 3-29 ผลการวิเคราะห์น้ำเสียก่อนเข้าถังเติมอากาศและค่า SVI ถังเติมอากาศ

ระบบบำบัด	พารามิเตอร์			
	COD (มก./ล.)	**BOD_5 (มก./ล.)**	**TKN (มก./ล.)**	**SVI (มล./ก.)**
อาคารผู้ป่วยนอก 1	204.0	120.6	70.6	73.9
อาคารผู้ป่วยนอก 2	201.0	102.5	80.1	25.0
อาคารผู้ป่วยใน	207.0	77.1	22.4	115.4
อาคารโรงครัว	303.0	104.2	33.0	75.0

พบว่า ปัญหาปริมาณตะกอนในถังเติมอากาศน้อย จากการวัดปริมาณตะกอนจมตัวอยู่ในช่วง <1-51 มก./ล. (ตารางที่ 3-19) เมื่อน้ำเสียก่อนเข้าถังเติมอากาศมาวิเคราะห์ พบว่ามีปริมาณสารอินทรีย์ในรูปของ BOD_5 น้อย คือ อยู่ในช่วง 77.1-120.6 มก./ล. และค่าดัชนีปริมาตรตะกอนควรมีค่าอยู่ในช่วง 80-120 มล./ก. (สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2545)

7) ไม่พบปริมาณคลอรีนตกค้างในน้ำทิ้ง พบว่า หากมีน้ำเสียเข้าระบบบำบัดมาก ปริมาณคลอรีนตกค้างจะน้อยลงจนตรวจไม่พบ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมปริมาณคลอรีนเติมลงในระบบบำบัดได้ จึงทำให้ปริมาณคลอรีนตกค้างไม่สม่ำเสมอและน้อยเกินไป คือ ต่ำกว่า 0.1 มก./ล. และระยะเวลาเก็บกักของถังเติมคลอรีนน้อย คือ อยู่ในช่วง 3-10 นาที (ตารางที่ 3-3) ทำให้เวลาการสัมผัสคลอรีนน้อยลงด้วย ทำให้ประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อโรคลดลง วิธีการแก้ไข เสนอแนะให้สร้างบ่อเติมคลอรีน เนื่องจากประสิทธิภาพของคลอรีนขึ้นกับปริมาณคลอรีนและระยะเวลาสัมผัส ความต้องการคลอรีนในการฆ่าเชื้ออยู่ในช่วง 2-8 มก./ล. คลอรีนตกค้างควรอยู่ในช่วง 0.5-1 มก./ล. และระยะเวลาการสัมผัสอยู่ในช่วง 15-30 นาที

เมื่อดำเนินการปรับปรุงระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัด แก้ไขปัญหาที่พบจากการสำรวจ และดำเนินการควบคุมระบบตามแนวทางที่กำหนดเป็นระยะเวลา 4 เดือน จนระบบอยู่ในสภาวะเสถียร ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมระบบที่สำคัญ แสดงดังภาพที่ 3-34

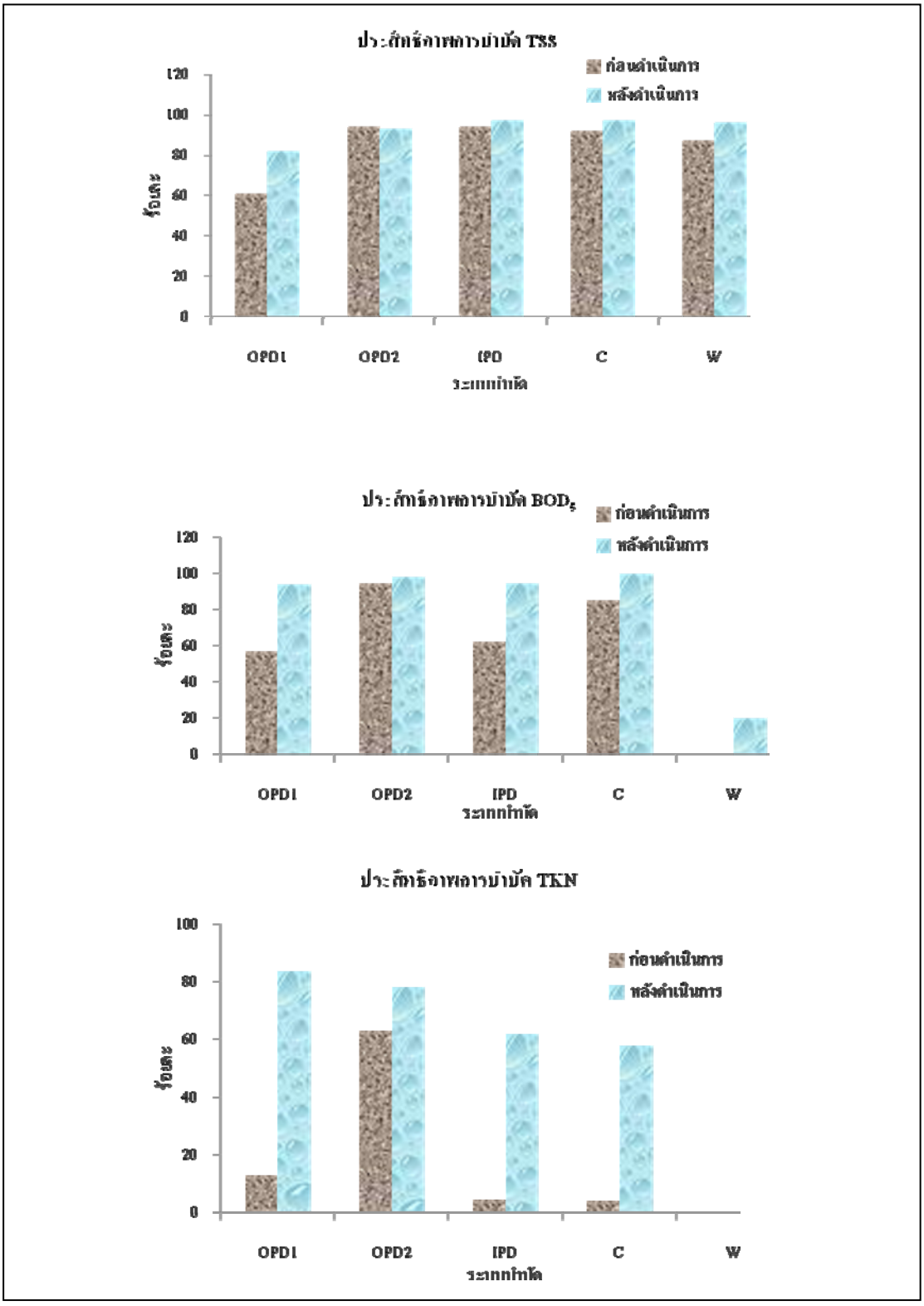


ภาพที่ 3-44 พีเอช ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในถังเติมอากาศ และปริมาณคลอรีนตกค้างในน้ำทิ้ง ระหว่างการควบคุมระบบตามแนวทางการจัดการน้ำเสียเป็นระยะเวลา 4 เดือน

ผลการควบคุมระบบเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ก่อนเก็บตัวอย่าง จากการตรวจสอบสภาพการทำงานทั่วไป ระบบรวบรวมน้ำเสีย และระบบบำบัด ด้วยแบบฟอร์ม ก และ ข พบว่าอยู่ในสภาวะปกติ ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมระบบสภาวะในถังเติมอากาศ มีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 7.0-7.5 และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในช่วง 1.7-4.5 มก./ล. ปริมาณคลอรีนตกค้างอยู่ในช่วง 0.2-1 มก/ล. ส่วนระบบบำบัดอาคารซักฟอก ถังเกรอะ ถังกรองไร้อากาศ มีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 8.5-9.0 หลังจากนั้นจึงเก็บตัวอย่างวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการบำบัดของระบบ ดังตารางที่ 3-30 และ ภาพที่ 3-45

ตารางที่ 3-30 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งหลังการทดลองควบคุมระบบบำบัดเป็นระยะเวลา 4 เดือน ของโรงพยาบาล ข

พารามิเตอร์	เกณฑ์มาตรฐาน	ระบบบำบัดน้ำเสีย														
		ผู้ป่วยนอก 1			ผู้ป่วยนอก 2			ผู้ป่วยใน			โรงครัว			ซักฟอก		
		influent	effluent	%remove	influent	effluent	%remove	influent	effluent	%remove	influent	effluent	%remove	influent	effluent	%remove
pH	6-9	6.2	7.5	-	7.8	7.7	-	7.9	7.4	-	5.3	7.2	-	9.0	9.2	-
TSS (มก./ล.)	ไม่เกิน 30	250.0	45.5	81.8	360.0	25.0	93.1	580.0	16.7	97.1	866.7	25.2	97.1	148.0	5.6	96.2
BOD_5 (มก./ล.)	ไม่เกิน 20	209.6	12.8	93.9	530.2	9.5	98.2	186.8	10.2	94.5	1,010	5.4	99.5	33.3	26.7	19.8
TKN (มก./ล.)	ไม่เกิน 35	60.2	9.8	83.7	303.2	66.1	78.2	74.3	28.3	61.9	51.0	21.6	57.6	2.8	10.1	-260.7
TCB (MPN/100 มล.)	ไม่เกิน 5,000	-	$>1.6x10^4$	-	-	$>1.6x10^4$	-	-	$>1.6x10^4$	-	-	<1.8	-	-	$>1.6x10^4$	-



ภาพที่ 3-45 ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียในรูปของ TSS BOD_5 และ TKN ก่อนและหลังดำเนินการควบคุมระบบโรงพยาบาล ข

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดของระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยนอก อาคารผู้ป่วยใน และอาคารโรงครัว ในรูปของ TSS อยู่ในช่วงร้อยละ 81.8-97.1 BOD_5 อยู่ในช่วงร้อยละ 93.9-99.5 และ TKN อยู่ในช่วงร้อยละ 57.6-83.7 สำหรับระบบบำบัดอาคารซักฟอก ประสิทธิภาพการบำบัดในรูปของ TSS เท่ากับร้อยละ 96.2 BOD_5 เท่ากับร้อยละ 19.8 ในขณะที่ TKN มีปริมาณเพิ่มขึ้นจาก 2.8 มก./ล. เป็น 10.1 มก./ล. คิดเป็นร้อยละ 260.7 พบว่า

1) ระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยนอก 1 น้ำทิ้งมีปริมาณ TSS สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน เท่ากับ 45.5 มก./ล. ตรวจสอบพบว่า มีฝ้าไขในถังตกตะกอน แนะนำให้มีตรวจสอบระบบ ควบคุมสภาพการทำงานของระบบ และกำจัดฝ้าไขอย่างสม่ำเสมอ

2) ระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยนอก 2 น้ำทิ้งมีปริมาณของ TKN สูงเกินเกณฑ์มาตรฐาน เท่ากับ 66.1 มก./ล. ตรวจสอบพบว่า ปริมาณน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดเกินค่าการออกแบบของระบบ เฉลี่ยวันละ 5.4 ลบ.ม./วันในวันทำการ ซึ่งค่าการออกแบบของระบบ เท่ากับ 3 ลบ.ม./วัน และน้ำเสียเข้าสู่ระบบมีค่า TKN สูง เท่ากับ 303.2 มก./ล. มีภาระบรรทุกในช่วงวันทำการเท่ากับ 1.27 กก./วัน (ตารางที่ 3-15) เนื่องจากอาคารผู้ป่วนนอก 2 รองรับน้ำเสียจากการคลอด ซึ่งเลือดมีส่วนประกอบของไนโตรเจนค่อนข้างสูง การแก้ไข อาจพิจารณาปรับปรุงให้ระบบมีระยะเวลาเก็บกักเพิ่มขึ้นหรือกระจายน้ำเสียไปสู่ระบบบำบัดบริเวณใกล้เคียงแทน

3) ระบบบำบัดอาคารซักฟอก น้ำเสียเข้าระบบมีพีเอชสูง 9.0 เกิดจากผงซักฟอกและน้ำยาขจัดคราบที่ใช้ในการซักล้าง ทำให้กระบวนการบำบัดทางชีวภาพล้มเหลว ประสิทธิภาพการบำบัดสารอินทรีย์ในรูป BOD_5 เท่ากับร้อยละ 19.8 เท่านั้น แนวทางการแก้ไข ควบคุมปริมาณการใช้สารซักฟอกให้เหมาะสมกับปริมาณผ้าที่ซัก และใช้วิธีการเติมอากาศเพื่อให้พีเอชลดลง เนื่องจากระบบบำบัดอาคารซักฟอกไม่มีกระบวนการฆ่าเชื้อโรคในน้ำทิ้งจากระบบบำบัดจึงมีปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมดเกินมาตรฐาน ดังนั้นควรมีการติดตั้งกระบวนการฆ่าเชื้อภายในระบบบำบัดด้วย

เมื่อพิจารณาคุณภาพน้ำทิ้งกับเกณฑ์มาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด สรุปได้ว่า หากระบบบำบัดน้ำเสียอยู่ในสภาพปกติ ปริมาณและคุณลักษณะของน้ำเสียที่เข้าระบบบำบัดไม่เกิน ค่าการออกแบบของระบบ ผู้ควบคุมระบบปฏิบัติตามแนวทางการจัดการน้ำเสียที่จัดทำขึ้น แนวทางดังกล่าวสามารถใช้ได้ผลอย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้คุณภาพน้ำทิ้งส่วนใหญ่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นกระบวนการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน เนื่องจากพบว่าปริมาณคลอรีนตกค้างในน้ำทิ้งไม่สม่ำเสมอ จึงต้องมีการปรับปรุงวิธีการเติมคลอรีนให้ถูกต้อง ปริมาณคลอรีนและระยะเวลาสัมผัสต้องเพียงพอ คือ ปริมาณคลอรีนตกค้างควรอยู่ในช่วง 0.5-1 มก./ล.ระยะเวลาสัมผัสไม่น้อยกว่า 15 นาที

บทที่ 4

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาวิจัยแนวทางการจัดการน้ำเสียแบบติดกับที่ของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30-60 เตียง มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางการแก้ไขปัญหาการจัดการน้ำเสียที่ไม่มีประสิทธิภาพของโรงพยาบาลทั้ง 3 แห่ง มีเป้าหมายในด้านการจัดการน้ำเสียที่เหมือนกันคือ ต้องการให้คุณภาพน้ำทิ้งผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด การดำเนินงานของโรงพยาบาลแต่ละแห่งแตกต่างกันตามบริบทของโรงพยาบาล ได้แก่ นโยบายด้านการจัดการน้ำเสีย ลักษณะทางภูมิศาสตร์ สภาพของดิน ความลาดชัน ลักษณะที่ตั้งของอาคาร แหล่งน้ำ และชุมชน ซึ่งมีผู้ป่วยมารับบริการประเภทผู้ป่วยนอก เฉลี่ยอยู่ในช่วง 210-250 คนต่อวัน ประเภทผู้ป่วยในคิดเป็นอัตราการครองเตียงอยู่ในช่วงร้อยละ 101.0-109.8 พบว่า

4.1.1 ลักษณะการเกิดน้ำเสียของโรงพยาบาลกรณีศึกษา

จากการวัดปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัดในวันทำการของโรงพยาบาลทั้ง 3 แห่งอยู่ในช่วง 23.0-28.5 ลบ.ม./วัน ลักษณะน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดไม่สม่ำเสมอ มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงตลอดทั้งวันขึ้นกับกิจกรรมที่ให้บริการภายในอาคาร ปริมาณสูงสุดและต่ำสุดของน้ำเสียมีความแตกต่างกันมาก พบว่า ปริมาณสูงสุดอยู่ในช่วงเช้า ระหว่างเวลา 06.00-08.00 นาฬิกา น้ำเสียส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมที่เกี่ยวกับการเตรียมความพร้อมก่อนการให้บริการ ได้แก่ การเตรียมเครื่องมือ การทำความสะอาด การล้าง และการใช้ห้องน้ำห้องส้วม ช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงของ น้ำเสียมาก คือ ช่วงเวลากลางวัน เนื่องจากกิจกรรมให้บริการส่วนใหญ่เกิดขึ้นในช่วงกลางวัน เวลา 06.00-19.00 นาฬิกา ปริมาณน้ำเสียจะลดลงเมื่อมีการหยุดพักกิจกรรมให้บริการ และมีปริมาณต่ำที่สุดในช่วงเวลา 19.00-04.00 นาฬิกา สำหรับวันหยุดราชการ พบว่า มีน้ำเสียเข้าระบบบำบัดโรงพยาบาลทั้ง 3 แห่ง อยู่ในช่วง 11.2-25.6 ลบ.ม./วัน ปริมาณน้ำเสียเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 09.00-11.00 นาฬิกา ในวันหยุดราชการปริมาณน้ำเสียเกิดขึ้นน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับวันทำการ แต่โรงพยาบาลบางแห่งอาจมีปริมาณน้ำเสียเพิ่มมากกว่าในวันทำการได้

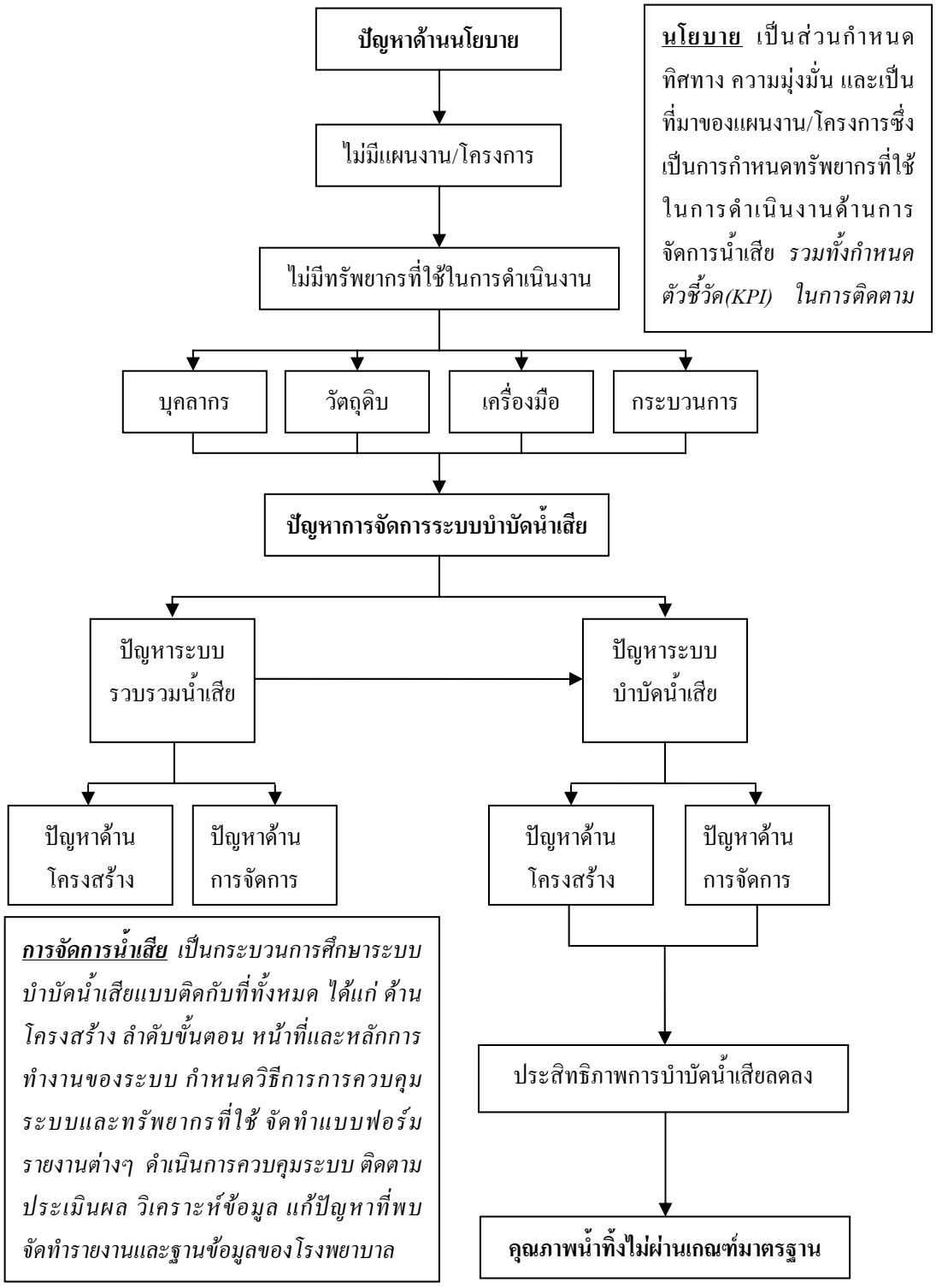
เนื่องจาก มีกิจกรรมการให้บริการเพิ่มขึ้น หรือ มีจำนวนผู้รับบริการเพิ่มขึ้นจากกิจกรรมบางประเภทที่ทำให้เกิดน้ำเสียมาก เช่น กรณีเกิดอุบัติเหตุหมู่ มีผู้ป่วยคลอดมาก หรือมีการจัดกิจกรรมให้บริการเพิ่มขึ้นในช่วงวันหยุดราชการ เป็นต้น

4.1.2 ภาพรวมของลักษณะสมบัติของน้ำเสีย

เมื่อวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดแยกตามอาคารแต่ละประเภท ประกอบด้วย อาคารผู้ป่วยนอก ผู้ป่วยใน โรงครัว และซักฟอก พบว่า อุณหภูมิน้ำเสียมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากอยู่ในช่วง 27-30 องศาเซลเซียส ซึ่งเหมาะสมกับการบำบัดด้วยวิธีทางชีวภาพ ค่าพีเอช อยู่ในช่วง 5.3-9.8 น้ำเสียจากอาคารโรงครัวมีค่าพีเอชต่ำ (5.3-6.8) น้ำเสียจากอาคารโรงครัวมีค่าพีเอชสูง (8.2-9.8) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าพีเอชที่เหมาะสมสำหรับการบำบัดทางชีวภาพ(6.5-8.5) ค่าความสกปรกในรูปของ COD BOD_5 และTKN อยู่ในช่วง 45-4,023 18-1,212 และ 1-234 มก./ล. ตามลำดับ ปริมาณโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์ม อยู่ในช่วง <1.8->1.6x10^9 และ <1.8->1.6x10^9 MPN/100 มล. สำหรับน้ำเสียจากอาคารผู้ป่วยนอก พบว่า มีความแตกต่างกันทั้งระบบบำบัดที่อยู่ในโรงพยาบาลเดียวกันและระหว่างโรงพยาบาล เนื่องจากอาคารผู้ป่วยนอกมีกิจกรรมที่ก่อให้เกิดน้ำเสียหลายประเภทแตกต่างกัน น้ำเสียจากอาคารผู้ป่วยใน พบว่า มีความแตกต่างกันไม่มาก เนื่องจากกิจกรรมการให้บริการภายในอาคารผู้ป่วยในของโรงพยาบาลทั้ง 3 แห่งเหมือนกัน น้ำเสียจากอาคารโรงครัวมีปริมาณมลพิษมากที่สุด เนื่องจากกิจกรรมส่วนใหญ่เกิดจาก การเตรียม การปรุงอาหาร การล้างเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ภายในโรงครัว ซึ่งมีองค์ประกอบของไขมันและน้ำมันมากทำให้ปริมาณสารอินทรีย์ในรูปของ COD BOD_5 สูง และน้ำเสียจากอาคารซักฟอก พบว่า มีปริมาณมลพิษน้อยที่สุด เนื่องจากน้ำเสียส่วนใหญ่เกิดจากกระบวนการซักล้างซึ่งมีการปนเปื้อนมลพิษน้อย แต่ทำให้ค่าพีเอชและปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดสูง จากสารซักฟอกและน้ำยาขจัดคราบ ซึ่งมีผลกระทบต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในระบบบำบัด ทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดลดลงหรือล้มเหลวได้ และพบว่าน้ำเสียจากอาคารผู้ป่วยนอก ผู้ป่วยใน และโรงครัว มีความเสี่ยงจากเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคสูง

4.1.3 สรุปปัญหาการจัดการน้ำเสีย

จากการศึกษาสามารถจำแนกปัญหาในภาพรวมของโรงพยาบาลชุมชนทั้ง 3 แห่ง ได้ 2 ประการ คือ ปัญหาด้านนโยบายและปัญหาด้านการจัดการระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งปัญหาทั้ง 2 ด้านมีความเชื่อมโยงและสัมพันธ์กัน แสดงดังภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 ปัญหาการจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาลชุมชน

4.1.4 แนวทางการจัดการน้ำเสียสำหรับโรงพยาบาลชุมชน

แนวทางการจัดการน้ำเสียที่จัดทำขึ้นสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการ สร้างกระบวนการเรียนรู้ด้วยต้นเอง ให้กับผู้รับผิดชอบงานบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง คือ สามารถใช้ในการออกแบบวิธีการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับโรงพยาบาลชุมชนได้ วิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่แท้จริง และดำเนินการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสมตามบริบทของโรงพยาบาล ซึ่งบุคลากรที่มีความสำคัญต่อการดำเนินงานจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาลชุมชนมี 3 ท่าน ได้แก่ 1) ผู้ควบคุมระบบ คือ ผู้ที่มีความรู้ความสามารถและมีเจตนคติที่ดีในด้านการจัดการน้ำเสียในระดับที่สามารถวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ดำเนินการแก้ไขปัญหาในการควบคุมระบบได้ 2) นายช่าง คือ ผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจด้านโครงสร้างของระบบบำบัดน้ำเสีย และ 3) ผู้ปฏิบัติ คือ ผู้ที่ดำเนินงานควบคุมระบบบำบัดภาคสนาม ต้องมีความรู้ความเข้าใจในการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย เช่น การตรวจสอบระบบ การวิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมระบบ เป็นต้น สำหรับบทบาทหน้าที่ของผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดได้สรุปไว้ในภาคผนวก ง

