คู่มือการควบคุมและบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล

กองบริหารการสาธารณสุข
กระทรวงสาธารณสุข

คู่มือการควบคุมและบำรุงรักษา ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล

กองบริหารการสาธารณสุข
กระทรวงสาธารณสุข

คู่มือการควบคุมและบำรุงรักษา
ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล

ที่ปรึกษา

นายแพทย์สินชัย ตันติรัตนานนท์	ผู้อำนวยการกองบริหารการสาธารณสุข
ผศ.ดร. สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ	อาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

กองบรรณาธิการ

1) นางสาวชุตินาถ ทัศจันทร์	นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ
2) นางสาววิระวรรณ เมืองประทับ	นักวิชาการสาธารณสุขปฏิบัติการ
3) นางสาวพิมพา พระสว่าง	นักวิชาการสาธารณสุขปฏิบัติการ
4) นางสาวศุภษร วิกล	วิศวกรสิ่งแวดล้อม
5) นายวิชนันท์ ทัศจันทร์	วิศวกรพลังงาน

จัดพิมพ์และเผยแพร่โดย

กองบริหารการสาธารณสุข สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข
กระทรวงสาธารณสุข ถนนติวานนท์ ตำบลตลาดขวัญ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000
ISBN : 978-616-11-4583-5

สถานที่พิมพ์

บริษัท บอร์ท ทู บี พับลิชชิ่ง จำกัด
53/1 หมู่ 7 ถนนสวนหลวงร่วมใจ ตำบลสวนหลวง อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร 74110
โทรศัพท์ 0 2813 7378 โทรสาร 0 2813 7378
พิมพ์ครั้งที่ 1 มีนาคม 2564 จำนวน 1,000 เล่ม

บทนำ

โรงพยาบาลเป็นหน่วยงานที่ให้บริการประชาชนด้านการส่งเสริม ป้องกันและรักษาสุขภาพ ในกระบวนการและกิจกรรมการรักษาส่งผลให้เกิดของเสียภายในโรงพยาบาล อาทิเช่น น้ำเสีย และมูลฝอย ของโรงพยาบาลเกิดจากกิจกรรมการรักษาพยาบาลและกิจกรรมสนับสนุนการให้บริการในโรงพยาบาล เช่น Back office หน่วยจ่ายกลาง รวมถึงโรงอาหารและห้องน้ำห้องส้วมในจุดต่าง ๆ รวมถึงการใช้เคมี ในการรักษา ล้วนก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ของเสียที่เกิดขึ้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตรา การขยายการให้บริการตามแผนพัฒนาระบบบริการสุขภาพ (Service plan) ของโรงพยาบาล ของเสีย ที่เกิดขึ้นจำเป็นต้องได้รับการบำบัดและกำจัดอย่างถูกวิธีตามหลักมาตรฐาน

ระบบบำบัดน้ำเสียภายในโรงพยาบาลถือเป็นระบบสนับสนุนบริการที่สำคัญ ซึ่งวัตถุประสงค์ของ การบำบัดน้ำเสียคือการป้องกันสุขอนามัยของชุมชนที่อาศัยอยู่ด้านล่างของแหล่งน้ำที่รองรับน้ำทิ้ง และ เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งให้ได้ตามมาตรฐานของทางราชการที่กำหนดไว้ หากการควบคุมและบำรุงรักษา ระบบบำบัดน้ำเสียไม่มีประสิทธิภาพ จะส่งผลให้น้ำทิ้งไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานทำให้เกิดการปนเปื้อน ของเชื้อโรคลงสู่แหล่งน้ำและพื้นที่โดยรอบ

กองบริหารการสาธารณสุข สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุขได้รับความกรุณาจาก ผศ.ดร. สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยรังสิต ร่วมจัดทำคู่มือการควบคุม และบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลขึ้นมา เพื่อเป็นแนวทางสำหรับสถานบริการในการควบคุม การบำรุงรักษาระบบ รวมถึงการตรวจประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดเสียในโรงพยาบาล

กองบริหารการสาธารณสุข
สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข

สารบัญ

		หน้า
บทนำ		**ก**
บทที่ 1	**น้ำเสียในโรงพยาบาล**	**1**
	1.1 แหล่งกำเนิดน้ำเสียในโรงพยาบาล	1
	1.2 ลักษณะของน้ำเสียและมาตรฐานน้ำทิ้ง	2
บทที่ 2	**ระบบบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาล**	**10**
	2.1 ระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย	10
	2.2 ระบบบำบัดน้ำเสีย	18
	2.3 ระบบบำบัดน้ำเสียขั้นต้น	19
	2.4 ระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่สอง	24
	2.5 ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์	26
	2.6 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศ (Aerated Lagoon)	50
	2.7 บ่อปรับเสถียร	51
	2.8 บึงประดิษฐ์	52
	2.9 ระบบรีดน้ำสลัดจ์	52
	2.10 การฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน	57
บทที่ 3	**การควบคุมและดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย**	**64**
	3.1 ระบบรวบรวมน้ำเสีย	64
	3.2 การดูแลรักษาบ่อสูบ/เครื่องสูบน้ำ	67
	3.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย	68
บทที่ 4	**การบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ และระบบไฟฟ้าของระบบบำบัดน้ำเสีย**	**91**
	4.1 เครื่องสูบน้ำแบบจุ่มใต้น้ำ (Submersible Pump)	91
	4.2 ระบบบำบัดน้ำเสีย	92
	4.3 ระบบไฟฟ้า	96
	4.4 การวางแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบบำบัดน้ำเสีย (Preventive Maintenance: PM)	99
บทที่ 5	**การติดตามผลการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย**	**101**
	5.1 การตรวจสอบทางเคมี	101
	5.2 การตรวจสอบทางกายภาพ	105