4.1.5 การแก้ไขปัญหาการจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาล

การแก้ไขปัญหาเป็นการนำทรัพยากรของโรงพยาบาลในการจัดการกับอุปสรรค สิ่งขัดขวาง การจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาลอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลบรรลุตามวัตถุประสงค์ของแผนงาน/โครงการที่ตั้งไว้ กระบวนการที่สำคัญในการแก้ปัญหามี 2 ประการ คือ การค้นหาสาเหตุหลักของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหา

การค้นหาสาเหตุหลักของปัญหา เนื่องจากปัญหาการจัดการน้ำเสียอาจมีสาเหตุได้หลายสาเหตุ ปัญหาหนึ่งอาจเป็นสาเหตุของปัญหาอื่นๆเกิดความซับซ้อนและยุ่งยากในการแก้ไข การประเมินความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา คือ ปัญหาที่แก้ได้ง่ายไม่ยุ่งยากไม่ซับซ้อนสามารถดำเนินการแก้ไขได้ทันที ส่วนปัญหาที่ซับซ้อนและแก้ไขยาก จะต้องใช้เครื่องมือในการจัดการปัญหา ซึ่งมีการนำเทคนิคต่างๆมาใช้ เช่น Brain storming, Event and causal factors, QC 7 Tools, Why-Why Analysis, Process Mapping และ Ishikawa diagram เป็นต้น เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุหลักของปัญหาที่แท้จริง ซึ่งในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ใช้กระบวนการระดมสมองร่วมกับเทคนิค Ishikawa เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาการจัดการน้ำเสีย ข้อดีคือเป็นการระดมสมองจากผู้เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาล ผลที่ได้จึงเป็นมติในมุมมองของผู้มีส่วนได้เสีย เมื่อดำเนินการแก้ไขจึงได้รับความร่วมมือจากผู้เกี่ยวข้องเป็นอย่างดี เกิดความราบรื่นในการดำเนินงาน ส่งผลให้ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ได้

สำหรับวิธีการแก้ปัญหา สามารถแบ่งออกได้ 2 ด้าน คือ ด้านวิศวกรรมและด้านการจัดการ แนวทางที่จัดทำขึ้นในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาการดำเนินงานได้ และสามารถศึกษาข้อมูลเพิ่มจาก ที่ปรึกษา ผู้เชี่ยวชาญ โรงพยาบาลอื่น และแหล่งความรู้ต่างๆ เช่น คู่มือ หนังสือ อินเตอร์เน็ต และส่วนราชการที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น จะส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพและความยั่งยืนในการดำเนินงาน สิ่งสำคัญในการแก้ไขปัญหาด้านการจัดการน้ำเสีย คือ ความร่วมมือจากผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ทั้งผู้รับบริการ (ผู้ป่วยและญาติ)และผู้ให้บริการ (เจ้าหน้าที่โรงพยาบาล) ดังนั้นผู้รับผิดชอบงานจัดการน้ำเสียจะต้องสื่อสารให้ทุกฝ่ายทราบการจัดการน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพจึงควรมีส่วนร่วมของบุคคลที่สำคัญหรือผู้มีส่วนได้เสีย 3 ส่วน คือ 1) ผู้รับบริการ ได้แก่ ผู้ป่วย ญาติ และผู้ที่มาติดต่อราชการกับโรงพยาบาล 2) ผู้ให้บริการ ได้แก่ เจ้าหน้าที่โรงพยาบาล ลูกจ้างบริษัทรับเหมาะ และแม่ค้า และ 3) ผู้ที่อาจได้รับผลกระทบจากการดำเนินงาน ได้แก่ ผู้ที่ใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำที่มีการปล่อยน้ำทิ้ง ประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณใกล้เคียง เป็นต้น

4.1.6 ความเป็นไปได้ในการนำน้ำเสียกลับมาใช้ซ้ำ

น้ำเสียจากโรงพยาบาลที่ผ่านกระบวนการบำบัดและผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพ คุณภาพน้ำทิ้งผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด โรงพยาบาลสามารถนำน้ำทิ้งดังกล่าวกลับมาใช้ในกิจกรรมบางประเภทตามแนวทางขององค์การอนามัยโลก (WHO) คือ การนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการปรับภูมิทัศน์ ได้แก่ การนำมาใช้ในกิจกรรมการจัดสวนหย่อม สถานที่พักผ่อนหย่อนใจ การสร้างสระเก็บน้ำ และใช้รดน้ำต้นไม้ สนามหญ้า เป็นต้น ประโยชน์ที่ได้รับ คือ ช่วยลดปริมาณการใช้น้ำของโรงพยาบาลจากกิจกรรมดังกล่าว ลดค่าใช้จ่ายของน้ำประปา เกิดความคุ้มทุนมากขึ้นเพราะในการบำบัดน้ำเสียมีต้นทุนในการดำเนินงาน เมื่อนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ซ้ำทำให้ต้นทุนการดำเนินงานลดลง ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากปริมาณน้ำทิ้งที่ลดลงจะส่งผลให้ปริมาณมลพิษที่ถูกปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมลดลงด้วย และในปัจจุบันปริมาณความต้องการใช้น้ำประปาของประชาชนเพิ่มสูงขึ้น หากโรงพยาบาลลดการใช้น้ำลงก็จะส่งผลให้ประชาชนมีน้ำประปาใช้เพิ่มขึ้นด้วย

4.2 ข้อเสนอแนะ

4.2.1 ควรมีการศึกษารูปแบบหรือวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากอาคารซักฟอกที่มีค่าพีเอชสูง ซึ่งมีผลกระทบต่อกระบวนการบำบัดทางชีวภาพ ทำให้ระบบเกิดสภาวะล้มเหลว

4.2.2 ควรมีการทดลองแนวทางที่ได้กับหน่วยงานอื่นๆ

4.2.3 ควรมีการศึกษาแนวการจัดการในรูปแบบอื่น ๆ เช่น การใช้เครื่องมือการเก็บข้อมูล วิธีการค้นหาปัญหาที่แตกต่างกัน เพื่อให้เกิดการเปรียบเทียบและเป็นทางเลือกในการพัฒนา

4.2.4 ควรมีการศึกษาความคุ้มทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์เปรียบเทียบระหว่างการบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่กับระบบอื่นๆ

4.2.5 ควรมีการศึกษาระบบอื่นๆ ที่เหมาะสมสำหรับโรงพยาบาลชุมชนแต่ละแห่ง ซึ่งมีความแตกต่างกัน เช่น ลักษณะทางภูมิศาสตร์ ลักษณะทางเศรษฐกิจ และบุคลากร ฯลฯ เพื่อเป็นทางเลือกในอนาคต โดยเฉพาะเมื่อมีการเพิ่มกิจกรรมการให้บริการของโรงพยาบาล เช่น ผู้รับบริการเพิ่ม มีการเพิ่มจำนวนเตียงรับผู้ป่วย หรือมีการก่อสร้างอาคารใหม่ ซึ่งจะก่อให้เกิดน้ำเสียเพิ่มขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2551. ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water04.html#s3 (5 เมษายน 2551)

กรมควบคุมมลพิษ. 2551. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแห่งน้ำผิวดิน (ประเภท 2) (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water05.html#s3. (5 เมษายน 2551)

กรมควบคุมมลพิษ. 2545. น้ำเสียชุมชนและระบบบำบัดน้ำเสีย. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.pcd.go.th/Info_serv/water_wt.html (15 สิงหาคม 2551)

กรมควบคุมมลพิษ. 2537. คู่มือเล่มที่ 4 สำหรับการตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย. กรุงเทพฯ: เรือนแก้วการพิมพ์.

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2553. อัตราการใช้น้ำประปา. (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://local.environnet.in.th/explain_detail.php?id=161. (10 พฤษภาคม 2553)

กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ. 2550. จำนวนสถานพยาบาลภาครัฐและเอกชนในประเทศไทยปี 2550 (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://hss.moph.go.th/home.php. (11 ธันวาคม 2551)

กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ. 2548. มาตรฐานด้านสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยในโรงพยาบาล. กระทรวงสาธารณสุข.

กรรณิการ์ สิริสิงห์. 2544. เคมีน้ำโสโครกและการวิเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 3. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏจันทรเกษม.

กระทรวงสาธารณสุข. 2551. หน้าที่โรงพยาบาลชุมชน 10-120 เตียง (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://kalasin.moph.go.th/kwh/Home/hosjob.html.(6 ธันวาคม 2551)

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์.2543. วิศวกรรมการกำจัดน้ำเสีย เล่มที่ 4. นนทบุรี.

เทวินทร์ สิริโชคชัยกุล. 2542. ISO 14001 ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม. นนทบุรี: หจก. เอ็มเพาเวอร์เม้นท์.

นพพร จรุงเกียรติ. (2547). การพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็กแบบติดกับที่สำหรับตลาดสดริมน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นภนีรา แสงสุริยะ. 2541. ปริมาณคลอรีนที่เหมาะสม สำหรับฆ่าเชื้อโรคในน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลทรวงอก. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

โรงพยาบาลรัตภูมิ. 2545. โครงการงานระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลรัตภูมิ จังหวัดสงขลา. ระยอง: บริษัทท่อเกษตรไทย จำกัด.

โรงพยาบาลศรีสังวาลย์. 2547. สรุปการดำเนินการหลังการเยี่ยมสำรวจหน้าระบบบำบัดน้ำเสีย (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.srisangwal.us.to/sri/unit/backoffice/prolem1.htm#. (29 พฤศจิกายน 2550)

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539. เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.

วิรัช จั่นหนู, สมคิด แก้วมณี, จีรวรรณ องค์โรจนกุล, สุรศักดิ์ สุวุฒโฑ และนิตยา เนียมพางค์. 2542. การสำรวจความชุกของปรสิตลำไส้ในกากตะกอนน้ำเสียจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลศิริราช. วาสารสาธารณสุข. 8 : 72-78.

สมชาย สกุลอิสริยาภรณ์ และคณะ กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2540. บทความปริทัศน์ “การพัฒนารูปแบบการกำจัดน้ำเสียในโรงพยาบาล ของกระทรวงสาธารณสุข”. วารสารการส่งเสริมสุขภาพ และอนามัยสิ่งแวดล้อม. ปีที่ 20 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม-กันยายน 2540.

สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์, อุดมผล พืชน์ไพบูลย์, เจิดจรรย์ ศิริวงศ์ และพนาลี ชีวกิดาการ. 2540. การควบคุมและการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย. คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทยและกรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.2545. ตำราระบบบำบัดมลพิษน้ำ. กรุงเทพฯ: สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.

สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. 2540. ค่ากำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย. กรุงเทพฯ.

สมาคมอนามัยแห่งประเทศไทย. 2551. ปฏิทินสาธารณสุข พ.ศ. 2551. สมาคมอนามัยแห่งประเทศไทย กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. กรุงเทพฯ: สหประชาพาณิชย์.

สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา. 2551. พระราชบัญญัติสถานพยาบาล (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2547. สืบค้นจาก : http://www.krisdika.go.th/wps/portal/general. (6 ธันวาคม 2551)

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2542. ผลการพิจารณาความเหมาะสมโครงการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม “โครงการเงินกู้ต่างประเทศสำหรับก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลชุมชนระยะที่ 2 ประจำปีงบประมาณ 2542”(ออนไลน์).สืบค้นจาก: http://www.nesdb.go.th/Portals/0/about/General _ menu/meetingNesdb/year42/2-4-7.doc (16 ตุลาคม 2551)

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2538. โครงการศึกษาเพื่อจัดลำดับความสำคัญการจัดการน้ำเสียชุมชน เล่มที่ 2 ฉบับสมบูรณ์. กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม.บริษัท ซีเทค อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด. 3-31 – 3-57

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2551. รายงานการสำรวจโรงพยาบาลและสถานบริการเอกชน พ.ศ. 2544. สืบค้นจาก : http://service.nso.go.th/nso/nsopublish/service/survey/hosp44.pdf. (6 ธันวาคม 2551)

สำนักงานอนามัยและสิ่งแวดล้อม (ส่วนวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) กระทรวงสาธารณสุข. 2544. โครงการงานก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลคลองท่อม กระทรวงสาธารณสุข. ตรัง: ห้างหุ้นส่วนจำกัดตรังทองค้าไม้.

สำนักเลขานุการคณะรัฐมนตรี. 2544. มติคณะรัฐมนตรี เรื่อง ขออนุมัติก่อสร้างโครงการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลชุมชน ระยะที่ 2. สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี ทำเนียบรัฐบาล ดุสิต กรุงเทพฯ (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www/cabinet.thaigov.go.th/pol44_1127.html (17 ตุลาคม 2551)

สิทธิชัย มุ่งดี, สุรินทร สะตะ และอาภาวรรณ รัตนภักดิ์. 2552. สถานภาพระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลในพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 7. วารสารการส่งเสริมสุขภาพ และอนามัยสิ่งแวดล้อม. 32 : 85-95.

สุบัณฑิต นิ่มรัตน์. 2548. จุลชีววิทยาของน้ำเสีย.กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรเดช ประดิษฐบาทุกา. 2547. การจัดการระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลชุมชน กระทรวงสาธารณสุข ในเขตภาคกลาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาธารณสุขศาสตร์) สาขาวิชาเอกการบริหารโรงพยาบาล คณะสาธารณสุขศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

อุไรวรรณ อินทร์ม่วง, เกรียงศักดิ์ คูหิรัญญรัตน์ และพณา ฟักอ่อน. 2544. การศึกษาคุณลักษณะของน้ำทิ้งก่อนและหลังการบำบัดด้วยระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน. วารสารการส่งเสริมสุขภาพ และอนามัยสิ่งแวดล้อม. 24 : 80-91.

Ahmad, J. and EL-Dessouky, H. 2008. Design of a modified low cost treatment system for the recycling and reuse of laundry waste water. Department of Chemical Engineering, N.W.F.P. University of Engineering. 973-978.

APHA, AWWA and WEF. 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater, 21st edition, American Public Health Association, Washington, DC 20001-3710.

Berto, J., Rochenbach, G. C., B. Barreiros, M. A., Correa, A. X.R., Peluso-Silva, S. and Radetski, C. M. (2009). Physico-chemical, microbiological and ecotoxicological evaluation of a septic tank fenton reaction combination for the treatment of hospital wastewater. Ecotoxicology and Environmental Safety. 72:1076-1081.

Boller, M. 1997. Small wastewater treatment plants-a challenge to wastewater engineers. Water Science and Technology. 35:1-12.

Chitnis, V., Chitnis, S., Vaidya, K., Raivikant, S., Patil, S. and Chitnis, D. S. 2004. Bacterial population changes in hospital effluent treatment plant in central India. Water Research. 38: 441-447.

Deming W. Edwards.1986. PDCA. (Online). Available http://en.wikipedia.org/wiki/PDCA. (10 May 2010)

Emmanuel, E., Perrodin, Y., Keck, G., Blanchard, Jean-Marie. and Vermade, P. 2002. Effects of hospital wastewater on aquatic ecosystem. XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental Cancún, México.

Gautam, A. K., Kumar, S. and Sabumon, P.C. 2007. Preliminary study of physico-chemical treatment options for hospital wastewater. Journal of Environmental Management. 83: 298–306.

Grau, P., Gracia, de M., Vanrolleghem, P. A. and Ayesa, E. 2007. A new plant-wide modelling methodology for WWTPs. Water Research. 41:4357-4372.

Ishikawa, Kaoru. 1960. Ishikawa diagrams. (Online). Available http://en.wikipedia.org/wiki/ /Ishikawa diagram. (20 December 2551)

Jolbois, B. and Guerbet, M. 2005. Hospital wastewater genotoxicity. British Occupational Hygiene Society Published by Oxford University Pressdo, 189 – 196.

Nuñez, L. and Moretton, J. 2007. Disinfectant-resistant bacteria in Buenos Aires city hospital wastewater. Brazilian Journal of Microbiology. 38:644-648.

Okun, D. A. and Ponghis, G. 1975. Community wastewater collection and disposal**.** World Health Organization.

Pauwels, B. and Verstraete, W. 2006. The treatment of hospital wastewater: an appraisal. Journal of Water and Health. 405-416.

Rezaee, A., Ansari, M., Khavanin A., Sabzali, A. and Aryan, M.M. 2005. Hospital wastewater treatment using an integrated anaerobic aerobic fixed film bioreactor. American Journal of Environmental Sciences. 1 (4): 259-263.

Sarafraz, Sh., Khani, M. R. and Yaghmaeian, K. 2007. Quality and quantity survey of hospital wastewater in Hormozgan province. Iranian Journal of Environmental Health Science and Engineering. 43-50.

Suarez, S., Lema, J. M. and Omil, F. 2009. Pre-treatment of hospital wastewater by coagulation-flocculation and flotation. Bioresource Technology. 2,138-2,146.

Tchobanoglous, G., Burton, F. L. and Stensel H. David. 2004. Wastewater engineering treatment and reuse 4th edition Metcalf & Eddy, Inc. The McGraw-Hill Companies.

Tchobanoglous, G. and Burton, F. L. 1991. Wastewater engineering treatment and reuse third edition Metcalf & Eddy, Inc. The McGraw-Hill Companies.

U.S. Environmental Protection Agency (USEPA). 2008. Onsite wastewater treatment system technology fact sheet 1 " Continuous – Flow, Suspended Growth Aerobic Systems (CFSGAS)" (Online). Available http://www.epa.gov/nrmrl/pubs/625 r008/html/tfsl.htm. (24 January 2553)

U.S. Environmental Protection Agency (USEPA).2004. Guideline for water reuse (Online). Available. http://www.epa.gov/ord/NRMRL/pubs/625r04108/625r04108.htm. (11 December 2551)

U.S. Environmental Protection Agency (USEPA). 2002. Onsite Wastewater Treatment Systems Manual. EPA/625/R-00/008.Office of Water, Office of Research and Development USEPA, Washington, DC.

Wisconsin Department of Natural Resources Wisconsin Division of Public Health. 2006. Hospital decontamination wastewater management technical work group recommendations for portable decontamination tents. July 2006 (Online). Available http://dnr.wi.gov/or/water/wm/ww/security/decontamination_tents_recommendations.pdf. (22 November 2550)

World Health Organization, WHO. (1989). Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture "Collection and disposal of wastewater". Report of a WHO Scientific Group. Geneva (Online). Available www.who.int/entity/water_sanitation_ health/medicalwaste/130to/134.pdf. (9 November 2551)

ภาคผนวก ก

แบบสอบถาม แบบตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลชุมชน และผลการทดสอบความตรงตามเนื้อหา

ชุดที่ 1

<u>แบบสอบถามการจัดการน้ำเสียโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 – 60 เตียง</u>

แบบสอบถามชุดที่ 1

ใช้ในการเก็บข้อมูลด้านการจัดการน้ำเสียโรงพยาบาลชุมชนที่ศึกษาวิจัย โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ทราบถึง ระบบการบริหารจัดการน้ำเสีย ซึ่งประกอบด้วย โครงสร้างการบริหาร นโยบาย แนวทาง และทรัพยากรที่ใช้ในการดำเนินงานในสภาพปัจจุบัน

ผู้ตอบแบบสอบถาม คือเจ้าหน้าที่หรือผู้ที่รับผิดชอบการจัดการน้ำเสียของหน่วยงานโดยตรง เช่น หัวหน้าฝ่ายบริหาร หัวหน้าฝ่าย/งาน และนักวิชาการ เป็นต้น

การตอบแบบสอบถาม โปรดตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริง โดยเติมข้อมูลลงในช่องว่าง และทำเครื่องหมายถูก✓ หน้าตัวเลือกที่กำหนดไว้เพียงข้อเดียว หากมีคำว่า “ระบุ” ให้เขียนข้อมูลเพิ่มเติมตามลักษณะที่เป็นอยู่จริง

ทั้งนี้ ข้อมูลที่ได้จะนำมาวิเคราะห์สภาพปัญหาและสรุปประเด็นต่างๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการน้ำเสียที่เหมาะสมต่อไป

1. ข้อมูลทั่วไป

ชื่อหน่วยงาน .....วันที่เก็บข้อมูล.....

1.1 โรงพยาบาลขนาด ..... เตียง

1.2 อัตราครองเตียงร้อยละ .....

1.3 ผู้ป่วยนอกโดยเฉลี่ย ..... คน/วัน

2. ข้อมูลระบบบริหารจัดการน้ำเสีย

2.1 มีนโยบายด้านการจัดการน้ำเสียเป็นลายลักษณ์อักษรหรือไม่ ○ มี ○ ไม่มี

2.2 งานจัดการน้ำเสียขึ้นตรงกับกลุ่มงานใด.....

2.3 คณะกรรมการที่เกี่ยวข้อง.....ชุด.....คน

2.4 เจ้าหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการควบคุมระบบ จำนวน.....คน

2.4.1 เจ้าหน้าที่รับผิดชอบการบำบัดน้ำเสียโดยตรง ○ มี ○ ไม่มี

2.4.2 เจ้าหน้าที่สนับสนุนด้านเทคนิค ○ มี ○ ไม่มี

2.4.3 เจ้าหน้าที่สนับสนุนด้านวิชาการ ○ มี ○ ไม่มี

2.5 เจ้าหน้าที่เคยเข้ารับการอบรมเกี่ยวกับการจัดการน้ำเสีย

○ ภายใน 1 ปี ที่ผ่านมา

○ มากกว่า 1 ปี ที่ผ่านมา

○ ไม่เคย

2.6 เรื่องที่เข้าอบรม

1. ..... ตำแหน่งผู้เข้ารับอบรม .....
2. ..... ตำแหน่งผู้เข้ารับอบรม .....
3. ..... ตำแหน่งผู้เข้ารับอบรม .....
4. ..... ตำแหน่งผู้เข้ารับอบรม .....
5. ..... ตำแหน่งผู้เข้ารับอบรม .....
6. ..... ตำแหน่งผู้เข้ารับอบรม .....

2.7 เรื่องที่สนใจอบรมเพิ่มเติม

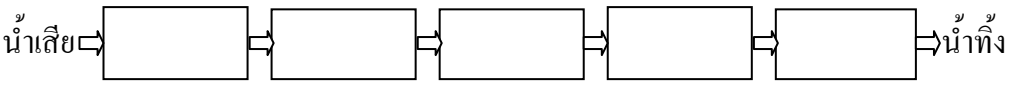
1. .....
2. .....
3. .....
4. .....

3 การควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย

3.1 จำนวนระบบบำบัดน้ำเสีย....แห่ง (แต่ละแห่ง ระบุ ชนิด และน้ำเสียเข้าระบบจากส่วนไหน)

3.1.1 ระบบบำบัดที่ 1 .....รับน้ำเสียจาก.....

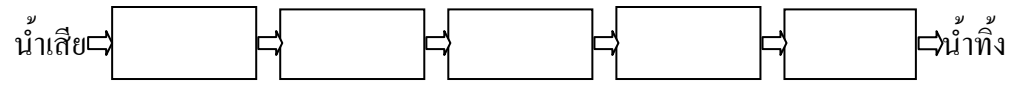
แผนภาพแสดงหน่วยบำบัด



○ ใช้งานได้ ○ ชำรุด ระบุ .....

3.1.2 ระบบบำบัดที่ 2.....รับน้ำเสียจาก.....

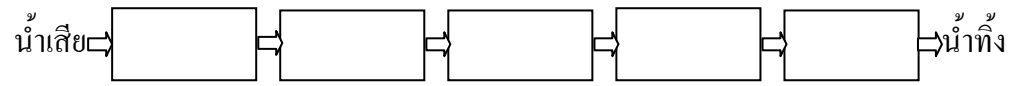
แผนภาพแสดงหน่วยบำบัด



○ ใช้งานได้ ○ ชำรุด ระบุ .....

3.1.3 ระบบบำบัดที่ 3.....รับน้ำเสียจาก.....

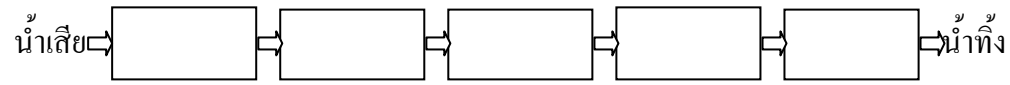
แผนภาพแสดงหน่วยบำบัด



○ ใช้งานได้ ○ ชำรุด ระบุ .....

3.1.4 ระบบบำบัดที่ 4.....รับน้ำเสียจาก.....

แผนภาพแสดงหน่วยบำบัด



○ ใช้งานได้ ○ ชำรุด ระบุ .....