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 6 การจดบันทึกและการรายงานผลการควบคุมระบบ 119

6.1 บันทึกทางกายภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย 119

6.2 การบันทึกข้อมูลการดำเนินงาน 120

6.3 สาระสำคัญของรายงานควรประกอบ 120

6.4 ตัวอย่างแบบรายงานหรือแนวทางการบันทึกข้อมูล 121

6.5 การรายงานสรุปผลการทำงานระบบบำบัดน้ำเสียให้กับเจ้าพนักงานท้องถิ่น 124

บทที่ 7 ปัญหาต่าง ๆ และวิธีการแก้ไขระบบ 125

7.1 ปัญหาของระบบท่อรวบรวมน้ำเสียและแนวทางแก้ไข 125

7.2 ปัญหาในการเดินระบบเอเอสและแนวทางแก้ไข 132

7.3 ปัญหาจากเครื่องจักรอุปกรณ์ในระบบบำบัดน้ำเสีย 146

บรรณานุกรม 150

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1-1 ค่า BOD ที่เพิ่มขึ้นตามเวลา 5

รูปที่ 2-1 ขนาดท่อน้ำทิ้งของอาคารและท่อรวบรวมน้ำเสียจากอาคาร [9] 12

รูปที่ 2-2 ท่อรวมรวมน้ำเสียและบ่อสูบน้ำเสีย 13

รูปที่ 2-3 รูปแบบการต่อเชื่อมท่อในบ่อตรวจ 13

รูปที่ 2-4 บ่อตรวจสำหรับท่อรวบรวมน้ำเสียขนาดเล็ก [10] 13

รูปที่ 2-5 ฝาบ่อตรวจแบบต่าง ๆ 14

รูปที่ 2-6 อุปกรณ์เปิดฝาบ่อตรวจแบบต่าง ๆ 14

รูปที่ 2-7 บ่อตรวจลดระดับ 15

รูปที่ 2-8 บ่อตรวจลดระดับ (ก) ก่อนติดตั้งท่อตรง (ข)หลังติดตั้งท่อตรง 15

รูปที่ 2-9 ตัวอย่างแบบแปลนแสดงเส้นระดับความสูงของพื้นที่โรงพยาบาล 16

รูปที่ 2-10 รูปตัดของการวางท่อ : แผนที่แนวท่อและระดับความลาดเอียงของพื้นดิน และระดับความลึกของการวางท่อตามแนวท่อ 17

รูปที่ 2-11 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย 19

รูปที่ 2-12 ถังดักไขมันติดตั้งใต้ที่ล้างจาน 19

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 2-13	รูปตัดถังดักไขมันนอกอาคาร และ ไขมันและน้ำมันที่ดักไว้	20
รูปที่ 2-14	ตะแกรงดักขยะแบบหยาบ (ก) ตะแกรงแบบตะกร้าสแตนเลส (ข) และ (ค) ตะแกรงหยาบ	21
รูปที่ 2-15	ตะแกรงดักขยะแบบละเอียด (ก) และ (ข) แบบ Static screen (ค) แบบ Drum screen	21
รูปที่ 2-16	รูปแบบของบ่อสูบและอุปกรณ์ติดตั้งสำหรับเครื่องสูบน้ำแบบจมน้ำ	22
รูปที่ 2-17	ถังปรับเสมอและระบบเติมอากาศแบบหัวฟู่และแบบเจ๊ท	23
รูปที่ 2-18	จุลินทรีย์ที่รวมตัวกันตกตะกอนได้ง่ายในระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์	26
รูปที่ 2-19	กระบวนการได้อาหารของจุลินทรีย์โดยเอนไซม์	27
รูปที่ 2-20	สัดส่วนของสารอินทรีย์สำหรับการได้พลังงานและการเจริญเติบโต	27
รูปที่ 2.21	การรวมตัวเป็นฟล็อกและตกตะกอนได้ง่ายของจุลินทรีย์	28
รูปที่ 2-22	แผนภูมิระบบเอเอส	28
รูปที่ 2-23	หัวฟู่แบบละเอียดรูปแบบต่าง ๆ และฟองอากาศที่ได้จากหัวฟู่ชนิดละเอียดและชนิดหยาบ	30
รูปที่ 2-24	เครื่องเป่าอากาศแบบต่าง ๆ	31
รูปที่ 2-25	เครื่องเติมอากาศแบบโรเตอร์	32
รูปที่ 2-26	เครื่องเติมอากาศผิวน้ำแบบรอบช้า	32
รูปที่ 2-27	เครื่องเติมอากาศแบบเจ๊ทผิวน้ำและแบบเจ๊ทจมน้ำ	33
รูปที่ 2-28	เครื่องเติมอากาศแบบจมน้ำ	33
รูปที่ 2-29	รูปตัดถังตกตะกอนทรงกลมที่แสดงบ่อป้อนน้ำ	35
รูปที่ 2-30	ถังตกตะกอนทรงสี่เหลี่ยม 2 ถังและบ่อเก็บน้ำสลัดจ์ระหว่างการใช้เครื่องสูบสลัดจ์กลับแบบจมน้ำ	35
รูปที่ 2-31	ถังตกตะกอนทรงสี่เหลี่ยมใช้เครื่องสูบสลัดจ์กลับแบบหอยโข่ง	35
รูปที่ 2-32	เวียร์น้ำล้นและแผ่นกั้นตะกอนลอย	36
รูปที่ 2-33	ก้นถังรูปกรวยเหลี่ยมของถังตกตะกอน	36
รูปที่ 2-34	สีของสลัดจ์ตามอายุ (ก) อายุสลัดจ์อ่อน (ข) อายุสลัดจ์แก่ปานกลาง (ค) อายุสลัดจ์แก่ที่สุด	39
รูปที่ 2-35	ระบบเอเอสแบบธรรมดา	41
รูปที่ 2-36	ระบบเอเอสแบบผสมสมบูรณ์ขนาด (ก) 800 เตียง (ข) 300 เตียง (ค) 60 เตียง	42