3.2 มีแนวทางการปฏิบัติงานที่ชัดเจนเป็นลายลักษณ์อักษร

○ มี ○ ไม่มี

3.3 ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัดทั้งหมด.....ลบ.ม./วัน

3.3.1.1 ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัดที่ 1 ……ลบ.ม./วัน

3.3.1.2 ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัดที่ 2 ……....ลบ.ม./วัน

3.3.1.3 ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัดที่ 3 ……....ลบ.ม./วัน

3.3.1.4 ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัดที่ 4 ……ลบ.ม./วัน

3.4 มีบันทึกการวิเคราะห์พารามิเตอร์ในการควบคุม (ขึ้นอยู่กับชนิดของระบบ)

○ มี ○ ไม่มี

ระบบ	พารามิเตอร์	ความถี่	ค่าเฉลี่ย	เครื่องมือที่ใช้/ บริการจากหน่วยงานภายนอก
บ่อเกรอะ	pH			
	Temp.			
บ่อเติมอากาศ	pH			
	Temp.			
	DO			
	MLSS			
บ่อตกตะกอน	SV_{30}			
	return sludge			
บ่อเติมคลอรีน(น้ำทิ้ง)	คลอรีนอิสระตกค้าง			

3.5 น้ำทิ้ง

3.5.1 มีการวิเคราะห์สภาวะก่อนปล่อยทิ้งสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

○ มี ทุกๆ .....เดือน

○ ไม่มี

3.5.2 พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ ว.ด.ป.ที่วิเคราะห์.....

พารามิเตอร์/ผลการวิเคราะห์	หน่วย	หน่วยบำบัดที่			
		1	2	3	4
ความเป็นกรด – ด่าง (pH)					
บีโอดี (BOD_5)	มก./ล.				
สารแขวนลอย (suspended solids)	มก./ล.				
ตะกอนหนัก (settleable solids)	มล./ล.				
ปริมาณไนโตรเจนในรูป (TKN)	มก./ล.				
น้ำมันและไขมัน (fat, oil & grease)	มก./ล.				
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (coliform bacterial)	MPN/100 มล.				
ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (fecal coliform bacteria)	MPN/100 มล.				

3.6 เคยมีเหตุการณ์น้ำทิ้งไม่ผ่านมาตรฐานหรือไม่

O มี O ไม่มี

3.7 ถ้ามี ความถี่

3.7.1 ครั้งล่าสุด เมื่อ .....

3.7.2 สาเหตุ .....

3.8 มีแนวทางการปฏิบัติแก้ไขที่ชัดเจนหรือไม่

O มี O ไม่มี

3.9 การจดบันทึก

3.9.1 จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (ตรวจสอบจากมิเตอร์ หรือการคำนวณ)

O บันทึก O ไม่บันทึกหรือบันทึกไม่สม่ำเสมอ

3.9.2 การซ่อมบำรุง

O บันทึก O ไม่บันทึกหรือบันทึกไม่สม่ำเสมอ

3.9.3 บันทึกค่าใช้จ่าย

O บันทึก O ไม่บันทึกหรือบันทึกไม่สม่ำเสมอ

3.9.4 วัสดุสำรอง

O บันทึก O ไม่บันทึกหรือบันทึกไม่สม่ำเสมอ

คลอรีน ระบุ ชนิด.....

O ใช้ได้ถูกต้อง

O ไม่แน่ใจ

O ไม่ใช้

4. การรายงานผลการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการจัดการน้ำเสีย

4.1 รายงานต่อผู้บริหาร	O มี ความถี่.....	O ไม่มี
4.2 รายงานต่อหน่วยตรวจสอบ	O มี ความถี่.....	O ไม่มี
4.3 รายงานต่อหน่วยงานอื่นๆ ระบุ……..	O มี ความถี่.....	O ไม่มี

5. ความคิดเห็นเกี่ยวกับอุปสรรคสำคัญที่ทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดไม่เป็นไปตามเป้าหมาย

.....

.....

.....

6. ประเด็นที่ต้องการเสนอแนะในการจัดการน้ำเสียโรงพยาบาล

.....

.....

.....

ชุดที่ 2

<u>แบบตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย</u>

แบบตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย ใช้ในการตรวจสอบสภาพปัจจุบันของน้ำเสีย โดยการสำรวจ การสังเกต และการสอบถามผู้เกี่ยวข้องเกี่ยวกับโครงสร้างทางกายภาพ และการประเมินประสิทธิภาพเบื้องต้นของระบบบำบัด โดยแยกตรวจสอบระบบบำบัดต่างๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบ

หน่วยงาน ..... วันที่.....

1. บ่อดักไขมัน (เฉพาะโรงครัว) มีขนาด.....

1.1 โครงสร้างบ่อดักไขมัน

○ ปกติ ○ ชำรุด ระบุ.....

1.2 กลิ่น

○ ไม่มี ○ มี

1.3 ปริมาณไขมันบนผิวน้ำ

○ ไม่มี ○ มี ความหนา ระบุ.....

1.4 ขยะ

○ ไม่มี ○ มี

1.5 การตักไขมัน

○ ทุกวัน ○ อื่นๆ ระบุ.....

2. บ่อดักกลิ่น มีขนาด.....

2.1 โครงสร้างบ่อดักกลิ่น

○ ปกติ ○ ชำรุด ระบุ.....

2.2 กลิ่น

○ ไม่มี ○ มี

2.3 ขยะ

○ ไม่มี ○ มี

2.4 การกำจัดขยะ

○ สัปดาห์ละครั้ง ○ อื่น ๆ ระบุ……..

3. ท่อระบายน้ำ – บ่อพักน้ำ

3.1 โครงสร้างท่อระบายน้ำ - บ่อพักน้ำ

○ ปกติ ○ ชำรุด ระบุ……

3.2 การไหลของน้ำในท่อ

○ ปกติ ○ อุดตัน

3.3 การรั่วซึมของท่อ - บ่อพักน้ำ

○ ไม่รั่วซึม ○ รั่วซึม

4. บ่อเกรอะ มีขนาด.....

4.1 โครงสร้างบ่อเกรอะ

○ ปกติ ○ ชำรุด ระบุ……

4.2 การสูบตะกอน

○ สูบทุก 2 - 3 ปี ○ ไม่เคย ○ อื่นๆ ระบุ……

5. บ่อเติมอากาศ มีขนาด.....

5.1 โครงสร้างบ่อเติมอากาศ

○ ปกติ ○ ชำรุด ระบุ……

5.2 ลักษณะของน้ำเสียในบ่อเติมอากาศ ระบุ .....

5.3 กลิ่น

○ ไม่มีกลิ่น ○ มีกลิ่น

5.4 ลักษณะการไหลเวียนของน้ำ (สังเกต dead zone)

○ ปกติ ○ ไม่ปกติ ระบุ.....

5.4 ฝ้าไข (scum)

○ ไม่เกิด ○ เกิด ระบุลักษณะ.....

5.5 ฟอง

○ ไม่เกิด ○ เกิด ระบุสี.....

5.6 ลักษณะของตะกอน

○ สีน้ำตาล ○ อื่นระบุ.....

5.7 ปั๊มเติมอากาศ จำนวน.....ชุด ○ ปกติ ○ชำรุด ระบุ.....

5.7.1 ยี่ห้อ..... รุ่น .....

5.7.2 ขนาด ความดันอากาศ .....กำลังไฟ.....ปริมาณอากาศ.....

5.7.3 ชนิดหัวกระจายอากาศ .....

6. บ่อตกตะกอน มีขนาด.....

6.1 โครงสร้างบ่อตกตะกอน

○ ปกติ ○ ชำรุด

6.2 ลักษณะน้ำในบ่อ

○ ใส ○ ขุ่น

6.3 ตะกอนลอย (bulking sludge)

○ ไม่มี ○ มี ระบุลักษณะ .....

6.4 ปั๊มสูบตะกอน

○ ปกติ ○ ชำรุด

ความถี่ในการสูบ ระบุ.....

6.5 การกำจัดตะกอนส่วนเกิน ระบุ (ระยะเวลา) .....

7. บ่อเติมคลอรีน มีขนาด.....

7.1 โครงสร้าง

○ ปกติ ○ ชำรุด ระบุ.....

7.2 ลักษณะน้ำในบ่อ

○ ใส ○ อื่นๆ ระบุ.....

7.3 ชุดเติมคลอรีน

○ ปกติ ○ ชำรุด

8. ประเด็นอื่นที่พบจากการตรวจสอบ

.....

.....

ผลการทดสอบแบบสอบถาม

ตารางที่ ก-1 ผลการทดความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์แบบสอบถาม

ข้อ			ผู้ทรงคุณวุฒิ			ΣR	IOC
			ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3		
1.	1.1		1	1	1	3	1.00
	1.2		1	1	1	3	1.00
	1.3		1	1	1	3	1.00
2.	2.1		1	1	1	3	1.00
	2.2		1	1	0	2	0.67
	2.3		1	1	0	2	0.67
	2.4		1	1	1	3	1.00
		2.4.1	1	1	1	3	1.00
		2.4.2	1	1	1	3	1.00
		2.4.3	1	1	1	3	1.00
	2.5		1	1	1	3	1.00
	2.6		1	1	1	3	1.00
	2.7		1	1	1	3	1.00
3.	3.1		1	1	0	2	0.67
	3.2		1	1	1	3	1.00
	3.3		0	1	1	2	0.67
	3.4		0	1	1	2	0.67
	3.5	3.5.1	0	1	1	2	0.67
		3.5.2	1	1	0	2	0.67
	3.6		1	1	1	3	1.00
	3.7		1	1	1	3	1.00
	3.8		1	1	1	3	1.00
	3.9	3.9.1	1	0	1	2	0.67
		3.9.2	1	1	1	3	1.00
		3.9.3	1	1	1	3	1.00
		3.9.4	1	1	1	3	1.00
4.			1	1	1	3	1.00
5.			1	1	1	3	1.00
6.			1	1	1	3	1.00

ตารางที่ ก-2 ผลการทดสอบความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์แบบตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย

ข้อ		ผู้ทรงคุณวุฒิ			ΣR	IOC
		ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3		
1.		1	1	1	3	1.00
	1.1	1	1	1	3	1.00
	1.2	1	1	1	3	1.00
	1.3	1	1	1	3	1.00
	1.4	1	1	1	3	1.00
2.		1	1	1	3	1.00
	2.1	1	1	1	3	1.00
	2.2	0	1	1	2	0.67
	2.3	1	1	1	3	1.00
	2.4	1	1	1	3	1.00
3.		1	1	1	3	1.00
	3.1	1	1	1	3	1.00
	3.2	1	0	1	2	0.67
	3.3	1	1	1	3	1.00
4.		1	1	1	3	1.00
	4.1	0	1	1	2	0.67
	4.2	1	1	1	3	1.00
5.		1	1	1	3	1.00
	5.1	0	1	1	2	0.67
	5.2	1	1	1	3	1.00
	5.3	1	1	1	3	1.00
	5.4	1	1	1	3	1.00
	5.5	1	1	1	3	1.00
	5.6	1	1	1	3	1.00
	5.7	1	1	1	3	1.00
	5.8	0	1	1	2	0.67
6.		1	1	1	3	1.00
	6.1	0	1	1	2	0.67
	6.2	1	1	1	3	1.00

ตารางที่ ก-2 ผลการทดสอบความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์แบบตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย (ต่อ)

ข้อ		ผู้ทรงคุณวุฒิ			ΣR	IOC
		ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3		
	6.3	1	1	1	3	1.00
	6.4	1	1	1	3	1.00
	6.5	1	1	1	3	1.00
7.		1	1	1	3	1.00
8.		0	1	1	2	0.67

ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ (IOC)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ $\sum R$ = ผลรวมของคะแนนความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญ

N = จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์การให้คะแนน

+1 = แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นมีความสอดคล้องกับเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

0 = ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นมีความสอดคล้องกับเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

-1 = แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

ผู้ทรงคุณวุฒิ n = 3 ประกอบด้วย

1) ผศ.ดร.สุเมธ ไชยประพัทธ์

2) รศ.ดร.อุดมผล พืชน์ไพบูลย์

3) ดร.ธันวดี เตชะภัททวรกุล สุขสาโรจน์

ผลการทดสอบข้อคำถามที่ได้คะแนน ICO $\geq$ 0.5 จะถูกนำมาใช้ในการเก็บข้อมูลสำหรับการศึกษาวิจัย

ภาคผนวก ข

แบบตรวจสอบและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย

แบบฟอร์ม ก

แบบตรวจสอบระบบรวบรวมน้ำเสีย

ระบบบำบัด.....

ว.ด.ป.	ท่อลำเลียง-บ่อพักน้ำเสีย						บ่อดักกลิ่น				บ่อดักขยะ						บ่อดักไขมัน					
	สภาพทั่วไป		การไหล		การรั่วซึม		สภาพทั่วไป		กลิ่น*		สภาพทั่วไป		ตะแกรง		ขยะ		สภาพทั่วไป		ไขมัน		ขยะ	
	ปกติ	ชำรุด	ปกติ	มีการอุดตัน	ปกติ	มีการรั่วซึม	ปกติ	ชำรุด	ไม่มี	มี	ปกติ	ชำรุด	ปกติ	ชำรุด	ไม่มี	มี	ปกติ	ชำรุด	มีน้อย	มีมาก	ไม่มี	มี

หมายเหตุ * ตรวจสอบกลิ่นบริเวณแหล่งกำเนิดน้ำเสีย เช่น อ่างล้างมือ อ่างล้างเครื่องมือ เป็นต้น

แบบฟอร์ม ข

แบบตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัด.....

ว.ด.ป.	ถังเกรอะ		ถังเติมอากาศ																		ถังตกตะกอน							น้ำทิ้ง								
	ขยะ		กลิ่น		การกวน		ฟอง				ตะกอน									ตะกอนลอย		สภาพน้ำ		ความขุ่น			ฝ้าไข		กลิ่น		สี			ความขุ่น		
								มี			มี		ขนาด			ตกตะกอน																				
	ไม่มี*	มี	ไม่มี*	มี	ปกติ*	มีจุดอับ	ไม่มี*	สีดำ	สีน้ำตาล	สีขาว	สีน้ำตาล	สีดำ	ใหญ่	เล็ก	เล็กมาก	เร็ว<5 นาที*	ช้า 5-10 นาที	ช้ามาก>10นาที	ไม่มี	ไม่มี*	มี	มีน*	ไม่มีน	ใส*	น้อย	มาก	ไม่มี*	มี	ไม่มี*	มี	ไม่มี*	เหลือง	น้ำตาล	ใส*	น้อย	มาก

*สภาวะของระบบที่ควรจะเป็น

แบบฟอร์ม ค

แบบบันทึกพารามิเตอร์ควบคุมระบบบำบัด

ระบบบำบัด.....

ว.ค.ป.	ถังเกรอะ	ถังเติมอากาศ			น้ำทิ้ง		
	pH	pH	DO (มก./ล.)	SV_{30} (มล./ล.)	pH	res. Chl. (มก./ล.)	SS (มก./ล.)

แบบฟอร์ม ง

<u>แบบบันทึกการบำรุงรักษา เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ระบบบำบัดน้ำเสีย</u>

ว.ด.ป.	รายการ	ระบบบำบัด	ปกติ	การแก้ไข, ซ่อมบำรุง
	ผังควบคุมไฟฟ้า, ฟิวส์	อาคารผู้ป่วยนอก 1		
		อาคารผู้ป่วยนอก 2		
		อาคารผู้ป่วยใน		
		โรงครัว		
		อาคารซักฟอก		
	เครื่องเติมอากาศ แผ่นกรองอากาศ	อาคารผู้ป่วยนอก 1		
		อาคารผู้ป่วยนอก 2		
		อาคารผู้ป่วยใน		
		โรงครัว		
		อาคารซักฟอก		
	ท่อเติมอากาศ	อาคารผู้ป่วยนอก 1		
		อาคารผู้ป่วยนอก 2		
		อาคารผู้ป่วยใน		
		โรงครัว		
		อาคารซักฟอก		
	ถังเติมคลอรีน	อาคารผู้ป่วยนอก 1		
		อาคารผู้ป่วยนอก 2		
		อาคารผู้ป่วยใน		
		โรงครัว		
		อาคารซักฟอก		
	น้ำทิ้ง	อาคารผู้ป่วยนอก 1		
		อาคารผู้ป่วยนอก 2		
		อาคารผู้ป่วยใน		
		โรงครัว		
		อาคารซักฟอก		

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ปริมาณและลักษณะสมบัติน้ำเสีย

ผลการวัดอัตราไหล

ตารางที่ ค-1 ผลการวัดอัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบบำบัดโรงพยาบาล ก ในช่วงวันทำการ (10 กรกฎาคม 2552)

เวลา (น.)	ระบบบำบัด						รวม	เฉลี่ย
	OPD1	OPD2	OPD3	IPD1	IPD2	C&W		
8.00	683	96	471	596	42	135	2,023	337
9.00	475	194	334	351	134	758	2,246	374
10.00	186	110	87	506	64	2,205	3,159	527
11.00	821	27	41	319	82	12	1,303	217
12.00	194	26	43	392	142	10	806	134
13.00	452	26	102	207	94	87	968	161
14.00	918	42	70	683	263	85	2,061	344
15.00	150	20	78	418	53	132	851	142
16.00	291	14	124	431	136	46	1,043	174
17.00	418	0	153	338	56	78	1,043	174
18.00	179	0	162	297	54	27	720	120
19.00	248	0	187	1,076	101	514	2,125	354
20.00	155	0	273	470	115	20	1,033	172
21.00	129	0	17	349	81	20	596	99
22.00	217	0	208	153	89	0	668	111
23.00	420	0	0	160	60	0	640	107
24.00	0	0	0	90	0	0	90	15
01.00	0	0	0	51	0	0	51	9
02.00	0	0	0	196	0	0	196	33
03.00	0	0	0	108	66	0	174	29
04.00	0	0	0	334	66	0	400	67
05.00	0	0	0	532	62	0	594	99
06.00	0	0	20	3,380	114	826	4,340	723
07.00	47	0	56	949	124	150	1,326	221
รวม	5,981	555	2,425	12,388	1,999	5,108	28,456	4,743

หมายเหตุ หน่วย เท่ากับ ลิตร/ชั่วโมง

ตารางที่ ค-2 ผลการวัดอัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบบำบัดโรงพยาบาล ก ในช่วงวันหยุด (11 กรกฎาคม 2552)

เวลา (น.)	ระบบบำบัด						รวม	เฉลี่ย
	OPD1	OPD2	OPD3	IPD1	IPD2	C&W		
8.00	26	0	5	289	104	330	754	126
9.00	274	0	5	760	138	2,925	4,102	684
10.00	162	0	19	205	173	3,368	3,927	655
11.00	314	0	46	198	117	22	697	116
12.00	111	13	70	289	132	124	739	123
13.00	254	0	0	144	227	195	820	137
14.00	164	10	10	227	84	82	577	96
15.00	85	20	11	168	20	130	434	72
16.00	111	145	11	294	89	189	839	140
17.00	141	183	11	326	126	143	930	155
18.00	204	137	20	400	55	0	816	136
19.00	0	0	20	155	0	0	175	29
20.00	0	0	20	238	0	0	258	43
21.00	17	0	10	315	0	0	342	57
22.00	19	0	10	112	0	0	141	24
23.00	0	0	10	0	0	0	10	2
24.00	0	0	10	0	20	0	30	5
01.00	157	0	10	86	0	0	253	42
02.00	0	0	10	30	0	0	40	7
03.00	0	0	10	11	0	0	21	4
04.00	0	0	10	11	0	0	21	4
05.00	128	0	10	229	19	0	386	64
06.00	122	0	10	737	40	751	1,660	277
07.00	36	0	10	305	20	900	1,271	212
รวม	2,327	509	353	5,528	1,365	9,158	19,243	3,207

หมายเหตุ หน่วย เท่ากับ ลิตร/ชั่วโมง

ตารางที่ ค-3 ผลการวัดอัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบบำบัดโรงพยาบาล ข ในช่วงวันทำการ (11 ธันวาคม 2551)

เวลา (น.)	ระบบบำบัด					รวม	เฉลี่ย
	OPD1	OPD2	IPD	Cafeteria	Washing		
8.00	141	273	173	210	111	908	182
9.00	123	248	906	128	153	1,557	312
10.00	91	267	1,431	210	296	2,295	459
11.00	150	86	216	139	254	844	169
12.00	96	242	83	142	113	676	135
13.00	99	301	121	611	73	1,205	241
14.00	84	195	125	1,291	204	1,898	380
15.00	89	290	732	96	221	1,427	286
16.00	60	194	1,838	80	313	2,485	497
17.00	43	87	102	84	285	601	120
18.00	36	83	11	215	61	405	81
19.00	26	141	11	72	62	311	62
20.00	27	242	27	74	53	422	85
21.00	2	404	8	75	131	619	124
22.00	5	81	23	92	125	327	65
23.00	16	129	4	87	126	362	72
24.00	26	95	2	91	133	347	69
01.00	87	461	6	92	125	771	154
02.00	98	516	5	91	128	838	168
03.00	35	77	25	89	127	353	71
04.00	26	60	13	89	126	313	63
05.00	15	431	4	71	197	718	144
06.00	108	224	59	97	123	610	122
07.00	41	297	87	2,058	175	2,657	532
รวม	1,523	5,420	6,008	6,285	3,712	22,947	4,592

หมายเหตุ หน่วย เท่ากับ ลิตร/ชั่วโมง

ตารางที่ ค-4 ผลการวัดอัตราไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดโรงพยาบาล ข ช่วงวันหยุด (3 มกราคม 2552)

เวลา (น.)	ระบบบำบัด					รวม	เฉลี่ย
	OPD1	OPD2	IPD	Cafeteria	Washing		
8.00	112	136	58	268	22	597	119
9.00	284	619	2,592	26	1,176	4,697	939
10.00	129	653	1,095	23	43	1,942	389
11.00	77	553	135	31	480	1,276	255
12.00	64	219	36	153	1,561	2,033	407
13.00	102	625	24	32	31	816	163
14.00	211	611	119	2	146	1,090	218
15.00	60	617	11	23	191	902	180
16.00	93	625	28	27	21	794	159
17.00	58	621	24	31	13	748	149
18.00	87	625	4	1	14	730	146
19.00	79	722	13	1	14	829	166
20.00	95	479	8	0	15	597	119
21.00	82	542	19	0	15	658	132
22.00	75	627	13	0	13	729	146
23.00	77	427	345	1	11	861	172
24.00	44	571	19	0	11	646	129
01.00	50	667	7	0	11	735	147
02.00	49	756	3	0	11	820	164
03.00	49	671	6	0	13	739	148
04.00	55	667	2	0	13	737	147
05.00	38	667	2	0	17	724	145
06.00	319	619	19	0	12	969	194
07.00	160	649	72	12	10	903	181
รวม	2,451	13,971	4,651	632	3,865	25,569	5,113

หมายเหตุ หน่วย เท่ากับ ลิตร/ชั่วโมง

ตารางที่ ค-5 ผลการวัดอัตราไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดโรงพยาบาล ค ช่วงวันทำการ (18 กันยายน 2552)

เวลา (น.)	ระบบบำบัด				รวม	เฉลี่ย
	OPD1	OPD2	IPD	Washing		
8.00	473	75	559	1,624	2,730	683
9.00	332	73	18	1,840	2,263	566
10.00	251	50	472	1,840	2,614	653
11.00	535	65	524	681	1,804	451
12.00	564	11	310	32	916	229
13.00	362	34	108	352	855	214
14.00	749	26	392	466	1,633	408
15.00	637	45	227	523	1,431	358
16.00	80	12	55	541	689	172
17.00	706	20	872	32	1,630	408
18.00	134	34	1,056	26	1,251	313
19.00	9	64	1,022	0	1,094	274
20.00	13	20	512	0	544	136
21.00	26	22	461	0	509	127
22.00	411	14	114	0	539	135
23.00	13	15	834	0	862	216
24.00	26	9	652	0	687	172
01.00	321	8	792	0	1,122	280
02.00	4	7	191	0	202	51
03.00	5	13	0	0	18	5
04.00	7	9	0	0	16	4
05.00	10	7	1,137	0	1,154	289
06.00	53	700	522	0	1,275	319
07.00	47	99	979	0	1,125	281
รวม	5,767	1,431	11,809	7,955	26,963	6,742

หมายเหตุ หน่วย เท่ากับ ลิตร/ชั่วโมง

ตารางที่ ค-6 ผลการวัดอัตราไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดโรงพยาบาล ค ช่วงวันหยุด (19 กันยายน 2552)

เวลา (น.)	ระบบบำบัด				รวม	เฉลี่ย
	OPD1	OPD2	IPD	Washing		
8.00	120	60	0	434	615	154
9.00	70	7	153	403	633	158
10.00	94	10	569	310	983	246
11.00	310	12	847	310	1,479	370
12.00	13	59	53	310	435	109
13.00	26	10	0	297	333	83
14.00	121	20	0	412	554	139
15.00	9	5	0	412	426	107
16.00	13	10	69	310	402	101
17.00	26	55	0	297	378	95
18.00	191	2	372	0	565	141
19.00	7	0	852	0	858	215
20.00	9	0	342	0	351	88
21.00	13	2	265	0	280	70
22.00	26	0	0	0	26	7
23.00	321	4	110	0	434	109
24.00	4	8	0	0	12	3
01.00	4	0	410	0	415	104
02.00	5	0	577	0	582	146
03.00	7	0	470	0	476	119
04.00	9	0	273	0	282	71
05.00	13	0	179	0	192	48
06.00	26	0	0	0	26	7
07.00	138	0	343	0	481	120
รวม	1,574	265	5,886	3,495	11,219	2,805