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 2-37	ระบบเอเอสแบบคูวนเวียนขนาด (ก) 800 เตียง (ข) 300 เตียง (ค) 60 เตียง	43
รูปที่ 2-38	ระบบเอเอสแบบเอสบีอาร์ (ก) วัฏจักรการทำงาน (ข) ถังเติมอากาศ และแผ่นกั้นน้ำเสีย	44
รูปที่ 2-39	ระบบบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศ	51
รูปที่ 2-40	ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร	52
รูปที่ 2-41	ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์	52
รูปที่ 2-42	การปรับสภาพสลัดจ์ด้วยโพลิเมอร์	53
รูปที่ 2-43	สภาพของสลัดจ์ที่ถูกปรับสภาพด้วยโพลิเมอร์	54
รูปที่ 2-44	องค์ประกอบของระบบรีดน้ำสลัดจ์ด้วยเครื่องกล	54
รูปที่ 2-45	เครื่องรีดน้ำสลัดจ์ (ก) Filter press (ข) Belt press	55
รูปที่ 2-46	องค์ประกอบของลานทรายตากสลัดจ์	56
รูปที่ 2-47	สลัดจ์ในลานทรายตากสลัดจ์ (ก) สลัดจ์เริ่มแห้ง (ข) สลัดแห้ง (ค) เก็บสลัดจ์แห้งออก	57
รูปที่ 2-48	หลังคากันฝนลานตากสลัดจ์ (ก) หลังคาสูงโปร่ง (ข) และ (ค) หลังคาเลื่อนได้	57
รูปที่ 2-49	ถังสัมผัสคลอรีน	59
รูปที่ 2-50	อัตราการสูบจ่ายสารละลายและความดันสูงสุดของสารละลาย	61
รูปที่ 3-1	การตรวจสอบไหลของน้ำเสียในท่อรวบรวมน้ำเสีย (ก) น้ำเสียไหลแบบปกติ (ข) น้ำขังในบ่อตรวจเนื่องจากท่อเกิดการอุดตัน	65
รูปที่ 3-2	ขอบบ่อตรวจ (ก) ขอบบ่อตรวจยกสูงเหนือพื้นดิน (ข) ขอบบ่อตรวจระดับเดียวกับพื้นดิน	66
รูปที่ 3-3	ระดับน้ำในบ่อสูบน้ำเสีย (ก) ระดับน้ำท่วมด้านล่างของตะแกรง (ข) ระดับน้ำอยู่ต่ำกว่าตะแกรง	67
รูปที่ 3-4	การวัดอัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำ (ก) การใช้ขวดน้ำ 2 ขวดในบ่อสูบ (ข) รูปจริงในบ่อสูบ	77
รูปที่ 3-5	เวียร์สันคมวัดอัตราการไหลของน้ำ (ก) เวียร์สี่เหลี่ยมและสามเหลี่ยม (ข) ระยะวัดระดับน้ำ (ค) ถัง V-notch ที่มีแผ่นขวางการไหล และตำแหน่งติดตั้งไม้บรรทัด	78
รูปที่ 3-6	สีและฟองของสลัดจ์ในถังเติมอากาศ	80
รูปที่ 3-7	การทดสอบ SV30 (ก) การอ่านค่า SV30 (ข) ปริมาตรสลัดจ์ที่อ่านได้ตามเวลาจนครบ 30 นาที	81

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 3-8	ลักษณะการตกตะกอนได้เร็วใน 10 นาทีปริมาตรสลัดจ์ลดลงครึ่งหนึ่งของกรวยในการทดสอบ SV30	81
รูปที่ 3-9	การทดสอบ SV30 และคำนวณค่า SVI	82
รูปที่ 3-10	แผนภูมิการไหลของน้ำเสียและสลัดจ์ในระบบเอเอสแบบผสมสมบูรณ์ คูวนเวียน และเอสบีอาร์	82
รูปที่ 3-11	อุปกรณ์สำหรับทำความสะอาดผนังด้านในของถังตกตะกอนทรงสี่เหลี่ยม	87
รูปที่ 3-12	(ก) ความสูงของชั้นสลัดจ์ที่สูงเกินไป (ข) ความสูงของชั้นสลัดจ์ควรสูงไม่เกิน 1/3 ของถัง	87
รูปที่ 4-1	การบำรุงรักษาเครื่องเป่าอากาศ เติมน้ำมันหล่อลื่นประจำเดือน	94
รูปที่ 4-2	ไส้กรองอากาศของเครื่องเป่าอากาศสกปรก	94
รูปที่ 4-3	การบำรุงรักษาเครื่องเติมอากาศแบบเจ็ท อัดจารบีลูกปืนสัปดาห์ละครั้ง	95
รูปที่ 5-1	สีที่สังเกตได้จากบนผิวน้ำของถังเติมอากาศ สีน้ำตาลอ่อน น้ำตาลเข้มและน้ำตาลดำ	105
รูปที่ 5-2	ฟองที่สังเกตได้บนผิวน้ำของในถังเติมอากาศ ฟองขาวใหญ่ ฟองขาวเล็ก ฟองใหญ่เหนียว	106
รูปที่ 5-3	ตะกอนลอยที่สังเกตได้บนผิวน้ำของถังเติมอากาศ ตะกอนลอยสีน้ำตาล ตะกอนลอยสีดำ	107
รูปที่ 5-4	การทดสอบการตกตะกอน SV30 ด้วยกรวยอิมฮอฟฟ์และกระบอกตวง	109
รูปที่ 5-5	แสดงระบบเอเอสแบบ SBR ขนาดเล็กในห้องปฏิบัติการ	110
รูปที่ 5-6	แสดงระบบเอเอสแบบผสมสมบูรณ์ขนาดเล็กในห้องปฏิบัติการ	111
รูปที่ 5-7	ปริมาตรสลัดจ์ที่ลดลงตามเวลาของการทดสอบ SV30 ของสลัดจ์ที่ตกตะกอนช้าและเร็ว	112
รูปที่ 5-8	ลักษณะการตกตะกอนของสลัดจ์แบบต่าง ๆ ในการทดสอบ SV30 ทั้ง 6 รูปแบบ	113
รูปที่ 5-9	โปรโตซัวที่พบในถังเติมอากาศของระบบเอเอส (ก) free-swimming ciliate (ข) stalked ciliated	116
รูปที่ 5-10	โรติเฟอร์ที่พบในถังเติมอากาศของระบบเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลา (ก) โรติเฟอร์ (ข) ขนาดของโรติเฟอร์เมื่อเทียบกับโปรโตซัวและแบคทีเรีย	117
รูปที่ 5-11	แสดงสัดส่วนของจุลินทรีย์แต่ละประเภทที่ใช้เป็นตัวชี้วัดคุณลักษณะของสลัดจ์ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอเอส	117
รูปที่ 5-12	แบคทีเรียเส้นใยที่พบเมื่อเกิดปัญหาสลัดจ์อืด	118

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 7-1	ฝาบ่อตรวจอยู่ระดับเดียวกับพื้นถนน	126
รูปที่ 7-2	บ่อตรวจแตกชำรุดจาก (ก) รากของต้นไม้ (ข) และ (ค) ถูกเจาะเพื่อระบายน้ำล้างถังขยะ	126
รูปที่ 7-3	ฝาบ่อตรวจแตกหักเสียหาย	126
รูปที่ 7-4	ผนังบ่อตรวจแตกชำรุดจากการก่อสร้างและการเชื่อมท่อน้ำเสียเข้าบ่อตรวจ	126
รูปที่ 7-5	ขอบบ่อตรวจยกระดับสูงกว่าพื้นถนน	127
รูปที่ 7-6	น้ำเสียไหลในท่อรวบรวม (ก) น้ำเสียไหลแบบปกติ (ข) น้ำเสียจากท่อด้านบนไหลช้าจากการมีตะกอนสะสม (ค) ตะกอนสะสมในท่อ น้ำเสียไหลได้ช้าและเกิดการสะสมของตะกอนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ	127
รูปที่ 7-7	ลักษณะท่ออุดตัน (ก) และ (ข) น้ำเสียล้นฝาบ่อตรวจ (ค) ตะกอนสะสมในบ่อตรวจ	128
รูปที่ 7-8	ท่ออุดตันจาก (ก) ทราย และ (ข) ท่อพีวีซีหลังจากการก่อสร้าง (ค) ท่ออุดตันจากขยะ	128
รูปที่ 7-9	ท่อรวบรวมน้ำเสียก่อสร้างไม่ถูกต้อง (ก) รางน้ำก้นบ่อตรวจมีสิ่งกีดขวาง (ข) ระดับท้องท่อเข้าและออกจากบ่อตรวจอยู่สูงกว่าพื้นก้นบ่อตรวจ (ค) ใช้ท่อที่มีขนาดเล็กเกินไป สร้างบ่อตรวจไม่ถูกต้อง และความลาดเอียงของท่อไม่ถูกต้องตามเกณฑ์ออกแบบ	129
รูปที่ 7-10	บ่อตรวจและท่อรวบรวมน้ำเสียอยู่ใต้อาคารและสิ่งปลูกสร้าง	129
รูปที่ 7-11	ท่อน้ำทิ้งจากอาคารต่อเข้ารางระบายน้ำฝน	130
รูปที่ 7-12	มีน้ำขังอยู่ในรางระบายน้ำฝนของโรงพยาบาล	131
รูปที่ 7-13	ระดับน้ำในบ่อสูบน้ำเสียท่วมด้านล่างของตะแกรงดักขยะ	131
รูปที่ 7-14	ค่า DO ที่วัดได้จากถังเติมอากาศของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลหลายแห่ง	132
รูปที่ 7-15	ระดับการกินที่แตกต่างกันของโรเตอร์ ทำให้ถ่ายเทออกซิเจนได้ไม่เท่ากัน	133
รูปที่ 7-16	ฟองสีขาวหนาแน่นจำนวนมากที่สังเกตได้บนผิวน้ำของถังเติมอากาศ	133
รูปที่ 7-17	ฟองสีน้ำตาลเข้ม น้ำตาลและสีขาว ฟองใหญ่หนาแตกยากบนผิวน้ำของถังเติมอากาศ	134
รูปที่ 7-18	ฟองสีน้ำตาลเกือบดำและสลัดจ์มีสีเดียวกัน มีตะกอนสีน้ำตาลดำลอยอยู่บนผิวน้ำถังเติมอากาศ	135
รูปที่ 7-19	ถังตกตะกอนไม่ติดตั้งเวียร์น้ำล้นและแผ่นกั้นตะกอนลอย	138
รูปที่ 7-20	ฟองอากาศปกติขนาดเล็ก และฟองอากาศขนาดใหญ่	140
รูปที่ 7-21	คลอรีนอิสระที่เหลืออยู่ต่ำเกินกว่า 0.5 มก./ล.หลังจากทำปฏิกิริยา 30 นาที	145
รูปที่ 7-22	น้ำทิ้งในสัมผัสคลอรีนไม่ใส	145

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 7-23 เวลาสัมผัสคลอรีนไม่เพียงพอ (ก) ระดับน้ำในถังต่ำทำให้ปริมาตรถังเก็บกักน้ำได้น้อยกว่า 30 นาที (ข) ระดับน้ำในท่อทางออกอยู่ทำให้น้ำล้นแผ่นกั้น (ค) ถังสัมผัสไม่มีแผ่นกั้นน้ำไหลลัดวงจร 145