หมายเหตุ หน่วย เท่ากับ ลิตร/ชั่วโมง

การเก็บตัวอย่างแบบผสมรวม (composite samples)

ตารางที่ ค-7 การคำนวณเก็บตัวอย่างแบบผสมระบบบำบัดผู้ป่วยนอก โรงพยาบาล ก

เวลา (น.)	ระบบบำบัด					
	OPD1		OPD2		OPD3	
	อัตราไหล	ปริมาตรตัวอย่าง	อัตราไหล	ปริมาตรตัวอย่าง	อัตราไหล	ปริมาตรตัวอย่าง
	ล./ชม.	มล.	ล./ชม.	มล.	ล./ชม.	มล.
8	683	605	96	830	471	808
10	186	165	110	959	87	149
12	194	172	26	226	43	74
14	918	813	42	362	70	120
16	291	257	14	123	124	213
18	179	159	0	0	162	278
20	155	137	0	0	273	468
22	217	192	0	0	208	357
24	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	20	35
รวม	2,823	2,500	288	2,500	1,458	**2,500**

ตารางที่ ค-8 การคำนวณเก็บตัวอย่างแบบผสมระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยใน อาคารโรงครัวและซักฟอก โรงพยาบาล ก

เวลา (น.)	ระบบบำบัด					
	IPD1		IPD2		Cafeteria and Washing	
	อัตราไหล	ปริมาตรตัวอย่าง	อัตราไหล	ปริมาตรตัวอย่าง	อัตราไหล	ปริมาตรตัวอย่าง
	ล./ชม.	มล.	ล./ชม.	มล.	ล./ชม.	มล.
8	596	198	42	96	135	101
10	506	168	64	147	2,205	1,643
12	392	130	142	327	10	7
14	683	227	263	606	85	63
16	431	143	136	314	46	35
18	297	99	54	124	27	20
20	470	156	115	264	20	15
22	153	51	89	206	0	0
24	90	30	0	0	0	0
2	196	65	0	0	0	0
4	334	111	66	152	0	0
6	3,380	1,122	114	264	826	616
รวม	7,530	2,500	1,085	2,500	3,355	**2,500**

ตารางที่ ค-9 การคำนวณเก็บตัวอย่างแบบผสมระบบบำบัดอาคารโรงครัวและอาคารซักฟอก โรงพยาบาล ข

เวลา (น.)	ระบบบำบัด			
	Cafeteria		Washing	
	อัตราไหล	ปริมาตรตัวอย่าง	อัตราไหล	ปริมาตรตัวอย่าง
	ล./ชม.	มล.	ล./ชม.	มล.
8	33	91	174	564
10	13	36	168	545
12	660	1,822	74	238
14	7	20	114	370
16	213	588	124	403
18	30	83	86	278
20	49	136	60	194
22	17	46	60	194
24	0	0	66	214
2	0	0	0	0
4	0	0	0	0
6	65	179	0	0
รวม	1,087	**3,000**	926	**3,000**

ตารางที่ ค-10 การคำนวณเก็บตัวอย่างแบบผสมระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล ค

เวลา (น.)	ระบบบำบัด							
	OPD1		OPD2		IPD		Washing	
	อัตราไหล	ปริมาณตัวอย่าง	อัตราไหล	ปริมาณตัวอย่าง	อัตราไหล	ปริมาณตัวอย่าง	อัตราไหล	ปริมาณตัวอย่าง
	ล./ชม.	มล.	ล./ชม.	มล.	ล./ชม.	มล.	ล./ชม.	มล.
8	473	427	75	193	1,380	248	1,624	896
10	251	227	50	130	1,299	234	1,840	1,016
12	564	510	11	29	883	159	32	17
14	749	677	26	68	1,176	212	466	257
16	80	73	12	31	835	150	541	299
18	134	122	34	87	1,840	331	26	14
20	13	12	20	50	1,440	259	0	0
22	411	372	14	35	927	167	0	0
24	26	24	9	23	1,258	226	0	0
2	4	4	7	19	985	177	0	0
4	7	6	9	24	495	89	0	0
6	53	48	700	1,811	1,376	248	0	0
รวม		2,500		2,500		2,500		2,500

ผลการวิเคราะห์น้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัด

ตารางที่ ค-11 ผลการวิเคราะห์น้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล ก (24 ก.ค. 52)

พารามิเตอร์	ระบบบำบัด						
	OPD1	OPD2	OPD3	IPD1	IPD2	C&W	cafeteria
pH	7.8	8.1	6.7	7.4	7.7	7.5	
COD (mg/L)	296.0	624.0	347.2	312.0	148.8	59.2	1,264.0
BOD_5 (mg/L)	210.8	353.5	267.7	195.6	128.8	32.8	1,212.0
TKN (mg/L)	122.6	225.1	51.0	133.8	34.7	37.5	42.0
TS (mg/L)	1205.0	2180.0	694.0	1092.0	566.0	512.0	2,694.0
TSS (mg/L)	263.3	805.0	537.5	110.5	64.0	28.5	543.3
TDS (mg/L)	941.7	1375.0	156.5	981.5	502.0	483.5	2,150.7
Oil and grease (mg/L)	-	-	-	-	-	-	2,737.5
TCB (MPN/100 mL)	$>1.6x10^9$	$>1.6x10^9$	$>1.6x10^9$	$>1.6x10^9$	$>1.6x10^9$	$4.6x10^5$	-
FCB (MPN/100 mL)	$>1.6x10^6$	$>1.6x10^6$	$>1.6x10^6$	$>1.6x10^6$	$>1.6x10^6$	$>1.6x10^6$	-

ตารางที่ ค-12 ผลการวิเคราะห์น้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล ข (30 เม.ย. 52)

พารามิเตอร์	ระบบบำบัด				
	OPD1	OPD2	IPD	Cafeteria	Washing
pH	7.0	8.0	7.6	5.3	8.2
COD (mg/L)	413.6	1,466.4	466.2	4,023.2	48.9
BOD_5 (mg/L)	275.4	536.0	182.4	913.1	28.8
TKN (mg/L)	70.0	233.5	77.8	54.9	1.1
TS (mg/L)	864.0	2,157.0	778.0	2,299.0	3,745.3
TSS (mg/L)	310.0	412.5	635.0	1,130.0	171.0
TDS (mg/L)	554.0	1,744.5	143.0	1,169.0	3,574.3
Oil and grease (mg/L)	-	-	-	2,967.0	-
TCB (MPN/100 mL)	$1.7x10^6$	$>1.6x10^9$	$5.4x10^6$	$4.6x10^5$	<1.8
FCB (MPN/100 mL)	$4.6x10^5$	$>1.6x10^9$	$5.4x10^6$	$1.1x10^5$	<1.8

ตารางที่ ค-13 ผลการวิเคราะห์น้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล ค (18 ส.ค. 52)

พารามิเตอร์	OPD1	OPD2	IPD	Washing
pH	7.4	7.5	7.4	9.8
COD (mg/L)	132.0	462.0	145.5	45.3
BOD_5 (mg/L)	63.6	128.8	58.6	17.7
TKN (mg/L)	38.6	98.6	25.8	3.9
TS (mg/L)	555.0	2,105.0	378.0	316.0
TSS (mg/L)	158.0	1,875.0	117.0	25.7
TDS (mg/L)	397.0	230.0	261.0	290.3
TCB (MPN/100 mL)	$>1.6 \times 10^6$	5.4×10^3	4.9×10^4	34.0
FCB (MPN/100 mL)	$>1.6 \times 10^6$	5.4×10^3	4.9×10^4	34.0

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง

ตารางที่ ค-14 ผลการวิเคราะห์น้ำทิ้งโรงพยาบาล ก (24 ก.ค. 52)

พารามิเตอร์	OPD1	OPD2	OPD3	IPD1	IPD2	C&W
pH	7.3	7.3	6.7	7.7	7.2	7.3
COD (mg/L)	121.6	32.0	44.8	116.8	232.0	57.6
BOD_5 (mg/L)	74.5	12.4	18.9	40.9	111.6	34.5
TKN (mg/L)	68.6	33.0	10.9	78.4	37.0	42.3
TS (mg/L)	769.0	426.0	314.0	651.0	746.0	554.0
TSS (mg/L)	28.7	17.3	17.3	65.4	364.0	32.0
TDS (mg/L)	740.3	408.7	296.7	585.6	382.0	522.0
Oil and grease (mg/L)	-	-	-	-	-	21.8
TCB (MPN/100 mL)	$>1.6x10^6$	$>1.6x10^6$	$>1.6x10^6$	$>1.6x10^6$	$>1.6x10^6$	$>1.6x10^6$
FCB (MPN/100 mL)	$>1.6x10^6$	$>1.6x10^6$	$>1.6x10^6$	$>1.6x10^6$	$>1.6x10^6$	$>1.6x10^6$

ตารางที่ ค-15 ผลการวิเคราะห์น้ำทิ้งโรงพยาบาล ข (30 เม.ย. 52)

พารามิเตอร์	OPD1	OPD2	IPD	Cafeteria	Washing
pH	7.3	7.0	7.2	6.9	8.2
COD (mg/L)	267.0	109.0	203.0	244.4	169.2
BOD_5 (mg/L)	99.3	28.8	69.5	253.1	75.9
TKN (mg/L)	80.4	86.5	74.3	52.6	11.3
TS (mg/L)	614.0	694.0	536.0	572.0	394.0
TSS (mg/L)	121.0	24.0	35.5	91.0	22.0
TDS (mg/L)	493.0	670.0	500.5	481.0	372.0
Oil and grease (mg/L)	-	-	-	13.5	-
TCB (MPN/100 mL)	$>1.6x10^6$	$>1.6x10^6$	$>1.6x10^6$	45	$>1.6x10^6$
FCB (MPN/100 mL)	$>1.6x10^6$	$>1.6x10^6$	$>1.6x10^6$	45	$>1.6x10^6$

ตารางที่ ค-16 ผลการวิเคราะห์น้ำทิ้งโรงพยาบาล ค (18 ส.ค. 52)

พารามิเตอร์	OPD1	OPD2	IPD	Washing
pH	7.2	7.6	7.3	9.1
COD (mg/L)	33.0	46.5	37.5	66.0
BOD_5 (mg/L)	11.6	11.4	4.5	15.2
TKN (mg/L)	16.2	42.6	19.3	4.8
TS (mg/L)	293.0	268.0	288.3	719.5
TSS (mg/L)	10.4	28.5	10.8	10.4
TDS (mg/L)	282.6	239.5	277.5	709.1
TCB (MPN/100 mL)	<1.8	160,000	<1.8	2,200
FCB (MPN/100 mL)	<1.8	160,000	<1.8	2,200

ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย

ตารางที่ ค-17 ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียอาคารผู้ป่วยนอก (OPD) อาคารผู้ป่วยใน (IPD) และอาคารโรงครัวและซักฟอก (C&W) โรงพยาบาล ก

ระบบบำบัด/ว.ด.ป.	ถังเกรอะ		ถังเติมอากาศ				ถังตกตะกอน		น้ำทิ้ง			
	Temp (°C)	pH	Temp (°C)	pH	DO (mg/L)	SV_{30} (mL/L)	Temp (°C)	pH	Temp (°C)	pH	Res. Chlorine (mg/L)	SS (mg/L)
OPD1												
23/1/52	29	7.9	30	8.0	-	-	29	8.0	-	-	-	-
8/4/52	-	-	-	-	0	<1	-	-	-	-	ไม่เติม	-
OPD2												
23/1/52	29	7.9	29	7.8	-	-	29	7.8	-	-	-	-
8/4/52	-	-	-	-	1.8	<1	-	-	-	-	ไม่เติม	-
OPD3												
23/1/53	27	7.6	27	8.0	-	-	27	7.9	-	-	-	-
8/4/52	-	-	-	-	2.7	<1	-	-	-	-	ไม่เติม	-
IPD1												
23/1/52	29	7.5	29	7.8	-	-	29	7.8	-	-	-	-
8/4/52	-	-	-	-	0	350	-	-	-	-	ไม่เติม	-
IPD2												
23/1/52	29	7.7	29	7.8	-	-	29	7.8	-	-	-	-
8/4/52	-	-	-	-	0	400	-	-	-	-	ไม่เติม	-
C&W												
23/1/52	27	7.8	28	7.8	-	-	28	7.8	-	-	-	-
8/1/52	-	-	-	-	0	<1	-	-	-	-	ไม่เติม	-

หมายเหตุ ไม่สามารถเก็บน้ำทิ้งได้เนื่องจากปลายท่อน้ำทิ้งถูกฝังอยู่ใต้ดิน

ตารางที่ ค-18 ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียอาคารผู้ป่วยนอก (OPD) โรงพยาบาล ข

ระบบบำบัด/ว.ด.ป.	ถังเกรอะ		ถังเติมอากาศ				ถังตกตะกอน		น้ำทิ้ง			
	Temp (°C)	pH	Temp (°C)	pH	DO (mg/L)	SV_{30} (mL/L)	Temp (°C)	pH	Temp (°C)	pH	Res. Chlorine (mg/L)	SS (mg/L)
OPD1												
5/3/52	32	7.2	32	7.8	2.6	<1	32	7.6	32	8.0	NR	4
7/3/52	29	7.3	29	7.6	3.8	<1	29	7.4	29	7.4	NR	2
9/3/52	30	7.5	30	7.6	1.1	<1	30	7.6	30	7.8	NR	2
10/3/52	29	7.8	29	7.8	1.3	<1	29	7.6	29	7.7	NR	<0.5
11/3/52	30	7.6	30	7.6	0	1	30	7.6	30	7.7	NR	<0.5
12/3/52	28	7.1	28	7.6	2.3	1	28	7.5	26	7.7	NR	<0.5
13/3/52	29	7.4	29	7.7	1.0	<1	29	7.6	29	7.7	NR	-
14/3/52	29	7.9	29	8.2	1.3	<1	29	8.2	29	8.3	NR	-
25/3/52	29	7.6	29	8.0	3.9	<1	29	7.9	29	8.1	NR	1
26/3/52	28	8.2	28	8.4	-	-	28	8.4	28	8.4	NR	1
OPD2												
5/3/52	33	7.9	32	7.8	4.2	<1	32	7.6	32	8.0	NR	<0.5
7/3/52	29	7.3	29	7.6	2.9	<1	29	7.8	29	7.9	NR	<0.5
9/3/52	30	7.7	30	7.9	3.3	<1	30	7.9	30	8.0	NR	-
10/3/52	30	7.7	30	8.0	3.6	<1	30	7.9	30	8.0	NR	-
11/3/52	30	7.2	30	7.7	1.4	<1	30	7.8	30	8.0	NR	<0.5
12/3/52	29	7.3	29	7.9	2.8	<1	29	7.8	29	7.9	NR	<0.5
13/3/52	29	7.4	29	7.8	1.9	<1	29	7.7	29	7.9	NR	-
14/3/52	29	7.7	29	8.1	-	-	29	8.1	29	8.3	NR	-
25/3/52	29	7.9	29	7.8	0	<1	29	7.9	29	7.7	NR	-
26/3/52	28	8.1	28	8.3	-	-	28	8.3	28	8.1	NR	-

ตารางที่ ค-19 ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียอาคารผู้ป่วยใน (IPD) และอาคารซักฟอก (Cafeteria) โรงพยาบาล ข

ระบบบำบัด/ว.ด.ป.	ถังเกรอะ		ถังเติมอากาศ				ถังตกตะกอน		น้ำทิ้ง			
	Temp (°C)	pH	Temp (°C)	pH	DO (mg/L)	SV_{30} (mL/L)	Temp (°C)	pH	Temp (°C)	pH	Res. Chlorine (mg/L)	SS (mg/L)
IPD												
5/3/52	33	7.5	32	7.7	0	6.3	32	7.5	32	7.6	NR	<0.5
7/3/52	30	7.5	30	7.9	2.9	6.2	30	7.7	30	7.8	NR	<0.5
9/3/52	30	7.4	30	7.8	1.0	7.2	30	7.4	30	7.6	NR	-
10/3/52	30	7.2	30	7.8	1.4	6.4	30	7.8	30	7.8	NR	-
11/3/52	30	7.5	30	7.8	0	6.5	30	7.8	30	7.9	NR	<0.5
12/3/52	29	7.3	29	8.0	2.4	2	29	7.8	27	7.9	NR	<0.5
13/3/52	29	7.3	29	7.9	2.5	6.3	29	7.8	29	7.9	NR	-
14/3/52	29	7.8	29	8.2	1.2	7.5	29	8.2	30	8.2	NR	-
25/3/52	29	8.1	29	7.5	-	-	-	-	-	-	-	-
26/3/52	28	7.3	29	8.4	-	-	29	7.8	-	-	-	-
Cafeteria												
9/3/52	29	6.6	29	7.3	0	<1	29	7.4	29	7.3	NR	<0.5
10/3/52	31	6.6	31	7.73	1.4	<1	31	7.3	30	7.3	NR	<0.5
11/3/52	29	6.9	30	7.4	2.6	<1	30	7.4	30	7.3	NR	-
12/3/52	28	6.9	29	7.5	3.2	1	29	7.5	29	7.5	NR	-
13/3/52	29	7.3	29	7.7	3.2	<1	29	7.7	29	7.5	NR	<0.5
14/3/52	29	7.7	29	8.0	2.4	<1	29	8.0	29	7.9	NR	-
24/3/52	29	7.6	29	8.0	0	<1	29	8.0	29	8.1	NR	-

ตารางที่ ค-20 ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียอาคารซักฟอก โรงพยาบาล ข

ว.ด.ป.	ถังเกรอะ		ถังกรองไร้อากาศ		น้ำทิ้ง		
	Temp (°C)	pH	Temp (°C)	pH	Temp (°C)	pH	SS (mg/L)
9/3/52	30	8.7	31	9.6	31	9.5	<0.5
10/3/52	31	9.2	31	9.3	31	9.2	<0.5
11/3/52	30	8.2	30	8.9	30	8.9	-
12/3/52	29	8.1	29	8.7	29	8.7	-
13/3/52	29	8.4	30	8.8	30	8.9	<0.5
14/3/52	29	8.4	29	9.6	29	9.5	-
24/3/52	28	8.6	28	8.7	28	8.7	-

ตารางที่ ค-21 ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียอาคารผู้ป่วยนอก (OPD) และ อาคารผู้ป่วย ใน (IPD) โรงพยาบาล ค

ระบบบำบัด/ว.ด.ป.	ถังเกรอะ		ถังเติมอากาศ				ถังตกตะกอน		น้ำทิ้ง			
	Temp (°C)	pH	Temp (°C)	pH	DO (mg/L)	SV_{30} (mL/L)	Temp (°C)	pH	Temp (°C)	pH	Res. Chlorine (mg/L)	SS (mg/L)
OPD1												
23/1/52	28	6.6	28	6.1	4.6	<1	28	6.0	29	7.2	NR	<0.5
OPD2												
23/1/52	29	7.4	29	7.2	4.2	<1	29	7.1	29	7.5	NR	<0.5
IPD												
23/1/52	29	7.5	29	7.5	1.3	<1	29	7.3	29	7.2	NR	<0.5

ตารางที่ ค-22 ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียอาคารซักฟอก โรงพยาบาล ค

ว.ด.ป.	ถังเกรอะ		ถังกรองไร้อากาศ		น้ำทิ้ง		
	Temp (°C)	pH	Temp (°C)	pH	Temp (°C)	pH	SS (mg/L)
23/1/52	29	9.3	29	9.6	29	9.3	<0.5

ตารางที่ ค-23 ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ควบคุมระบบระหว่างการทดลองแนวทางการจัดการน้ำเสียโรงพยาบาล ข

ว.ด.ป.	ระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล ข																	
	OPD1				OPD2				IPD				Cafeteria				Washing	
	ถังเติมอากาศ			น้ำทิ้ง	ถังเติมอากาศ			น้ำทิ้ง	ถังเติมอากาศ			น้ำทิ้ง	ถังเติมอากาศ			น้ำทิ้ง	ถังกรองไร้อากาศ	น้ำทิ้ง
	pH	DO (mg/L)	SV_{30} (mL/L)	Res. Chlorine (mg/L)	pH	DO (mg/L)	SV_{30} (mL/L)	Res. Chlorine (mg/L)	pH	DO (mg/L)	SV_{30} (mL/L)	Res. Chlorine (mg/L)	pH	DO (mg/L)	SV_{30} (mL/L)	Res. Chlorine (mg/L)	pH	pH
29/6/52	7.0	3.0	2.2	2.5	-	-	-	-	7.0	0	0.7	0.5	7.0	2.5	0.2	0.2	-	-
30/6/52	7.0	3.0	2.2	0.5	7.5	-	0.5	2.5	7.5	3.0	4.2	0.5	7.5	4.0	8.0	0.5	-	-
1/7/52	7.1	2.4	1.6	0.5	7.1	1.4	0	0.5	7.0	0	0	<0.5	6.8	1.7	1.5	NR	9.4	9.3
2/7/52	7.3	1.7	2.5	0.5	7.0	2.3	0	2.5	7.9	2.2	0	<0.5	7	0	1.2	NR	8.5	8.5
3/7/52	7.0	2	2.0	NR	7.0	3.0	0	>2.5	7.5	0	4.5	2.5	7.0	0	0.1	2.5	9.4	9.2
4/7/52	8.1	2.2	10.0	NR	8.1	3.5	1.0	NR	7.7	0	1.0	NR	7.3	0	4.0	NR	8.7	8.8
5/7/52	8.1	2.7	10.0	NR	8.0	3.2	-	NR	7.7	0	-	NR	7.3	0.3	4.0	NR	8.4	8.4
6/7/52	8.1	3.5	-	NR	7.9	3.8	-	NR	7.6	0	-	NR	7.3	0	-	NR	9.6	9.6
7/7/52/	8.1	3.7	-	NR	7.9	3.7	-	NR	7.8	2.6	-	NR	7.4	1.2	-	NR	9.2	9.0
8/7/52	-	2.5	8.0	NR	-	4.2	0.5	NR	-	0.2	7.0	NR	-	0.5	-	NR	-	-
9/7/52	7.5	3.4	4.2	2.5	7.5	2.4	0.1	0.5	8.0	1.8	4.5	0.5	7.5	0	0.5	0.5	8.5	8.5

ตารางที่ ค-23 (ต่อ)

ว.ด.ป.	ระบบบำบัดโรงพยาบาล ข																	
	OPD1				OPD2				IPD				Cafeteria				Washing	
	ถังเติมอากาศ			น้ำทิ้ง	ถังเติมอากาศ			น้ำทิ้ง	ถังเติมอากาศ			น้ำทิ้ง	ถังเติมอากาศ			น้ำทิ้ง	ถังกรองไร้อากาศ	น้ำทิ้ง
	pH	DO (mg/L)	SV_{30} (mL/L)	Res. Chlorine (mg/L)	pH	DO (mg/L)	SV_{30} (mL/L)	Res. Chlorine (mg/L)	pH	DO (mg/L)	SV_{30} (mL/L)	Res. Chlorine (mg/L)	pH	DO (mg/L)	SV_{30} (mL/L)	Res. Chlorine (mg/L)	pH	pH
13/7/52	7.5	3.9	4.2	2.5	7.5	4.6	0.1	0.5	7.5	2	4.5	0.5	7.0	0	0.1	0.5	8.5	8.0
21/7/52	-	-	-	0.5	-	-	-	-	7.0	-	-	0.5	7.5	-	-	-	-	-
22/7/52	-	2.6	0.7	-	-	3.9	-	-	-	1.8	2.0	-	-	0	-	-	-	-
23/7/52	7.5	-	-	-	7.0	-	-	2.5	7.5	-	-	0.5	7.0	-	-	0.5	-	-
24/7/52	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	4.5	-	-	-	-	-	-	-
3/8/52	7.5	1.3	2.0	>2.5	7.5	2.5	0	>2.5	8.0	1.8	2.0	-	7.5	2.2	0	>2.5	9.5	9.5
10/8/52	7.5	2.5	3.8	0.5	7.5	2.0	0	0.5	7.5	1.5	6.0	0.5	7.0	0.5	2.0	1.5	9.5	9.0
17/8/52	7.5	1.3	2.5	1.0	7.5	1.1	0	0.5	7.5	1.9	4.5	0.5	7.0	1.6	0	0.5	9.0	9.0
24/8/52	7.5	1.3	8.5	1.5	7.5	2.0	0.5	0.5	7.5	1.5	4.5	0.5	7.0	1.5	0	0.5	8.5	8.0
1/9/52	-	-	-	0.2	-	-	-	0.2	-	-	-	0.2	-	-	-	0.5	-	-
7/9/52	7.0	4.5	-	NR	7.0	-	-	0.5	7.5	2.4	2.0	NR	7.0	3.0	-	0.2	9.0	9.0
14/9/52	7.5	1.5	4.0	0.2	7.5	1.6	0.2	0.5	7.0	1.7	0.2	0.5	7.5	2.5	0.2	0.2	9.5	9.5

ตารางที่ ค-23 (ต่อ)