รูปที่ 7-24 ถังเตรียมสารละลายคลอรีนสกปรก มีตะกอนสนิมเหล็กตกค้าง 145

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1-1 สัดส่วนของเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ในโรงพยาบาลและมลพิษหลักที่พบ [1] 2

ตารางที่ 1-2 ลักษณะน้ำเสียของโรงพยาบาล มาตรฐานน้ำทิ้งและข้อกำหนดน้ำทิ้งของโรงพยาบาลขนาด 30 เตียงขึ้นไป 3

ตารางที่ 2-1 ประเภทของท่อรวบรวมน้ำเสีย 11

ตารางที่ 2-2 ชนิดของวัสดุท่อและลักษณะการใช้งานท่อในระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย 12

ตารางที่ 2-3 การเปรียบเทียบระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพแบบต่าง ๆ 25

ตารางที่ 2-4 ค่าออกแบบสำหรับถังตกตะกอนของระบบเอเอสสำหรับบำบัดน้ำเสียชุมชน 34

ตารางที่ 2-5 ตัวแปรที่ใช้ออกแบบระบบเอเอสประเภทต่าง ๆ สำหรับน้ำเสียชุมชน 38

ตารางที่ 2-6 ตัวอย่างอัตราการให้ออกซิเจนของเครื่องเติมอากาศแบบเจ๊ทที่ขนาดของมอเตอร์ต่าง ๆ 49

ตารางที่ 2-7 ลักษณะของสระเติมอากาศเปรียบเทียบกับระบบเอเอส 51

ตารางที่ 2-8 ความเข้มข้นของคลอรีนที่เหมาะสมสำหรับน้ำทิ้งจากระบบต่าง ๆ 58

ตารางที่ 2-9 อัตราการเติมสารละลายคลอรีนเข้มข้น 1% และปริมาตรสารละลายที่ต้องใช้ในเวลา 2 วันสำหรับอัตราไหลของน้ำเสีย 30 ถึง 300 ลบ.ม./วัน 62

ตารางที่ 2-10 อัตราการเติมสารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้น 1 – 10% ที่ความเข้มข้น คลอรีน 2 และ 5 มก./ล. สำหรับอัตราการไหลของน้ำเสียตั้งแต่ 30 ถึง 300 ลบ.ม./วัน 62

ตารางที่ 3-1 ลักษณะของสี กลิ่นและฟองในถังเติมอากาศ สภาพของสลัดจ์และแนวทางการแก้ไข 79

ตารางที่ 3-2 แสดงผลการคำนวณหาปริมาตรน้ำสลัดจ์ที่ต้องทิ้งจากก้นถังตกตะกอนที่อัตราการไหลของน้ำเสียต่าง ๆ 84

ตารางที่ 4-1 การตรวจซ่อมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในระบบบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น 98

ตารางที่ 4-2 ตัวอย่างตารางบำรุงรักษาและแบบตรวจสอบรายการสำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย 99

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 5-1	ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด	102
ตารางที่ 5-2	เกณฑ์ปริมาณไข่หนอนพยาธิและแบคทีเรียอีโคไล (Escherichia Coli)	103
ตารางที่ 5-3	วิธีการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำเพื่อนำส่งห้องปฏิบัติการ	104
ตารางที่ 5-4	สีและสภาพของสลัดจ์ และแนวทางการแก้ไข	105
ตารางที่ 5-5	กลิ่นและสภาพของสลัดจ์ และแนวทางการแก้ไข	106
ตารางที่ 5-6	ฟองในถังเติมอากาศและสภาพของสลัดจ์ และแนวทางการแก้ไข	107
ตารางที่ 5-7	ตะกอนลอยในถังเติมอากาศและสภาพของสลัดจ์ และแนวทางการแก้ไข	108
ตารางที่ 5-8	ลักษณะของน้ำในถังตกตะกอนและน้ำล้น สภาพของถังตกตะกอน และแนวทางการแก้ไข	108
ตารางที่ 5-9	ผลของการเดินระบบเอเอสแบบ SBR ขนาดเล็กในห้องปฏิบัติการ	110
ตารางที่ 5-10	ผลของการเดินระบบเอเอสแบบผสมสมบูรณ์ขนาดเล็กในห้องปฏิบัติการ	111
ตารางที่ 5-11	ลักษณะการตกตะกอนของสลัดจ์แบบต่าง ๆ ในการทดสอบ SV30 และการแก้ไข	113
ตารางที่ 6-1	ตัวอย่างแบบฟอร์ม บันทึกประจำวันของเวลาสูบน้ำและอัตราการไหลของน้ำเสีย	121
ตารางที่ 6-2	ตัวอย่างแบบฟอร์มบันทึกประจำวันการตรวจวัดคุณภาพน้ำ	122
ตารางที่ 6-3	ตัวอย่างแบบฟอร์มบันทึกประจำวันในการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย	123
ตารางที่ 7-1	สาเหตุและการแก้ไขปัญหาท่อแตกหักชำรุด	125
ตารางที่ 7-2	สาเหตุและแนวทางแก้ไขไม่มีข้อมูลระบบท่อรวบรวมน้ำเสียและท่อระบายน้ำฝน	125
ตารางที่ 7-3	สาเหตุและแนวทางแก้ไขน้ำฝนไหลเข้าบ่อตรวจ	127
ตารางที่ 7-4	สาเหตุและแนวทางแก้ไขท่ออุดตัน น้ำเสียไหลไม่สะดวก ค้างในท่อ และเกิดมีกลิ่นเหม็น	128
ตารางที่ 7-5	สาเหตุและแนวทางแก้ไขการก่อสร้างระบบท่อรวบรวมที่ไม่ถูกตามหลักวิชาการ	129
ตารางที่ 7-6	สาเหตุและแนวทางแก้ไขท่อรวบรวมน้ำเสียและบ่อตรวจอยู่ใต้อาคาร หรือสิ่งปลูกสร้างอื่น ๆ	130
ตารางที่ 7-7	สาเหตุและแนวทางแก้ไขท่อน้ำทิ้งจากอาคารไหลลงสู่ท่อระบายน้ำฝน	130
ตารางที่ 7-8	สาเหตุและแนวทางแก้ไขรางระบายน้ำฝนมีน้ำขังอยู่ตลอดเวลา	131
ตารางที่ 7-9	สาเหตุและแนวทางแก้ไขขยะหลุดลอดออกจากตะกร้าดักขยะในบ่อสูบ	131
ตารางที่ 7-10	สาเหตุและการแก้ไขปัญหาค่า DO ต่ำในถังเติมอากาศ	132
ตารางที่ 7-11	สาเหตุและการแก้ไขปัญหาค่า DO สูงขึ้นกะทันหันในถังเติมอากาศ	133
ตารางที่ 7-12	สาเหตุและการแก้ไขปัญหาค่า DO สูงขึ้นกะทันหันในถังเติมอากาศ	134