ว.ป.ด.	ระบบบำบัดโรงพยาบาล ข																	
	OPD1				OPD2				IPD				Cafeteria				Washing	
	ถังเติมอากาศ			น้ำทิ้ง	ถังเติมอากาศ			น้ำทิ้ง	ถังเติมอากาศ			น้ำทิ้ง	ถังเติมอากาศ			น้ำทิ้ง	ถังกรองไร้อากาศ	น้ำทิ้ง
	pH	DO (mg/L)	SV_{30} (mL/L)	Res. Chlorine (mg/L)	pH	DO (mg/L)	SV_{30} (mL/L)	Res. Chlorine (mg/L)	pH	DO (mg/L)	SV_{30} (mL/L)	Res. Chlorine (mg/L)	pH	DO (mg/L)	SV_{30} (mL/L)	Res. Chlorine (mg/L)	pH	pH
16/9/52	7.5	-	-	-	7.5	-	-	-	7.5	-	-	-	7.5	-	-	-	-	-
18/9/52	7.0	-	-	-	7.5	-	-	-	7.5	-	-	-	7.5	-	-	-	-	-
21/9/52	7.5	1.6	0.2	0.2	7.5	1.6	0.4	0.2	7.0	1.7	3.0	0.2	7.5	2.5	3.0	0.2	8.5	8.5
25/9/52	-	-	0.2	0.2	-	-	0.2	0.5	-	-	0.2	0.2	-	-	0	0.5	-	-
27/9/52	7.0	1.6	0.2	0.2	7.5	-	-	-	7.0	1.7	0.4	0.2	7.5	-	-	-	-	-
28/9/52	7.5	2.8	1.2	NR	7.5	2.0	-	0.5	7.5	3.0	0.2	NR	7.5	4.2	0.1	1.0	8.5	8.5
30/9/52	7.5	-	-	0.2	7.5	2.0	-	0.2	7.5	-	-	NR	7.5	-	-	-	9.0	9.0
1/10/52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.5	-	-	-	-	-
2/10/52	7.0	3	0.3	0.2	7.0	3.0	0.2	0.2	7.5	4.0	0.2	0.2	7.0	3.1	0	0.2	9.0	9.0
5/10/52	7.5	3	2.0	0.5	7.5	1.7	1.0	0.2	7.0	1.9	0.5	0.2	7.5	1.9	0.5	0.2	9.0	9.0
12/10/52	7.5	3.5	0.2	0.2	7.5	3.1	0.1	0.2	7.0	4.5	0.5	0.2	6.5	3.0	0	0.5	8.5	8.5
19/10/52	7.5	3	0.2	0.2	7.0	3.1	7.0	0.2	7.5	1.7	9.0	0.2	7.5	3.1	0.3	1.0	9.0	8.5
26/10/52	7.5	3	0.2	0.2	7.5	1.0	1.0	0.2	7.0	3.5	6.0	0.2	7.0	3.0	0	0.2	8.5	8.5

ตารางที่ ค-24 ลักษณะสมบัติทางกายภาพของน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบบัด	ลักษณะสมบัติทางกายภาพ			
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ของแข็งทั้งหมด (มก./ล.)	ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	ของแข็งละลายน้ำ (มก./ล)
	ช่วง	ช่วง	ช่วง	ช่วง
อาคารผู้ป่วยนอก	27.0-30.0	555.0-2,180	158.0-1,875	156.5-1,745
อาคารผู้ป่วยใน	28.0-29.0	378.0-1,092	64.0-635.0	143.0-981.0
อาคารโรงครัว	28.0-29.4	2,299 -2,694	543.3-1,130	1,169-2,151
อาคารซักฟอก	29.0-29.4	316.0-3,745	25.7-171.0	290.3-3,574

ตารางที่ ค-25 ลักษณะสมบัติทางเคมีของน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัด	ลักษณะสมบัติทางเคมี				
	พีเอช	ซีโอดี (มก./ล.)	บีโอดี (มก./ล.)	ทีเคเอ็น (มก./ล.)	น้ำมัน-ไขมัน (มก./ล.)
	ช่วง	ช่วง	ช่วง	ช่วง	ช่วง
OPD	6.7-8.1	132.0-1,466	63.6-515.1	38.6-233.5	-
IPD	7.4-7.7	145.5-466.2	58.6-195.6	25.8-133.8	-
cafeteria	5.3-6.8	1,264-4,023	929.2-1,212	42.0-54.9	2,738-2,967
Washing	8.2-9.8	45.3-48.9	17.7-30.8	1.1-3.9	-

ตารางที่ ค-26 ประสิทธิภาพการบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสียในรูปของ BOD_5, TKN และ TSS

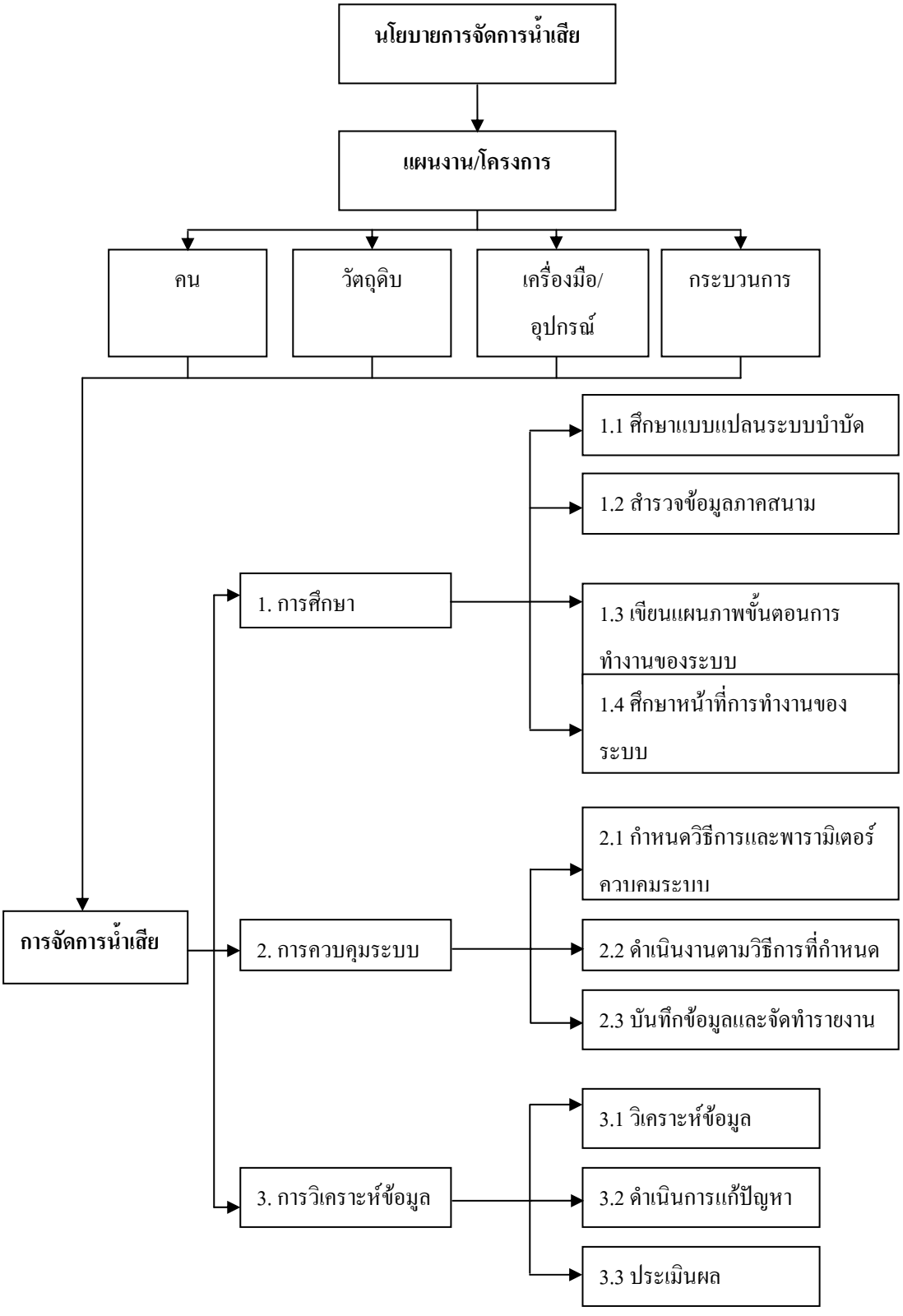
โรงพยาบาล	ระบบบำบัด	พารามิเตอร์								
		BOD_5 (mg/L)			TKN (mg/L)			TSS (mg/L)		
		Influent	Effluent	% Remove	Influent	Effluent	% Remove	Influent	Effluent	% Remove
ก	OPD1	210.8	74.5	64.7	122.6	68.6	44.1	263.3	28.7	89.1
	OPD2	353.5	12.4	96.5	225.1	33.0	85.3	805.0	17.3	97.8
	OPD3	267.7	18.9	92.9	51.0	10.9	78.6	537.5	17.3	96.8
	IPD1	195.6	40.9	79.1	133.8	78.4	41.4	110.5	65.4	40.8
	IPD2	128.8	111.6	13.3	34.7	37.0	0	64.0	364.0	0
	C&W	32.8	34.5	0	37.5	42.3	0	28.5	32.0	0
ข	OPD1	234.8	101.0	57.0	80.4	70.0	12.9	310.0	121.0	61.0
	OPD2	515.1	29.3	94.3	233.5	86.5	62.9	412.5	24.0	94.2
	IPD	185.6	70.7	61.9	77.8	74.3	4.5	635.0	35.5	94.4
	Cafeteria	929.2	140.1	84.9	54.9	52.6	4.1	1,130	91.0	91.9
	Washing	30.8	77.3	0	1.1	11.3	0	171.0	22.0	87.1
ค	OPD1	63.6	11.6	81.7	38.6	16.2	58.0	158.0	10.4	93.4
	OPD2	128.8	11.4	91.2	98.6	42.6	56.8	1,875	28.5	98.5
	IPD	58.6	4.5	92.2	25.8	19.3	25.0	117.0	10.8	90.8
	Washing	17.7	15.2	14.3	3.9	4.8	0	25.7	10.4	59.4

หมายเหตุ 0 หมายถึง ประสิทธิภาพการบำบัดไม่เพิ่มขึ้น

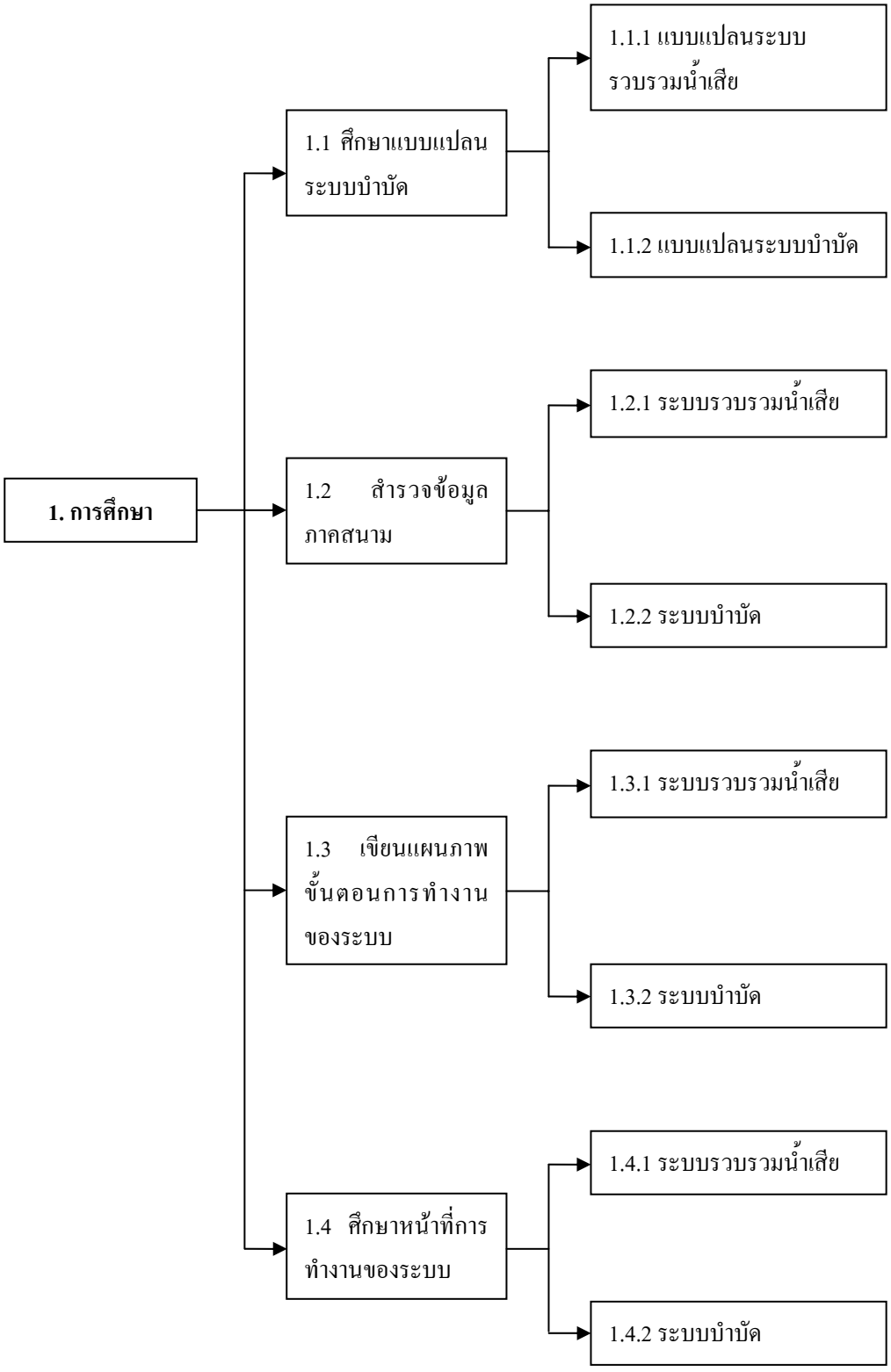
ภาคผนวก ง

ขั้นตอนการจัดทำแนวทางการจัดการน้ำเสียสำหรับโรงพยาบาลชุมชน การตรวจสอบปัญหาระบบรวบรวมน้ำเสีย ระบบบำบัด และการแก้ไข และโครงสร้างงานจัดการน้ำเสียโรงพยาบาลชุมชน

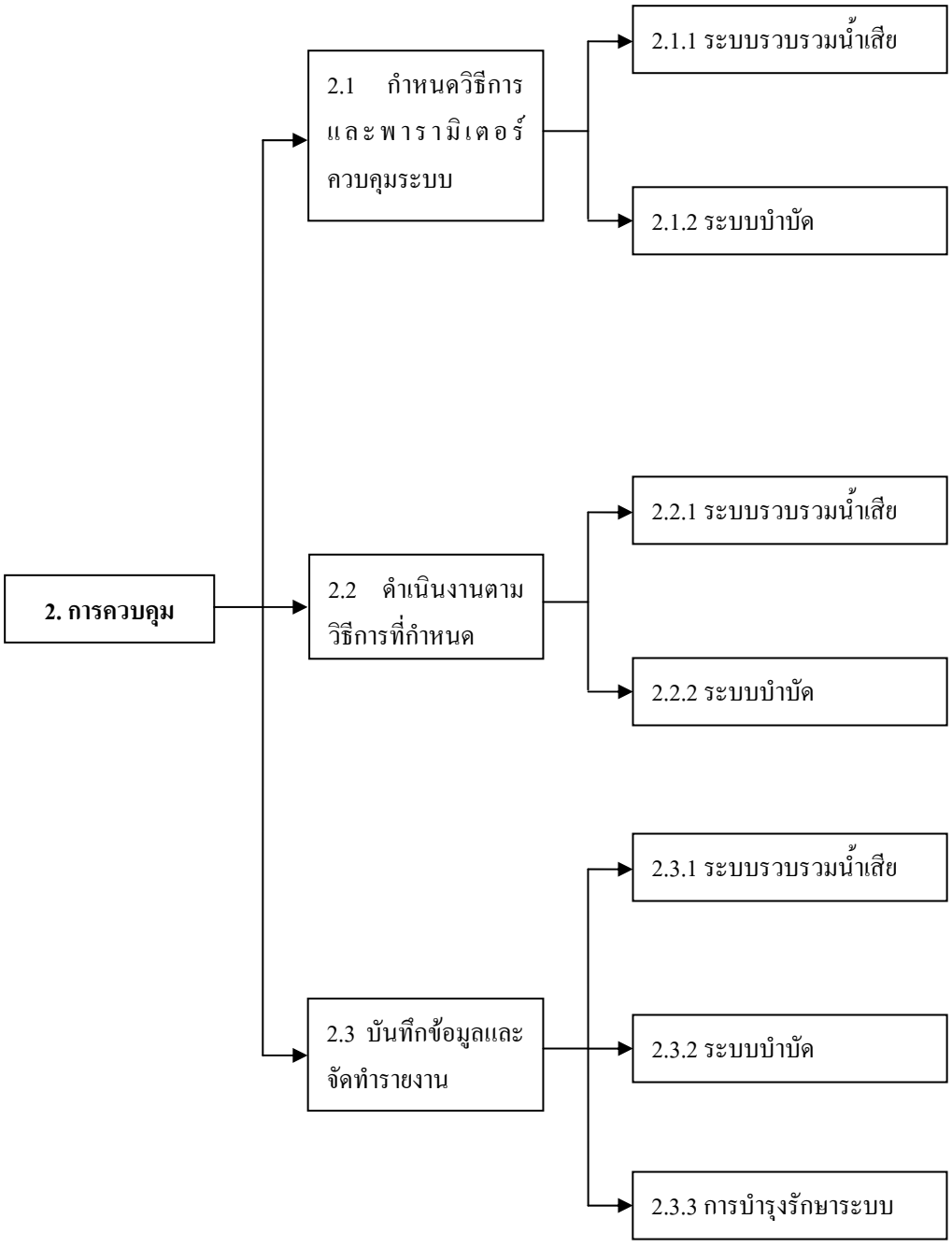
ขั้นตอนการจัดทำแนวทางการจัดการน้ำเสียสำหรับโรงพยาบาลชุมชน



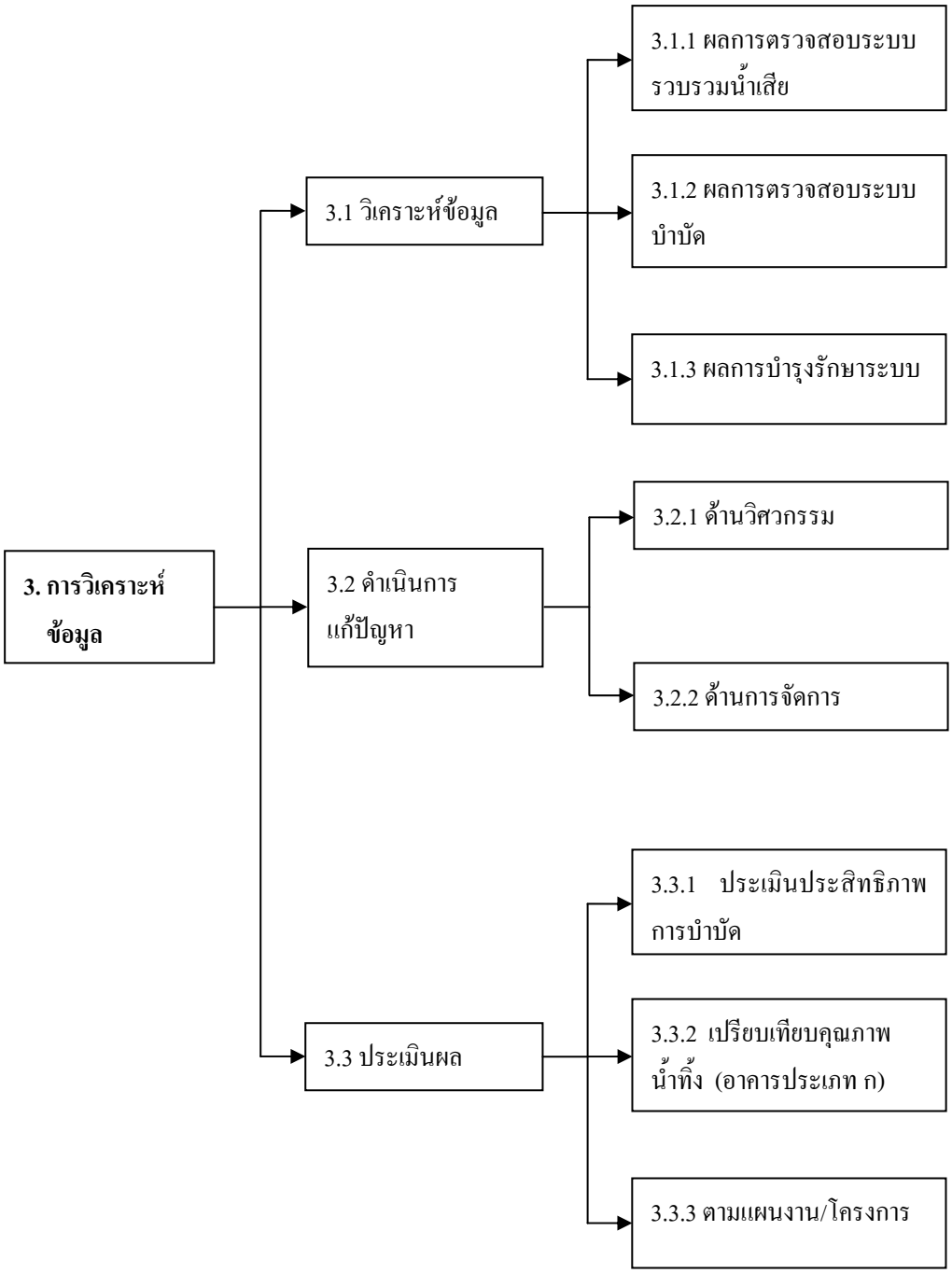
ภาพที่ ง-1 ขั้นตอนการจัดทำแนวทางการจัดการน้ำเสียสำหรับโรงพยาบาลชุมชน


1. การศึกษา
1.1 ศึกษาแบบแปลนระบบบำบัด
1.1.1 แบบแปลนระบบรวบรวมน้ำเสีย
1.1.2 แบบแปลนระบบบำบัด
1.2 สำรวจข้อมูลภาคสนาม
1.2.1 ระบบรวบรวมน้ำเสีย
1.2.2 ระบบบำบัด
1.3 เขียนแผนภาพขั้นตอนการทำงานของระบบ
1.3.1 ระบบรวบรวมน้ำเสีย
1.3.2 ระบบบำบัด
1.4 ศึกษาหน้าที่การทำงานของระบบ
1.4.1 ระบบรวบรวมน้ำเสีย
1.4.2 ระบบบำบัด

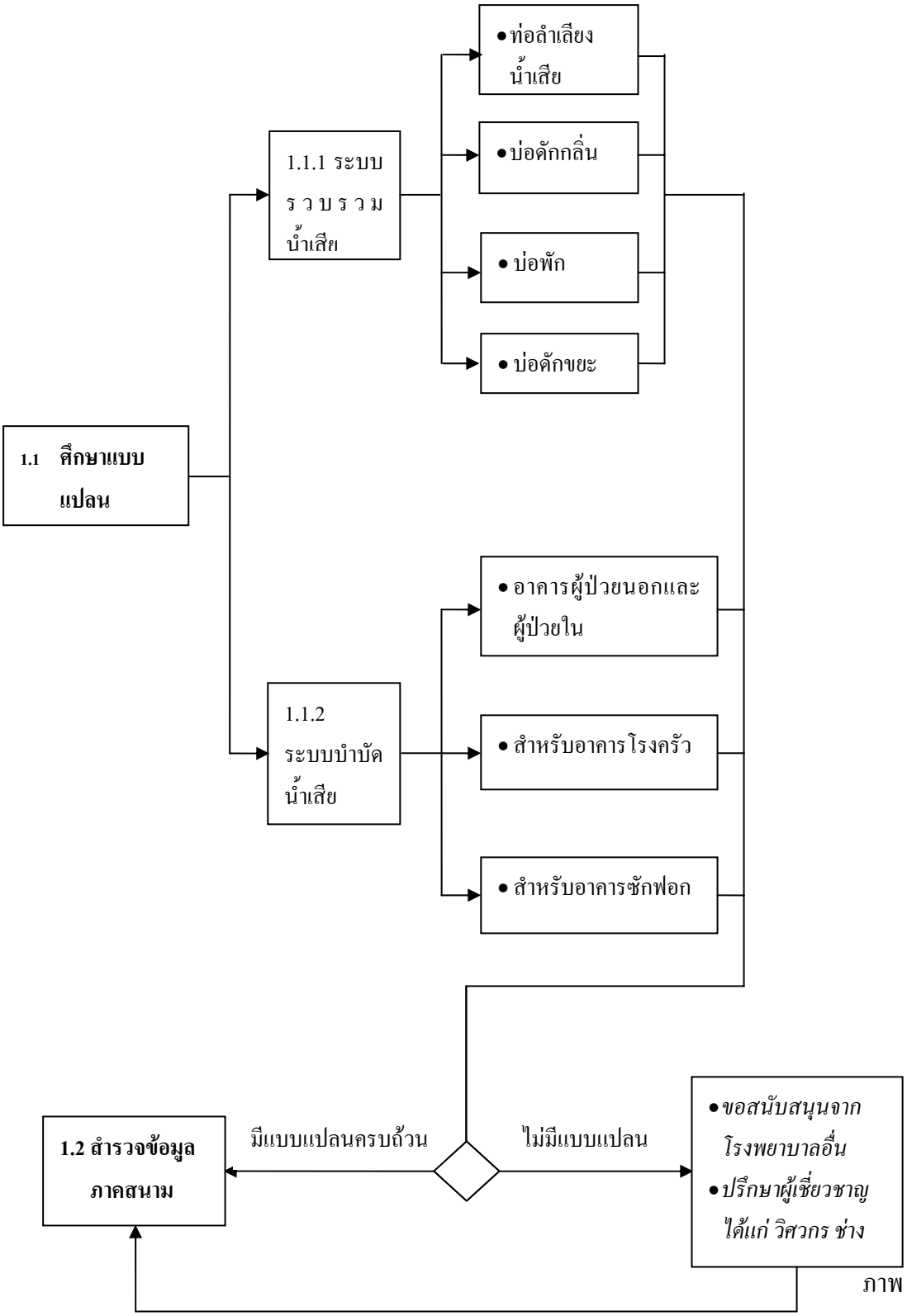
ภาพที่ ง-1 (ต่อ)