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 7-13 สาเหตุและการแก้ไขปัญหาฟองสีน้ำตาลเข้มและสีขาว ฟองใหญ่หนาแตกยากในถังเติมอากาศ 135

ตารางที่ 7-14 สาเหตุและการแก้ไขปัญหาฟองสีน้ำตาลเกือบดำและสลัดจ์มีสีเดียวกัน บางครั้งมีตะกอนสีน้ำตาลดำลอยอยู่บนผิวน้ำ 135

ตารางที่ 7-15 สาเหตุและวิธีการแก้ไขปัญหาความเข้มข้น MLSS ลดต่ำลง 136

ตารางที่ 7-16 สาเหตุและวิธีการแก้ไขปัญหาการเลี้ยงเชื้อไม่ขึ้น และความเข้มข้น MLSS ไม่เพิ่มขึ้น 137

ตารางที่ 7-17 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขน้ำทิ้งมี SS เกินมาตรฐานน้ำทิ้ง 137

ตารางที่ 7-18 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขตะกอนลอยบนผิวน้ำถังตกตะกอน และบ่อเก็บตะกอน 139

ตารางที่ 7-19 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขปัญหาจากดีไนตริฟิเคชัน 139

ตารางที่ 7-20 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขสลัดจ์เบาหลุดไปกับน้ำทิ้ง 140

ตารางที่ 7-21 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขฟองอากาศมีขนาดใหญ่และเกิดขึ้นเป็นบางจุด 141

ตารางที่ 7-22 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขฟองอากาศขาดหายไปบางจุด 141

ตารางที่ 7-23 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขค่า TKN > 35 มก./ล. 141

ตารางที่ 7-24 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขค่าน้ำมันและไขมันในน้ำทิ้ง มีค่ามากกว่า 20 มก./ล.เกินมาตรฐานน้ำทิ้ง 142

ตารางที่ 7-25 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขค่า SS > 30 มก./ล. 143

ตารางที่ 7-26 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขค่า BOD5 > 20 มก./ล. 143

ตารางที่ 7-27 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขค่าฟีคัลโคลิฟอร์ม > 1,000 MPN/100 mL 144

ตารางที่ 7-28 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขค่า TDS > 500 มก./ล. จากน้ำประปา 146

ตารางที่ 7-29 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขค่าซัลไฟด์ (SO_2^{2-}) > 1 มก./ล. 146

ตารางที่ 7-30 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขเครื่องเติมอากาศแบบจมน้ำ (Submersible Aerator) ชำรุด 147

ตารางที่ 7-31 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขเครื่องเติมเป่าอากาศ (Air Blower) ชำรุด 147

ตารางที่ 7-32 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขเครื่องสูบน้ำชำรุด 148

ตารางที่ 7-33 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขระบบท่อและวาล์วชำรุด 148

ตารางที่ 7-34 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขระบบไฟฟ้าควบคุมชำรุด 149

บทที่ 1
น้ำเสียในโรงพยาบาล

1.1 แหล่งกำเนิดน้ำเสียในโรงพยาบาล

น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่ผ่านการใช้จากการประกอบกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การชำระล้างร่างกายและสิ่งของ การขับถ่าย การประกอบอาหาร แล้วทำให้มีสิ่งเจือปนและความสกปรกต่าง ๆ ในปริมาณมากจนไม่เป็นที่ต้องการและน่ารังเกียจ แหล่งที่มาของน้ำเสียในโรงพยาบาลมีดังต่อไปนี้

1) อาคารผู้ป่วย เกิดจากกิจกรรมการรักษาพยาบาล และการใช้ห้องน้ำห้องส้วมของญาติและผู้ป่วย โดยน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากส่วนนี้จะมีการปนเปื้อนสารอินทรีย์และจุลินทรีย์ ทั้งจุลินทรีย์ที่ก่อโรคหรือไม่ก่อโรค และการปนเปื้อนสารเคมีจากน้ำยาฆ่าเชื้อโรค น้ำยาล้างแผล เป็นต้น

2) บ้านพักของเจ้าหน้าที่/สถานที่ทำการต่าง ๆ ลักษณะน้ำเสียที่เกิดขึ้นคล้ายกับน้ำเสียชุมชน โดยกิจกรรมส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมการอุปโภคบริโภคจากการชำระล้างร่างกาย การขับถ่าย เป็นต้น น้ำเสียส่วนนี้มักปนเปื้อนสิ่งสกปรกจำพวกสารอินทรีย์

3) โรงซักฟอก กิจกรรมส่วนใหญ่เกิดจากการซักฟอกเสื้อผ้าผู้ป่วย ซึ่งมีทั้งติดเชื้อและไม่ติดเชื้อ น้ำเสียจึงมีการปนเปื้อนสารอินทรีย์และจุลินทรีย์จากคราบเศษอาหาร คราบเลือด คราบเสมหะ เป็นต้น และนอกจากนี้ในการซักล้างยังมีการปนเปื้อนจากผงซักฟอก น้ำยาซักผ้าปรับผ้านุ่ม เป็นต้น

4) โรงครัวและโรงอาหาร ประกอบด้วย อาหารที่มีไขมัน เศษอาหาร ซึ่งเป็นสารพวกอินทรีย์ที่ปะปนมาในน้ำทิ้ง ทำให้เกิดปัญหาการอุดตันของเศษอาหาร อาจก่อให้เกิดปัญหาการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ในระบบ

5) ห้องปฏิบัติการ ลักษณะของน้ำเสียประกอบด้วยจุลินทรีย์จากการเพาะเลี้ยงเชื้อในห้องปฏิบัติการ มีทั้งจุลินทรีย์ที่ก่อโรคและไม่ก่อโรค นอกจากนี้ยังมีสารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ รวมทั้งสารอินทรีย์ เช่น เลือดสด ปัสสาวะ อุจจาระ ชิ้นเนื้อของผู้ป่วย เป็นต้น

6) น้ำเสียจากห้องผ่าตัด ห้องคลอด และห้องเก็บรักษาศพ ลักษณะของน้ำเสียที่เกิดขึ้นจะมีการปนเปื้อนของเลือด จากการทำคลอดทารก และที่เกิดจากการใช้สารเคมี น้ำยาฆ่าเชื้อโรค

7) ห้องจ่ายยา/ห้องผลิตยา ลักษณะของน้ำเสียที่จากการปนเปื้อนของเภสัชภัณฑ์

8) หน่วยล้างไต ลักษณะของน้ำเสียมีสารละลายเกลือสูง ถ้าจัดการไม่อาจส่งผลให้ค่าของแข็งละลายน้ำ (TDS) ของน้ำทิ้งเกินมาตรฐาน

9) ส่วนอื่น ๆ เช่น ร้านค้าสวัสดิการต่าง ๆ เป็นต้น ลักษณะของน้ำเสียที่เกิดขึ้นคล้ายกับน้ำเสียชุมชน โดยกิจกรรมส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมการอุปโภคบริโภค

อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยของโรงพยาบาลที่มีการสำรวจในต่างประเทศมีค่าอยู่ในช่วง 200 - 1200 ลิตร/เตียง-วัน [1] ซึ่งอัตราการเกิดน้ำเสียจะขึ้นกับจำนวนเตียง อัตราการครองเตียง สภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศ

ศาสนา สังคมและวัฒนธรรม และอายุของโรงพยาบาล สำหรับในประเทศไทยใช้อัตราการใช้น้ำที่ 800 - 1200 ลิตร/เตียง-วัน การประมาณปริมาณน้ำเสียนิยมคิดจากอัตราการใช้น้ำโดยคิดที่ร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำใช้ที่จดจากมิเตอร์ ทำให้ปริมาณน้ำเสียเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 800 ลิตร/เตียง-วัน [2]

จากการลงพื้นที่สำรวจระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลในช่วงปี พ.ศ. 2562 - 2563 พบว่า อัตราการใช้น้ำของโรงพยาบาลหลายแห่งมีค่าสูงขึ้นกว่าค่าดังกล่าว 2 - 3 เท่า ตรวจสอบพบว่าเกิดจากระบบท่อประปาแตกหักจากความเก่าของโรงพยาบาลที่ใช้งานนานกว่า 20 ปี ดังนั้นการคิดปริมาณน้ำเสียจากค่าการใช้น้ำจากมิเตอร์อาจทำให้เข้าใจผิดพลาดในเรื่องของการประมาณปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจริง จึงควรตรวจสอบความถูกต้องของการใช้น้ำประปา การรั่วไหลของน้ำประปา ดังนั้นตรวจสอบปริมาณน้ำเสียที่เข้าระบบบำบัดน้ำเสียจริงจากบ่อสูบน้ำเสีย

1.2 ลักษณะของน้ำเสียและมาตรฐานน้ำทิ้ง

น้ำเสียโรงพยาบาลประกอบด้วยน้ำเสียจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีมลพิษหลักแตกต่างกันตามกิจกรรมที่ใช้น้ำตารางที่ 1-1 แสดงสัดส่วนของน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ในโรงพยาบาล (ไม่มีรวมน้ำหล่อเย็นของระบบปรับอากาศของโรงพยาบาลขนาดใหญ่) และมลพิษหลักที่พบ เนื่องจากมลพิษที่เกิดขึ้นมีความแตกต่างกันตามกิจกรรม จึงควรพิจารณาติดตั้งระบบบำบัดขั้นต้นเพื่อลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากมลพิษเหล่านี้ เช่น การติดตั้งถังดักไขมันที่โรงครัว เป็นต้น

ตารางที่ 1-1 สัดส่วนของเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ในโรงพยาบาลและมลพิษหลักที่พบ [1]

กิจกรรมใช้น้ำ	ร้อยละ	ประเภทของมลพิษหลัก
สิ่งอำนวยความสะดวกด้านสุขาภิบาล (อ่างล้าง, อาบน้ำ, ห้องน้ำ)	60	สารอินทรีย์ (BOD, COD), SS, TKN (NH_4+-N , org-N), แบคทีเรีย, ไวรัส, ฮอร์โมน, สารเมตาโบไลท์
การรักษาพยาบาล	20	สารเคมี, ยา, สารกัมมันตรังสี, โลหะหนัก, ยาปฏิชีวนะ, สารฆ่าเชื้อโรค
ห้องอาหาร/ครัว	12	สารอินทรีย์, TKN, น้ำมันและไขมัน
การซักผ้า	7	สารซักฟอก, สารฆ่าเชื้อโรค
การล้างไต	1	TDS