2. การควบคุม
2.1 กำหนดวิธีการและพารามิเตอร์ควบคุมระบบ
2.1.1 ระบบรวบรวมน้ำเสีย
2.1.2 ระบบบำบัด
2.2 ดำเนินงานตามวิธีการที่กำหนด
2.2.1 ระบบรวบรวมน้ำเสีย
2.2.2 ระบบบำบัด
2.3 บันทึกข้อมูลและจัดทำรายงาน
2.3.1 ระบบรวบรวมน้ำเสีย
2.3.2 ระบบบำบัด
2.3.3 การบำรุงรักษาระบบ

ภาพที่ ง-1 (ต่อ)

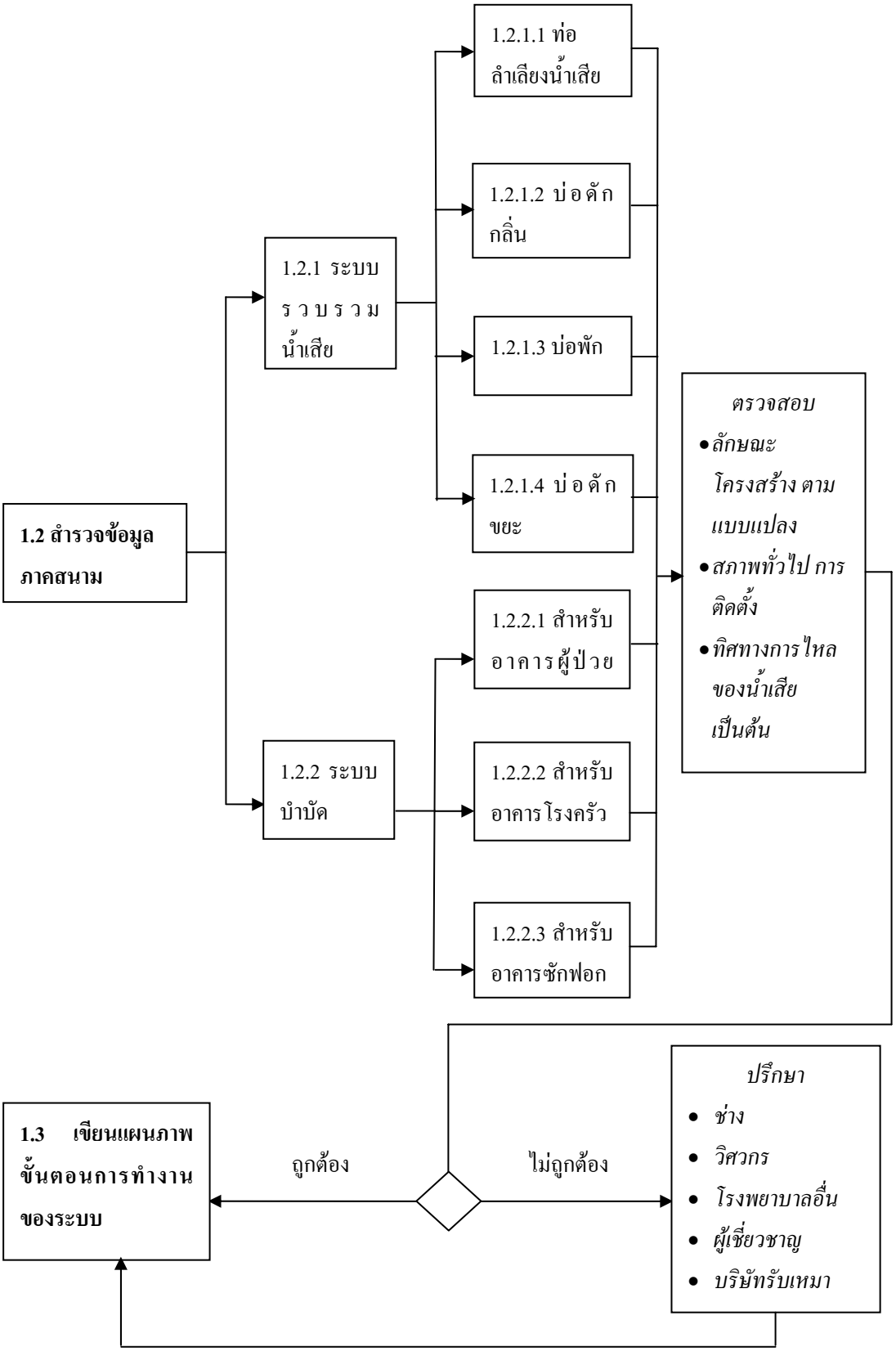

3. การวิเคราะห์ข้อมูล
3.1 วิเคราะห์ข้อมูล
3.1.1 ผลการตรวจสอบระบบรวบรวมน้ำเสีย
3.1.2 ผลการตรวจสอบระบบบำบัด
3.1.3 ผลการบำรุงรักษาระบบ
3.2 ดำเนินการแก้ปัญหา
3.2.1 ด้านวิศวกรรม
3.2.2 ด้านการจัดการ
3.3 ประเมินผล
3.3.1 ประเมินประสิทธิภาพการบำบัด
3.3.2 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้ง (อาคารประเภท ก)
3.3.3 ตามแผนงาน/โครงการ

ภาพที่ ง-1 (ต่อ)

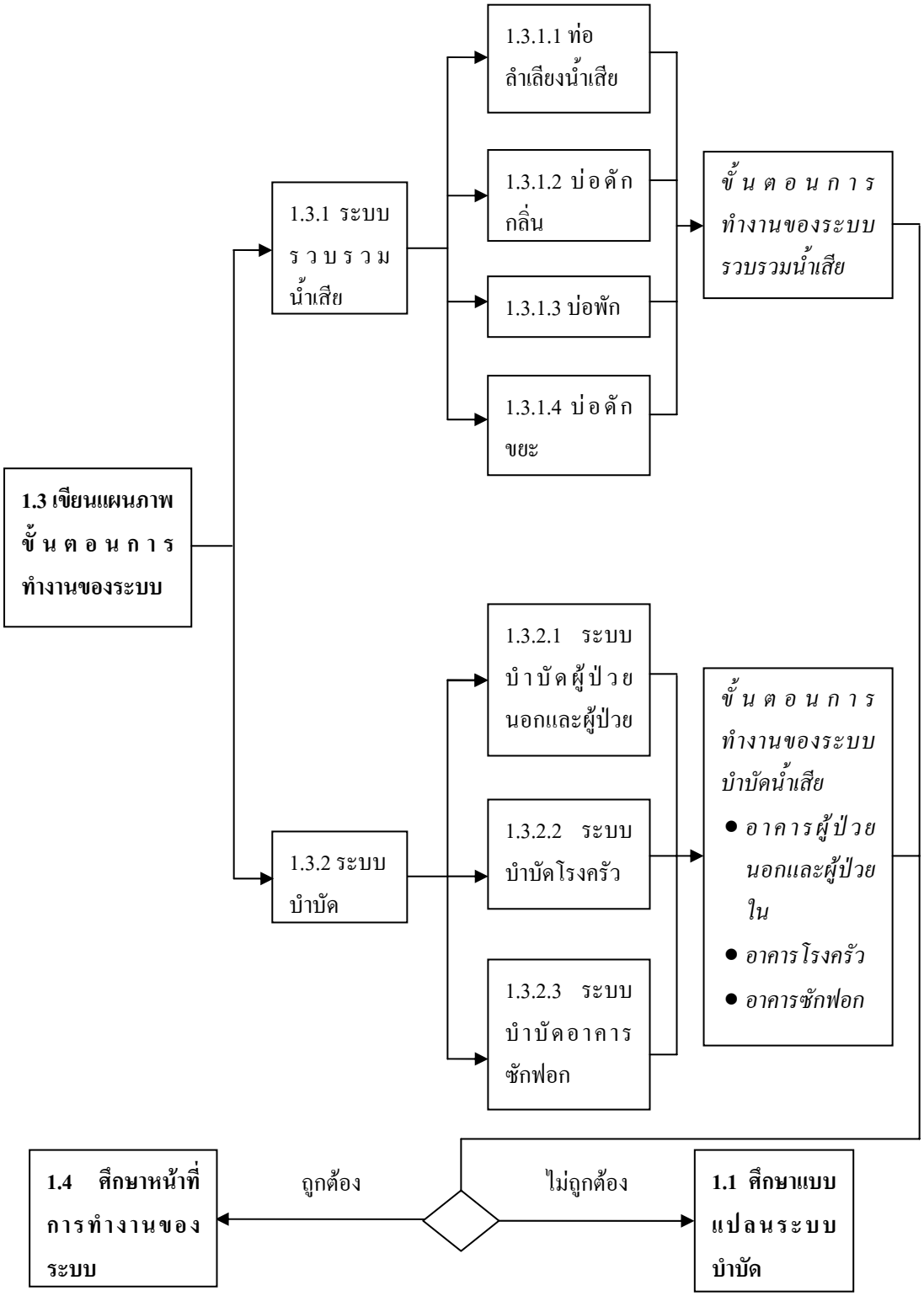

1.1 ศึกษาแบบแปลน
1.1.1 ระบบรวบรวมน้ำเสีย
1.1.2 ระบบบำบัดน้ำเสีย
• ท่อลำเลียงน้ำเสีย
• บ่อดักกลิ่น
• บ่อพัก
• บ่อดักขยะ
• อาคารผู้ป่วยนอกและผู้ป่วยใน
• สำหรับอาคารโรงครัว
• สำหรับอาคารซักฟอก
1.2 สำรวจข้อมูลภาคสนาม
มีแบบแปลนครบถ้วน
ไม่มีแบบแปลน
• ขอสนับสนุนจากโรงพยาบาลอื่น
• ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ วิศวกร ช่าง

ภาพ

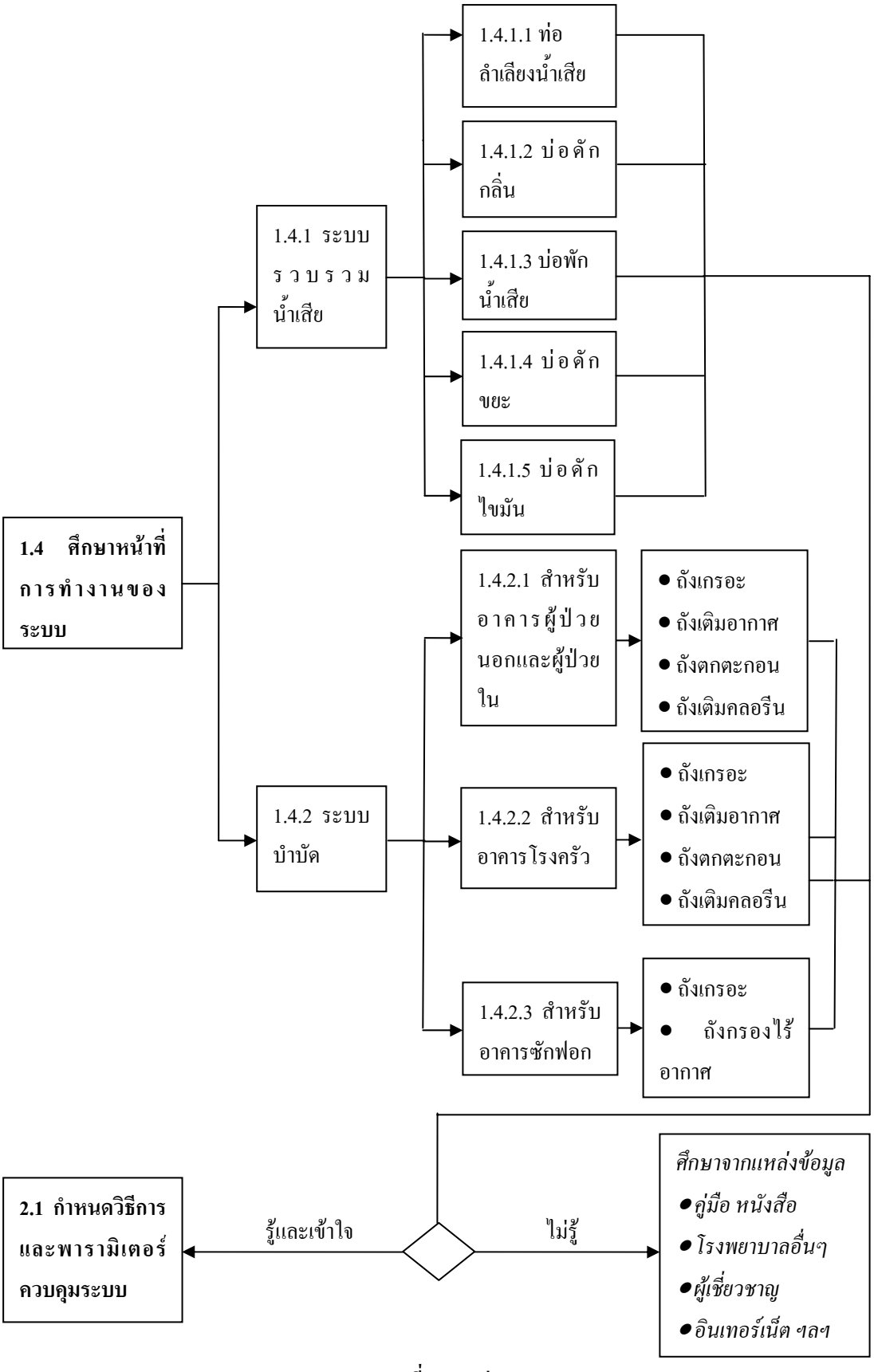
ที่ ง-1 (ต่อ)


1.2 สำรวจข้อมูลภาคสนาม
1.2.1 ระบบรวบรวมน้ำเสีย
1.2.1.1 ท่อลำเลียงน้ำเสีย
1.2.1.2 บ่อดักกลิ่น
1.2.1.3 บ่อพัก
1.2.1.4 บ่อดักขยะ
1.2.2 ระบบบำบัด
1.2.2.1 สำหรับอาคารผู้ป่วย
1.2.2.2 สำหรับอาคารโรงครัว
1.2.2.3 สำหรับอาคารซักฟอก
ตรวจสอบ
ลักษณะโครงสร้างตามแบบแปลง
สภาพทั่วไป การติดตั้ง
ทิศทางการไหลของน้ำเสีย
เป็นต้น
1.3 เขียนแผนภาพขั้นตอนการทำงานของระบบ
ถูกต้อง
ไม่ถูกต้อง
ปรึกษา
ช่าง
วิศวกร
โรงพยาบาลอื่น
ผู้เชี่ยวชาญ
บริษัทรับเหมา

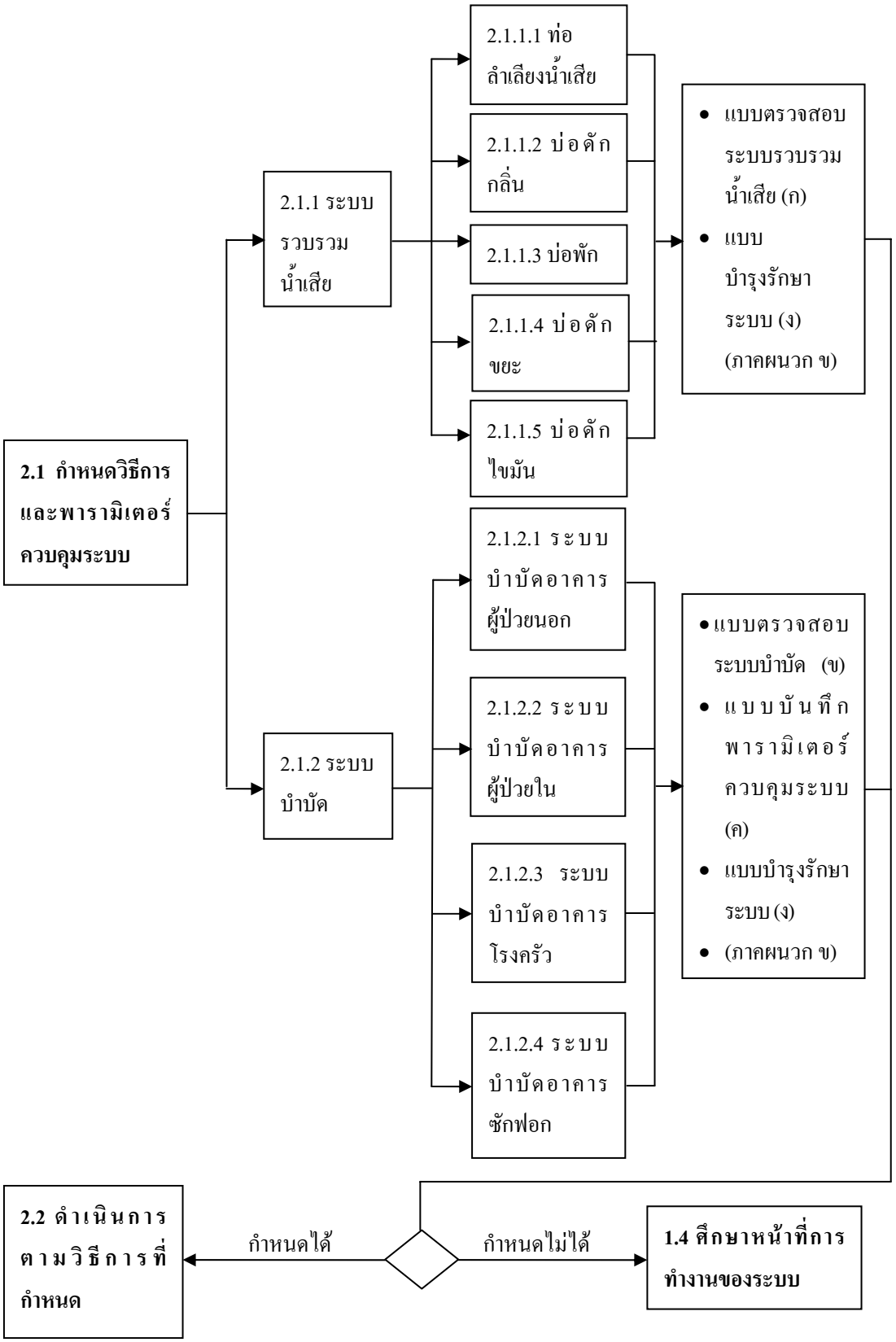
ภาพที่ ง-1 (ต่อ)


1.3 เขียนแผนภาพขั้นตอนการทำงานของระบบ
1.3.1 ระบบรวบรวมน้ำเสีย
1.3.1.1 ท่อลำเลียงน้ำเสีย
1.3.1.2 บ่อดักกลิ่น
1.3.1.3 บ่อพัก
1.3.1.4 บ่อดักขยะ
ขั้นตอนการทำงานของระบบรวบรวมน้ำเสีย
1.3.2 ระบบบำบัด
1.3.2.1 ระบบบำบัดผู้ป่วยนอกและผู้ป่วย
1.3.2.2 ระบบบำบัดโรงครัว
1.3.2.3 ระบบบำบัดอาคารซักฟอก
ขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย
อาคารผู้ป่วยนอกและผู้ป่วยใน
อาคารโรงครัว
อาคารซักฟอก
1.4 ศึกษาหน้าที่การทำงานของระบบ
ถูกต้อง
ไม่ถูกต้อง
1.1 ศึกษาแบบแปลนระบบบำบัด

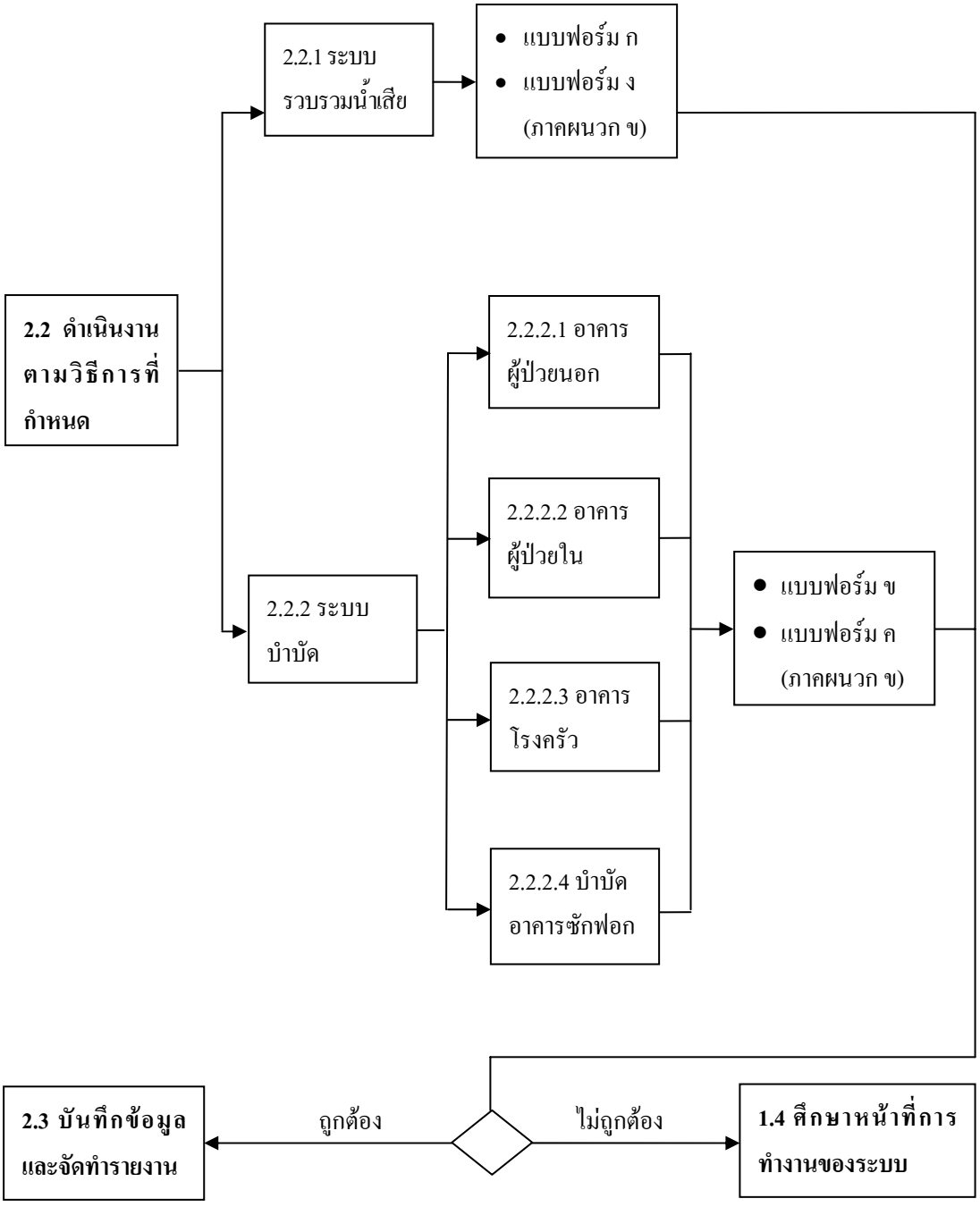
ภาพที่ ง-1 (ต่อ)


1.4.1.1 ท่อลำเลียงน้ำเสีย
1.4.1.2 บ่อดักกลิ่น
1.4.1.3 บ่อพักน้ำเสีย
1.4.1.4 บ่อดักขยะ
1.4.1.5 บ่อดักไขมัน
1.4.1 ระบบรวบรวมน้ำเสีย
1.4 ศึกษาหน้าที่การทำงานของระบบ
1.4.2.1 สำหรับอาคารผู้ป่วยนอกและผู้ป่วยใน
● ถังเกรอะ
● ถังเติมอากาศ
● ถังตกตะกอน
● ถังเติมคลอรีน
1.4.2 ระบบบำบัด
1.4.2.2 สำหรับอาคารโรงครัว
● ถังเกรอะ
● ถังเติมอากาศ
● ถังตกตะกอน
● ถังเติมคลอรีน
1.4.2.3 สำหรับอาคารซักฟอก
● ถังเกรอะ
● ถังกรองไร้อากาศ
2.1 กำหนดวิธีการและพารามิเตอร์ควบคุมระบบ
รู้และเข้าใจ
ไม่รู้
ศึกษาจากแหล่งข้อมูล
● คู่มือ หนังสือ
● โรงพยาบาลอื่นๆ
● ผู้เชี่ยวชาญ
● อินเทอร์เน็ต ฯลฯ

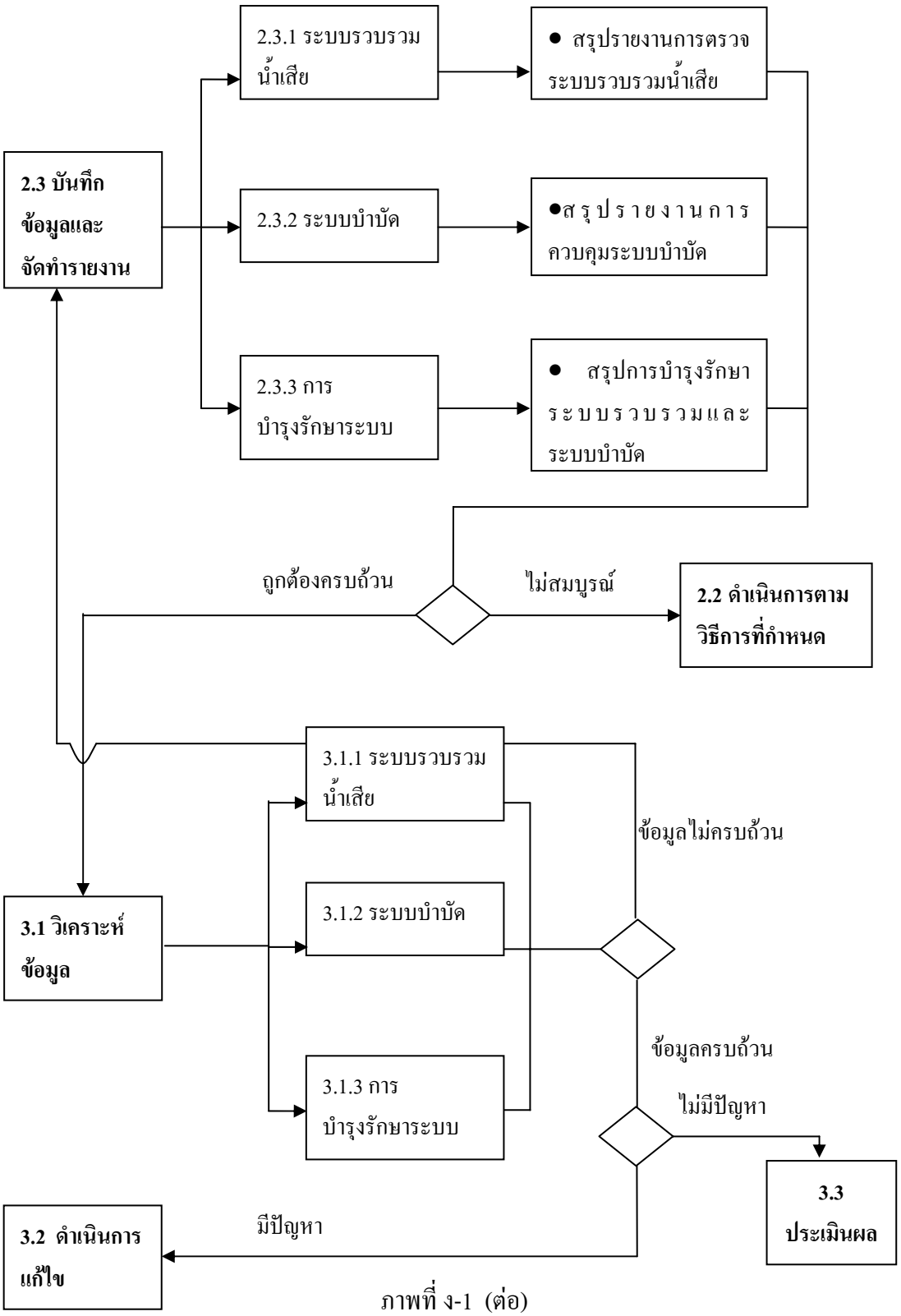
ภาพที่ ง-1 (ต่อ)


2.1 กำหนดวิธีการและพารามิเตอร์ควบคุมระบบ
2.1.1 ระบบรวบรวมน้ำเสีย
2.1.1.1 ท่อลำเลียงน้ำเสีย
2.1.1.2 บ่อดักกลิ่น
2.1.1.3 บ่อพัก
2.1.1.4 บ่อดักขยะ
2.1.1.5 บ่อดักไขมัน
• แบบตรวจสอบระบบรวบรวมน้ำเสีย (ก)
• แบบบำรุงรักษาระบบ (ง)
(ภาคผนวก ข)
2.1.2 ระบบบำบัด
2.1.2.1 ระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยนอก
2.1.2.2 ระบบบำบัดอาคารผู้ป่วยใน
2.1.2.3 ระบบบำบัดอาคารโรงครัว
2.1.2.4 ระบบบำบัดอาคารซักฟอก
• แบบตรวจสอบระบบบำบัด (ข)
• แบบบันทึกพารามิเตอร์ควบคุมระบบ (ค)
• แบบบำรุงรักษาระบบ (ง)
• (ภาคผนวก ข)
2.2 ดำเนินการตามวิธีการที่กำหนด
กำหนดได้
กำหนดไม่ได้
1.4 ศึกษาหน้าที่การทำงานของระบบ

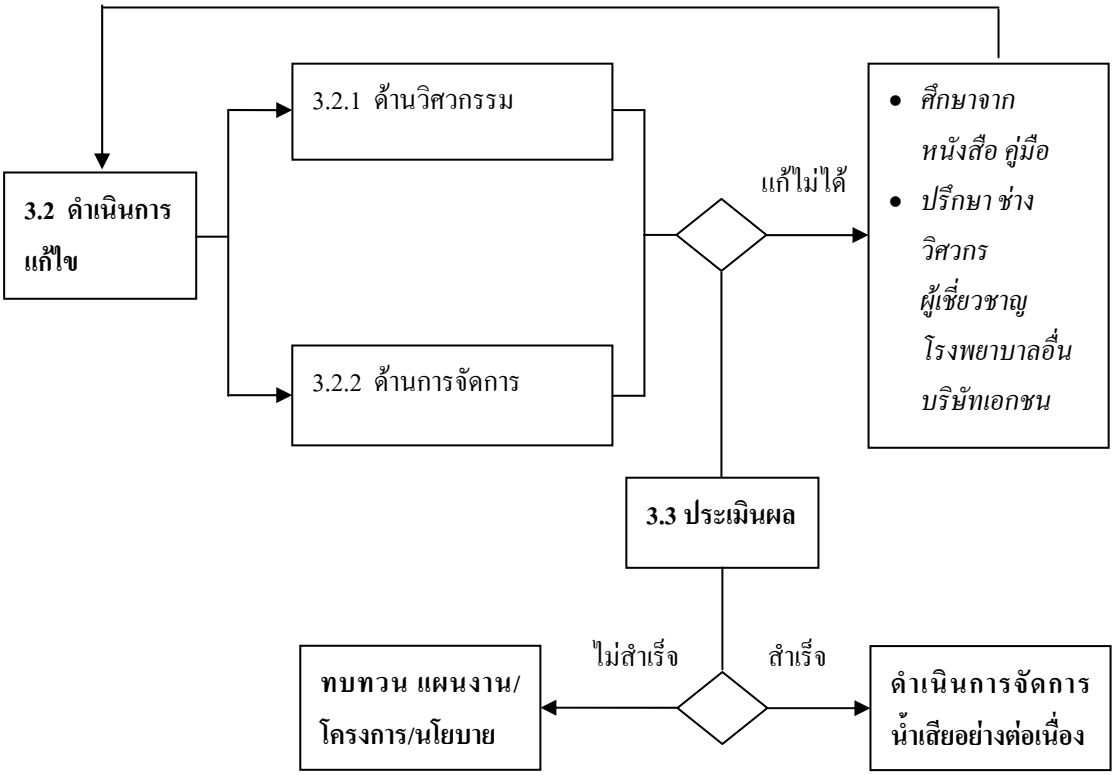
ภาพที่ ง-1 (ต่อ)


2.2.1 ระบบ
รวบรวมน้ำเสีย
แบบฟอร์ม ก
แบบฟอร์ม ง
(ภาคผนวก ข)
2.2 ดำเนินงาน
ตามวิธีการที่
กำหนด
2.2.2.1 อาคาร
ผู้ป่วยนอก
2.2.2.2 อาคาร
ผู้ป่วยใน
2.2.2 ระบบ
บำบัด
2.2.2.3 อาคาร
โรงครัว
2.2.2.4 บำบัด
อาคารซักฟอก
แบบฟอร์ม ข
แบบฟอร์ม ค
(ภาคผนวก ข)
2.3 บันทึกข้อมูล
และจัดทำรายงาน
ถูกต้อง
ไม่ถูกต้อง
1.4 ศึกษาหน้าที่การ
ทำงานของระบบ

ภาพที่ ง-1 (ต่อ)


2.3.1 ระบบรวบรวมน้ำเสีย
● สรุปรายงานการตรวจระบบรวบรวมน้ำเสีย
2.3 บันทึกข้อมูลและจัดทำรายงาน
2.3.2 ระบบบำบัด
●สรุปรายงานการควบคุมระบบบำบัด
2.3.3 การบำรุงรักษาระบบ
● สรุปการบำรุงรักษาระบบรวบรวมและระบบบำบัด
ถูกต้องครบถ้วน
ไม่สมบูรณ์
2.2 ดำเนินการตามวิธีการที่กำหนด
3.1.1 ระบบรวบรวมน้ำเสีย
ข้อมูลไม่ครบถ้วน
3.1 วิเคราะห์ข้อมูล
3.1.2 ระบบบำบัด
ข้อมูลครบถ้วน
3.1.3 การบำรุงรักษาระบบ
ไม่มีปัญหา
3.3 ประเมินผล
3.2 ดำเนินการแก้ไข
มีปัญหา

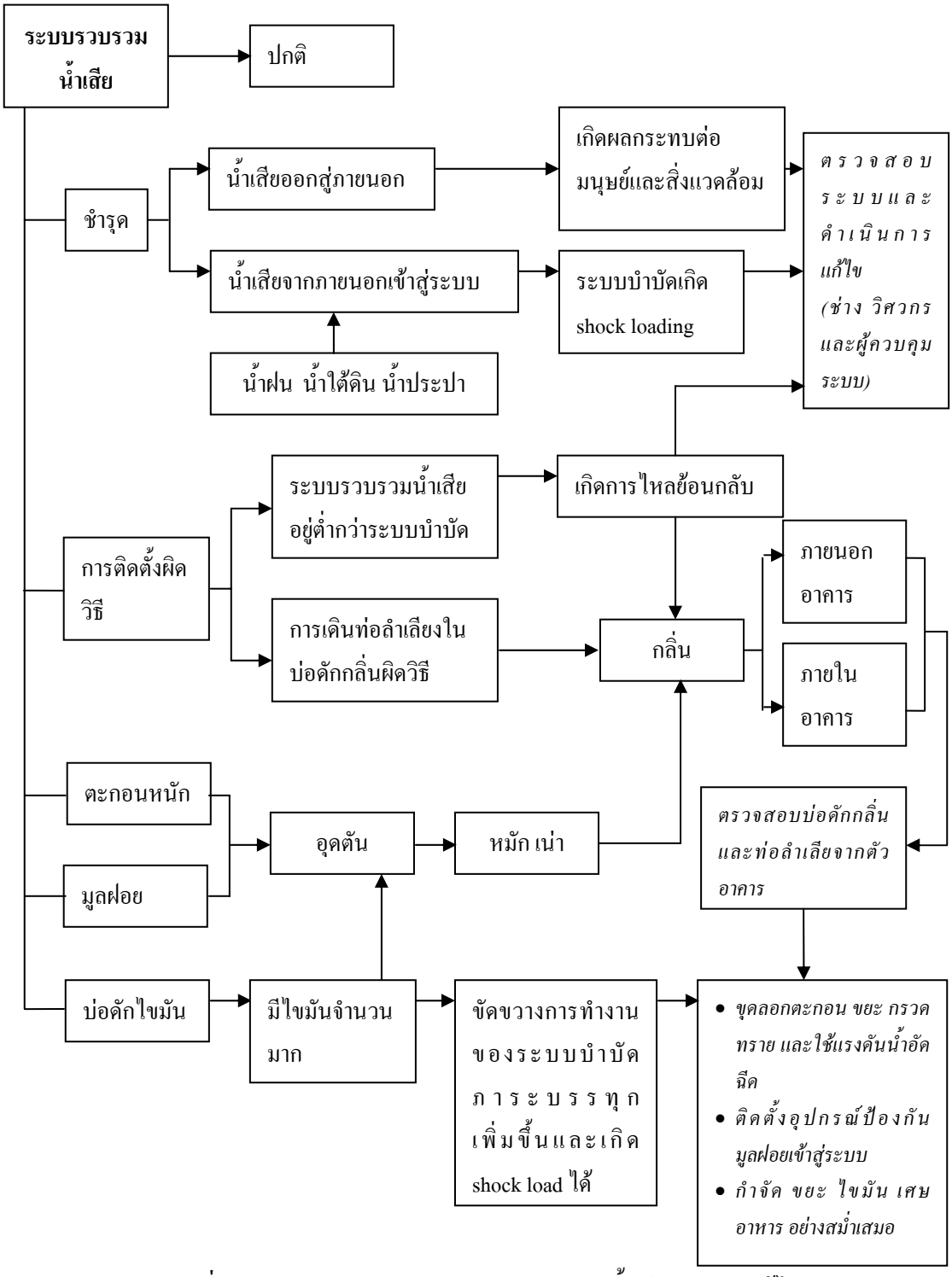
ภาพที่ ง-1 (ต่อ)


3.2 ดำเนินการแก้ไข
3.2.1 ด้านวิศวกรรม
3.2.2 ด้านการจัดการ
แก้ไม่ได้
ศึกษาจาก หนังสือ คู่มือ
ปรึกษา ช่าง วิศวกร ผู้เชี่ยวชาญ โรงพยาบาลอื่น บริษัทเอกชน
3.3 ประเมินผล
ไม่สำเร็จ
สำเร็จ
ทบทวน แผนงาน/โครงการ/นโยบาย
ดำเนินการจัดการน้ำเสียอย่างต่อเนื่อง

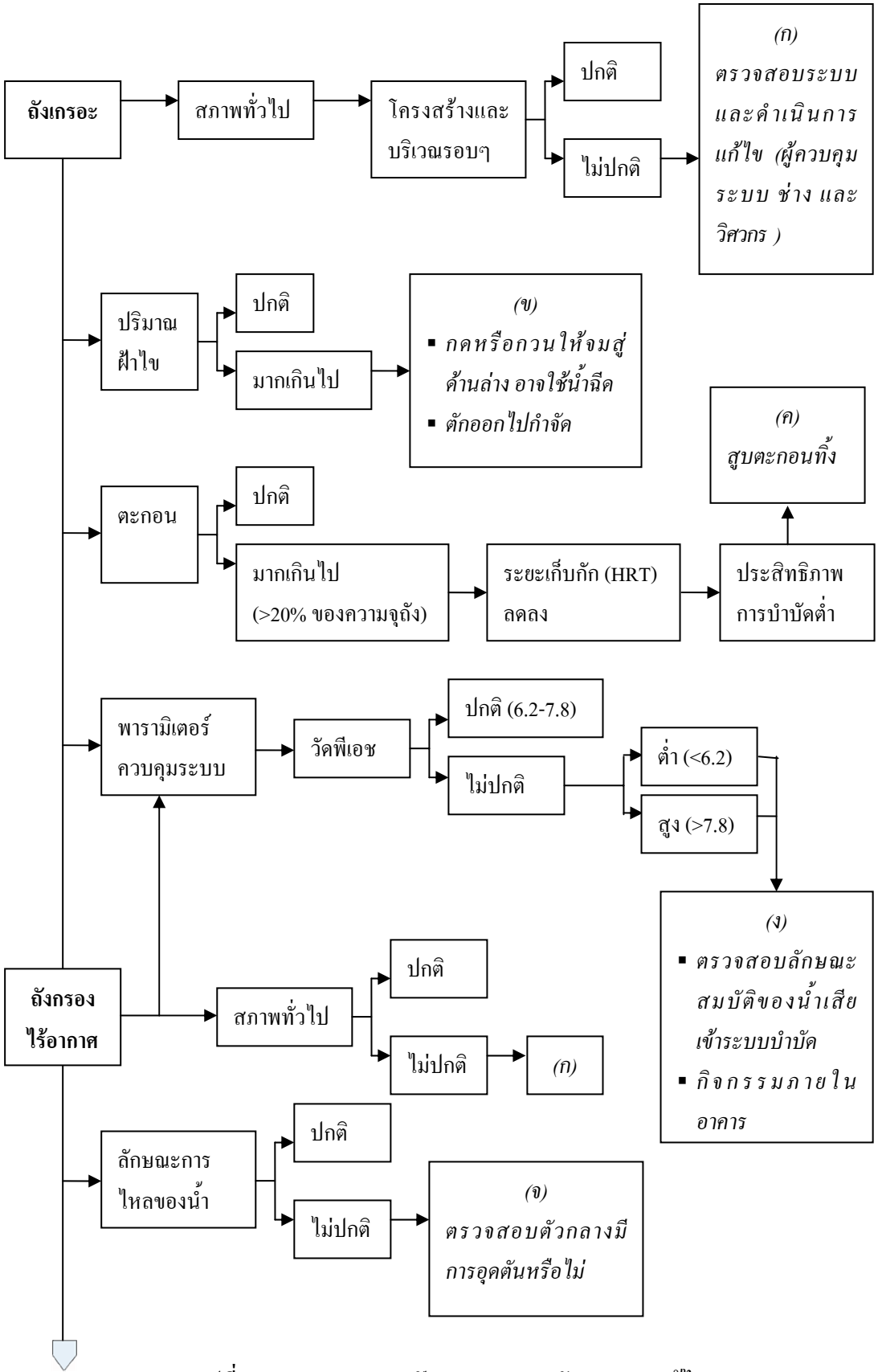
ภาพที่ ง-1 (ต่อ)

การตรวจสอบปัญหาระบบรวบรวม ระบบบำบัด และการแก้ไข

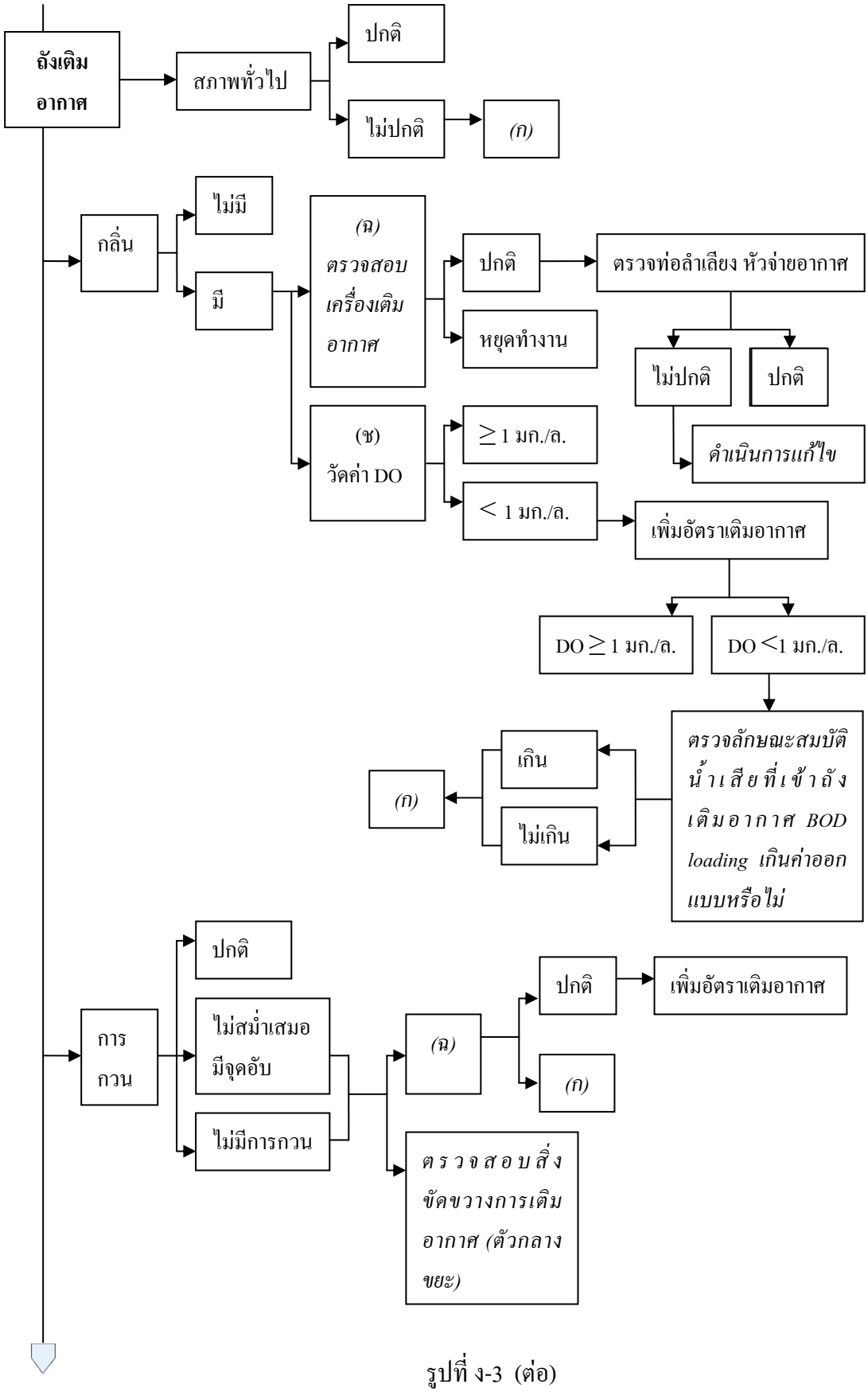
การตรวจสอบ โดยการสำรวจสภาพการทำงานของระบบอาศัยการดู ฟัง ดมกลิ่น สัมผัส และตรวจวัดพารามิเตอร์ควบคุมระบบ



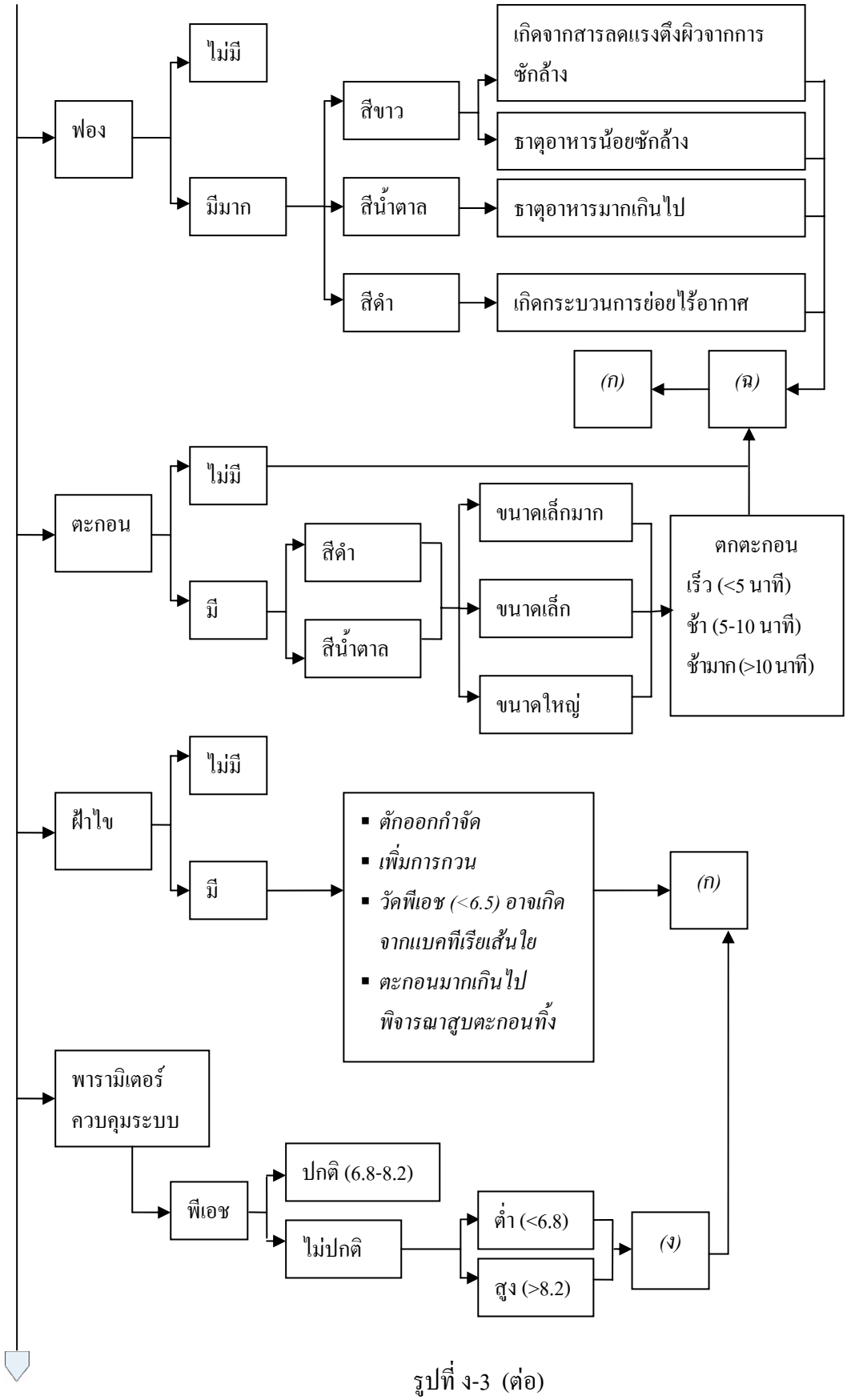
ภาพที่ ง-2 การตรวจสอบปัญหาระบบรวบรวมน้ำเสียและการแก้ไข



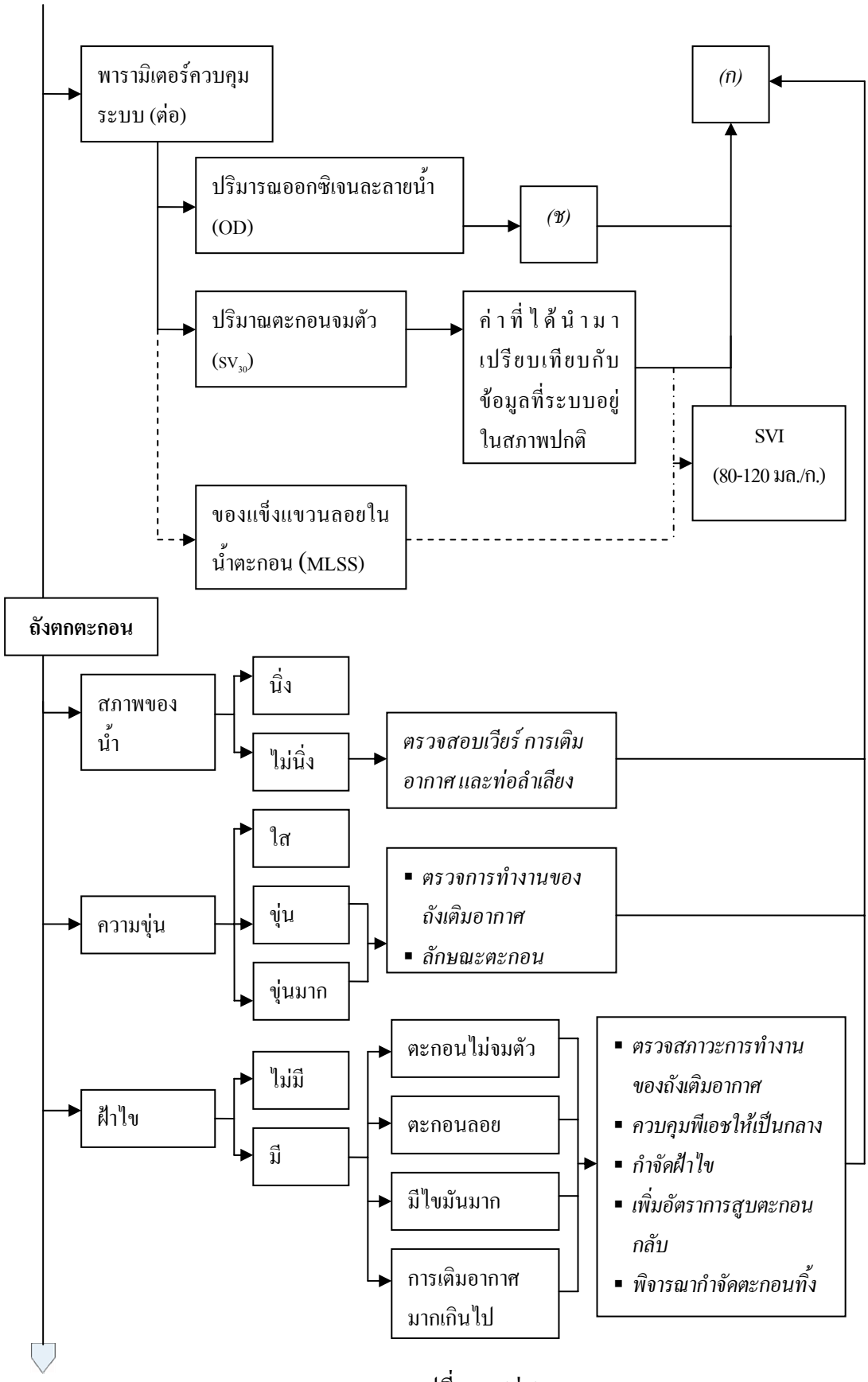
รูปที่ ง-3 การตรวจสอบปัญหาระบบบำบัดและการแก้ไข


ถังเติมอากาศ
สภาพทั่วไป
ปกติ
ไม่ปกติ
(ก)
กลิ่น
ไม่มี
มี
(ฉ) ตรวจสอบเครื่องเติมอากาศ
ปกติ
หยุดทำงาน
ตรวจท่อลำเลียง หัวจ่ายอากาศ
ไม่ปกติ
ปกติ
ดำเนินการแก้ไข
(ช) วัดค่า DO
≥ 1 มก./ล.
< 1 มก./ล.
เพิ่มอัตราเติมอากาศ
DO ≥ 1 มก./ล.
DO <1 มก./ล.
ตรวจลักษณะสมบัติน้ำเสียที่เข้าถังเติมอากาศ BOD loading เกินค่าออกแบบหรือไม่
เกิน
ไม่เกิน
(ก)
การกวน
ปกติ
ไม่สม่ำเสมอ มีจุดอับ
ไม่มีการกวน
(ฉ)
ปกติ
เพิ่มอัตราเติมอากาศ
(ก)
ตรวจสอบสิ่งขัดขวางการเติมอากาศ (ตัวกลางขยะ)

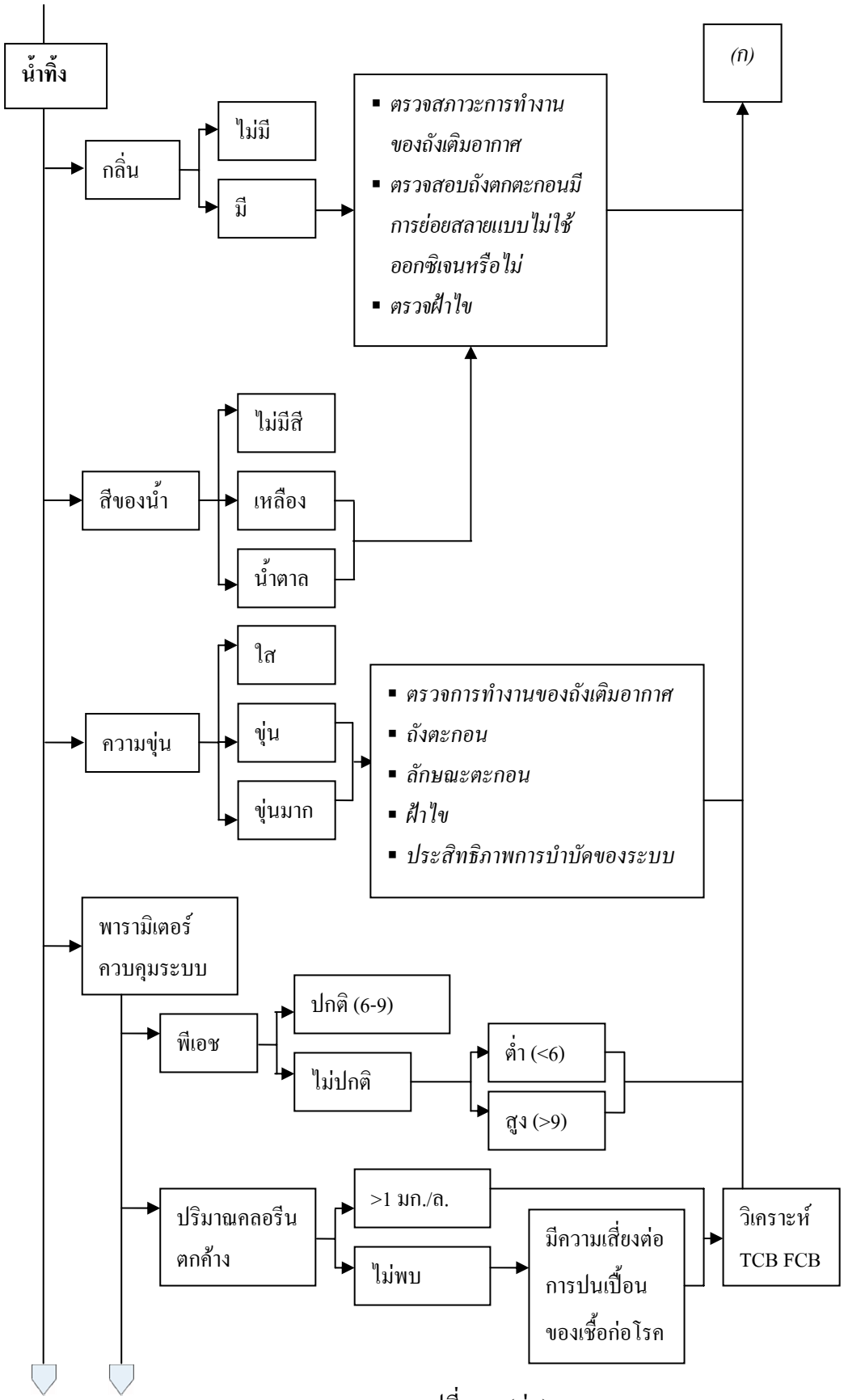
รูปที่ ง-3 (ต่อ)


ฟอง
ไม่มี
มีมาก
สีขาว
สีน้ำตาล
สีดำ
เกิดจากสารลดแรงตึงผิวจากการซักล้าง
ธาตุอาหารน้อยซักล้าง
ธาตุอาหารมากเกินไป
เกิดกระบวนการย่อยไร้อากาศ
(ก)
(ฉ)
ตะกอน
ไม่มี
มี
สีดำ
สีน้ำตาล
ขนาดเล็กมาก
ขนาดเล็ก
ขนาดใหญ่
ตกตะกอน
เร็ว (<5 นาที)
ช้า (5-10 นาที)
ช้ามาก (>10 นาที)
ฝ้าไข
ไม่มี
มี
ตักออกกำจัด
เพิ่มการกวน
วัดพีเอช (<6.5) อาจเกิดจากแบคทีเรียเส้นใย
ตะกอนมากเกินไป พิจารณาสูบตะกอนทิ้ง
(ก)
พารามิเตอร์ควบคุมระบบ
พีเอช
ปกติ (6.8-8.2)
ไม่ปกติ
ต่ำ (<6.8)
สูง (>8.2)
(ง)

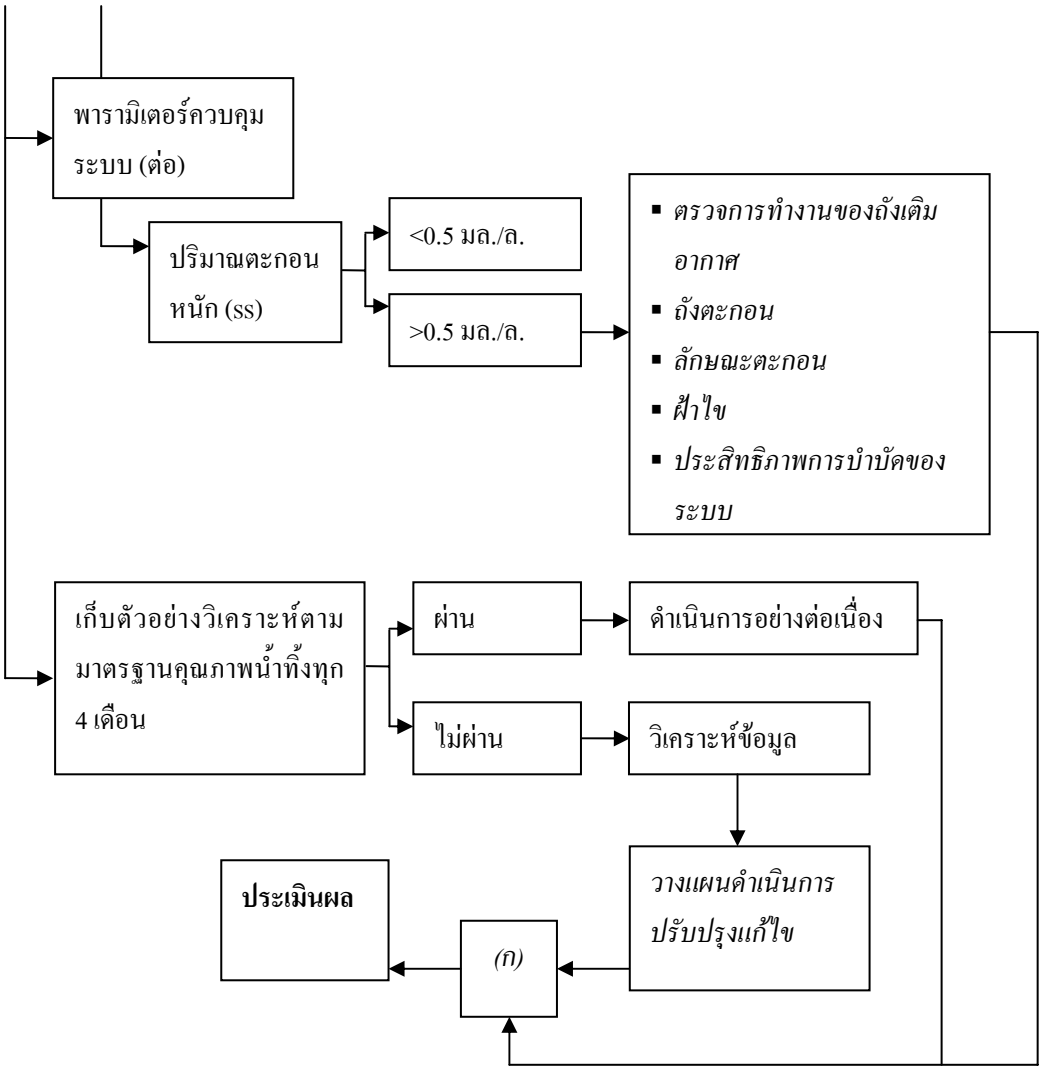
รูปที่ ง-3 (ต่อ)


พารามิเตอร์ควบคุมระบบ (ต่อ)
(ก)
ปริมารณออกซิเจนละลายน้ำ (OD)
(ข)
ปริมาณตะกอนจมตัว (SV_{30})
ค่าที่ได้นำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ระบบบอยู่ในสภาพปกติ
SVI (80-120 มล./ก.)
ของแข็งแขวนลอยในน้ำตะกอน (MLSS)
ถังตกตะกอน
สภาพของน้ำ
นิ่ง
ไม่นิ่ง
ตรวจสอบเวียร์ การเติมอากาศ และท่อลำเลียง
ความขุ่น
ใส
ขุ่น
ขุ่นมาก
ตรวจการทำงานของถังเติมอากาศ
ลักษณะตะกอน
ฝ้าไข
ไม่มี
มี
ตะกอนไม่จมตัว
ตะกอนลอย
มีไขมันมาก
การเติมอากาศมากเกินไป
ตรวจสภาวะการทำงานของถังเติมอากาศ
ควบคุมพีเอชให้เป็นกลาง
กำจัดฝ้าไข
เพิ่มอัตราการสูบตะกอนกลับ
พิจารณากำจัดตะกอนทิ้ง

รูปที่ ง-3 (ต่อ)

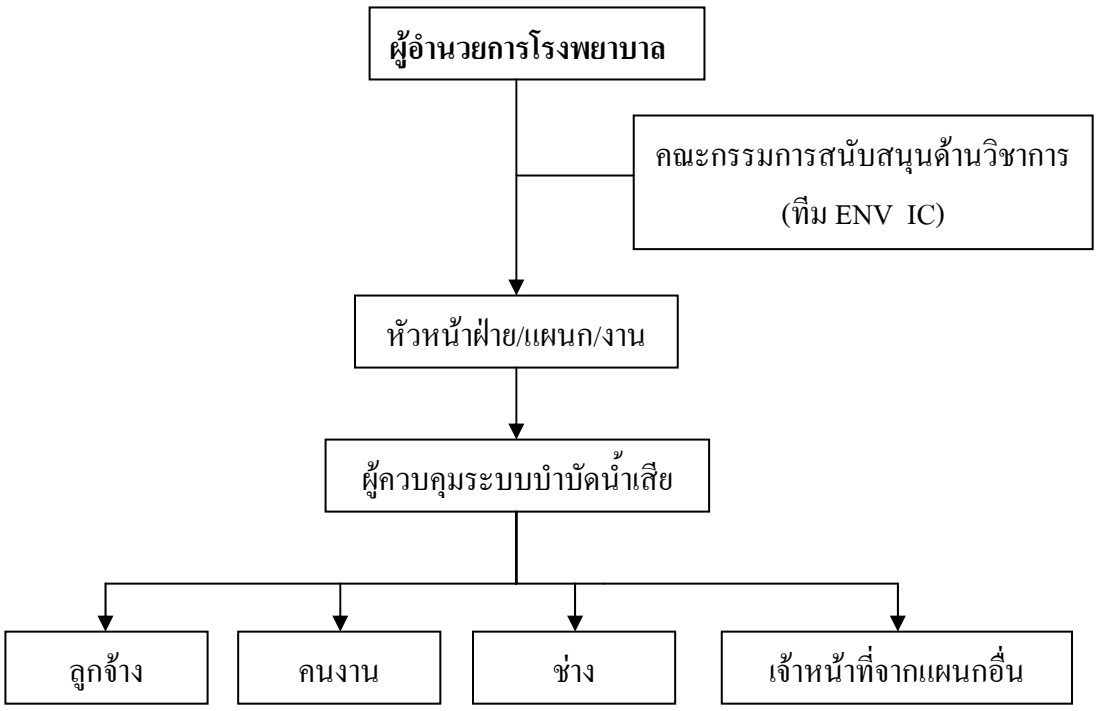

น้ำทิ้ง
กลิ่น
ไม่มี
มี
ตรวจสภาวะการทำงานของถังเติมอากาศ
ตรวจสอบถังตกตะกอนมีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนหรือไม่
ตรวจฝ้าไข
(ก)
สีของน้ำ
ไม่มีสี
เหลือง
น้ำตาล
ความขุ่น
ใส
ขุ่น
ขุ่นมาก
ตรวจการทำงานของถังเติมอากาศ
ถังตะกอน
ลักษณะตะกอน
ฝ้าไข
ประสิทธิภาพการบำบัดของระบบ
พารามิเตอร์ควบคุมระบบ
พีเอช
ปกติ (6-9)
ไม่ปกติ
ต่ำ (<6)
สูง (>9)
ปริมาณคลอรีนตกค้าง
>1 มก./ล.
ไม่พบ
มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรค
วิเคราะห์ TCB FCB

รูปที่ ง-3 (ต่อ)


พารามิเตอร์ควบคุมระบบ (ต่อ)
ปริมาณตะกอนหนัก (ss)
<0.5 มล./ล.
>0.5 มล./ล.
ตรวจการทำงานของถังเติมอากาศ
ถังตะกอน
ลักษณะตะกอน
ฝ้าไข
ประสิทธิภาพการบำบัดของระบบ
เก็บตัวอย่างวิเคราะห์ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งทุก 4 เดือน
ผ่าน
ไม่ผ่าน
ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง
วิเคราะห์ข้อมูล
วางแผนดำเนินการปรับปรุงแก้ไข
(ก)
ประเมินผล

รูปที่ ง-3 (ต่อ)

โครงสร้างงานจัดการน้ำเสียโรงพยาบาลชุมชน



ภาพที่ ง-4 ผังโครงสร้างงานจัดการน้ำเสียโรงพยาบาลชุมชน

ตารางที่ ง-1 บุคคลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำเสีย

ตำแหน่งการปฏิบัติงาน	บทบาทหน้าที่
ผู้อำนวยการโรงพยาบาล	■ กำหนดนโยบาย ทิศทางและความมุ่งมั่น อนุมัติ ตัดสินใจ สนับสนุนทรัพยากร
คณะกรรมการ (ทีม ENV IC)	■ ร่วมกำหนดนโยบายด้านการจัดการน้ำเสีย ■ กระจายข้อมูลข่าวสารด้านการจัดการน้ำเสีย ■ ทบทวนประสิทธิผลในการจัดการน้ำเสีย ■ จัดให้มีทรัพยากรที่จำเป็นในการจัดการน้ำเสีย ■ ร่วมกำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมาย ■ ร่วมกำหนดตัวชี้วัดความสำเร็จของงานในการจัดการน้ำเสีย ■ สร้างค่านิยมและจิตสำนึกด้านการจัดการน้ำเสียแก่เจ้าหน้าที่ภายในองค์กร
หัวหน้าฝ่าย/แผนก/งาน	■ เขียนแผนงาน/โครงการ ■ ควบคุม กำกับ สนับสนุนการปฏิบัติงาน ■ ประเมินผลการดำเนินงาน ■ ปรับปรุงผลการปฏิบัติงาน ■ จัดให้มีการฝึกอบรมและสร้างจิตสำนึก
ผู้ควบคุมระบบ (ต้องมีความรู้ความเข้าใจระบบบำบัดน้ำเสีย)	■ กำหนดวิธีการสำหรับการควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย ■ กำหนดวิธีการการติดตามและการตรวจวัด ■ สนับสนุนการปฏิบัติให้ได้ผลตามข้อกำหนด ■ ปรับปรุงและพัฒนาวิธีการปฏิบัติงานให้เหมาะสม ■ รายงานและสื่อสารผลการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม ■ ตรวจติดตาม ควบคุม และแก้ไขปัญหา ■ เข้ารับการอบรมเพื่อพัฒนาความรู้อย่างต่อเนื่อง ■ ค้นคว้า ศึกษาเพิ่มเติม และการวิจัย
ผู้เชี่ยวชาญ (แพทย์ เภสัช พยาบาล นักวิชากร วิศวกร ช่าง อาจารย์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการน้ำเสีย ฯลฯ)	■ สนับสนุนด้านวิชาการ ■ ให้คำปรึกษา คำแนะเฉพาะเรื่อง ■ ค้นคว้า ศึกษาวิจัย

ตารางที่ ง-1 (ต่อ)

ตำแหน่งการปฏิบัติงาน	บทบาทหน้าที่
ผู้ปฏิบัติงาน	■ ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ ■ ดำเนินการตรวจสอบ สังเกตสภาพการทำงานของระบบควบคุม และบำรุงรักษาระบบ ■ ตรวจวัดพารามิเตอร์ควบคุมระบบ ■ บันทึกสภาพการทำงานและปัญหาของระบบ ■ รายงานผลต่อผู้ควบคุมระบบหรือหัวหน้างาน ■ ศึกษาและพัฒนาตนเองอย่างสม่ำเสมอ
เจ้าหน้าที่ ผู้ให้บริการ (พยาบาล แพทย์ เภสัช ธุรการ พนักงาน ลูกจ้าง แม่ค้า เป็นต้น)	■ รับทราบและมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน ■ ปฏิบัติตามแนวทางการจัดการน้ำเสียที่กำหนดไว้ ■ เผยแพร่ข้อมูลข่าวสาร ■ ให้การสนับสนุนและส่งเสริมการดำเนินงาน
ผู้รับบริการ (ผู้ป่วย ญาติผู้ป่วย บุคคลอื่นๆ ที่มาติดต่อ)	■ รับข้อมูลด้านการจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาล ■ มีส่วนร่วนในกระบวนการจัดการน้ำเสีย
หน่วยงานภายนอก (บริษัท องค์กร หน่วยงานของรัฐ)	■ เสนอข้อมูลเกี่ยวกับสินค้า ให้คำแนะนำ สาธิตการใช้และประกันคุณภาพของสินค้า ■ ตรวจสอบและซ่อมบำรุงสิ้นค้าในช่วงเวลาที่ประกัน ■ เป็นผู้รับเหมาในงานต่างๆ
หน่วยงานวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (บริษัทเอกชน มหาวิทยาลัย หน่วยงานของรัฐ)	■ แนะนำวิธีการเก็บตัวอย่างในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ■ ให้บริการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง ■ รายงานผลการวิเคราะห์
หน่วยงาน ตรวจสอบ ประเมินผล เพื่อรับรองมาตรฐาน (สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด สถาบันรับรองคุณภาพสถานพยาบาล)	■ ตรวจสอบและประเมินผลการจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาล ■ สนับสนุนวิชาการ ให้คำแนะนำ แนวทางการปรับปรุงแก้ไข ■ ประเมินและรับรองผลด้านการจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาล

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายบุญฤทธิ์ การุญเมธี

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5010920012

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
สาธารณสุขศาตรบัณฑิต	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	2539
สาธารณสุขศาสตรบัณฑิต เอกอาชีวอนามัยและความปลอดภัย	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	2541

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ สังกัด โรงพยาบาลคลองท่อม สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดกระบี่

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

บุญฤทธิ์ การุญเมธี ธันวดี เตชะภัททวรกุล สุขสาโรจน์ และชัยศรี สุขสาโรจน์. 2553. "แนวทางการจัดการระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30-60 เตียง: กรณีศึกษาจังหวัดกระบี่" เอกสารประกอบการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ครั้งที่ 9. สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. อุบลราชธานี. 24-27 มีนาคม 2553