น้ำเสียจากกิจกรรมต่าง ๆ จะไหลเข้าท่อรวบรวมและมารวมกันที่ระบบบำบัดน้ำเสีย ตารางที่ 1-2 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะของน้ำเสียที่มีการสำรวจในหลายประเทศในระยะเวลามากกว่า 20 ปี กับมาตรฐานน้ำทิ้งอาคารประเภท ก ของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและข้อกำหนดน้ำทิ้งของกรมอนามัย น้ำเสียของโรงพยาบาลจะต้องถูกบำบัดให้ได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งของกรมควบคุมมลพิษและข้อกำหนดของกรมอนามัยก่อนระบายออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

ตารางที่ 1-2 ลักษณะน้ำเสียของโรงพยาบาล มาตรฐานน้ำทิ้งและข้อกำหนดน้ำทิ้งของโรงพยาบาลขนาด 30 เตียงขึ้นไป

พารามิเตอร์	ช่วงค่า	มาตรฐานน้ำทิ้ง อาคารประเภท ก	ข้อกำหนดน้ำทิ้ง กรมอนามัย
ความเป็นกรดด่าง (pH)	6 - 9	5 - 9	-
BOD5 (มก./ล.)	100 - 400	≤20	-
ปริมาณของแข็ง (มก./ล.) - ปริมาณสารแขวนลอย - ปริมาณตะกอนหนัก (Settleable Solids) (มก./ล.) - สารที่ละลายได้ทั้งหมด (TDS)	 116 - 500 - 80 - 400	 ≤30 ≤0.5 500 (+TDS น้ำใช้)	-
ซัลไฟด์ (Sulfide) (มก./ล.)	-	≤1	-
ไนโตรเจนในรูป TKN (มก./ล.)	60 - 230	≤35	-
น้ำมันและไขมัน (Fat, Oil & grease) (มก./ล.)	50 - 210	≤20	-
ไข่หนอนพยาธิ (ฟอง/ล.)	-	-	< 1
แบคทีเรียอีโคไล (MPN/100 มล.)	103 - 104	-	<1000

ที่มา : [3], [4], [5]

คุณลักษณะของน้ำเสียจากโรงพยาบาลสามารถจำแนกออกได้เป็นลักษณะทางกายภาพ ทางเคมีและชีวภาพ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.2.1 ลักษณะน้ำเสียทางกายภาพ ลักษณะทางกายภาพใช้อธิบายถึงลักษณะทางกายภาพของน้ำเสียได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมด กลิ่น สีและอุณหภูมิ

1) อุณหภูมิ (Temperature) อุณหภูมิใช้สำหรับวัดระดับความร้อนของน้ำเสีย เป็นตัวแปรชนิดหนึ่งที่สำคัญสำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงเกินไปจะส่งผลกระทบต่อจุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ ไม่ควรเกิน 35 องศาเซลเซียส และออกซิเจนจะละลายน้ำได้ลดลงเมื่ออุณหภูมิน้ำสูงขึ้น

2) กลิ่น (Odor) การรับรู้กลิ่นจะแตกต่างกันตามความไวต่อกลิ่นของแต่ละคน อย่างไรก็ตาม การตรวจสอบกลิ่นของน้ำเสียเป็นประโยชน์ต่อการตรวจสอบสภาพของน้ำเสียและการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย น้ำเสียสดที่ยังไม่ผ่านการบำบัดจะมีกลิ่นเหม็นสาบ แต่น้ำเสียที่อยู่ในสภาวะไร้อากาศจะมีกลิ่นเหม็นของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์หรือก๊าซไข่เน่า สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอเอส การเกิดกลิ่นเหม็นนี้แสดงถึงสภาวะที่ระบบเติมอากาศไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ และไม่สามารถบำบัดน้ำเสียได้

3) ของแข็ง (Solids) ของแข็งที่พบในน้ำเสียจำแนกออกได้เป็นของแข็งลอยน้ำ (Scum) ตกตะกอนหนัก (Settleable solids) ของแข็งแขวนลอย (Suspended solids) และของแข็งละลายน้ำ (Total dissolved solids) ของแข็งลอยน้ำแสดงถึงการเกิดสภาวะมลพิษของแหล่งน้ำ วิธีกำจัดแบบง่ายที่สุดคือการตักออก การวิเคราะห์หาความเข้มข้นของแข็งประเภทต่าง ๆ มีความสำคัญในการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียให้ได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้ง

3.1) ตะกอนหนัก (Settleable solids) คือของแข็งที่ตกตะกอนด้วยแรงโน้มถ่วงของโลกในสภาวะที่น้ำนิ่ง ปกติจะไม่มีการวิเคราะห์หาตะกอนหนักในน้ำเสีย แต่จะวิเคราะห์ในน้ำทิ้งเนื่องจากในมาตรฐานน้ำทิ้งของกรมควบคุมมลพิษกำหนดให้ปริมาณตะกอนหนักในน้ำทิ้งต้องมีค่าไม่เกิน 0.5 มล./ล. การวิเคราะห์จะใช้กรวยอิมฮอฟฟ์ (Imhoff) ขนาด 1 ลิตรที่มีขีดบอกปริมาตรชัดเจน โดยเทน้ำทิ้งลงไป 1 ลิตร และตั้งทิ้งไว้ 1 ชม.

3.2) ของแข็งแขวนลอย (Suspended solids, SS) คือของแข็งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำเสียและไม่ตกตะกอน ต้องทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการโดยกรองน้ำเสียหรือน้ำทิ้งผ่านกระดาษกรองแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก นำน้ำหนักกระดาษกรองมาเปรียบเทียบเพื่อหาน้ำหนักของ SS ที่เพิ่มขึ้นบนกระดาษกรอง ในน้ำเสียจากโรงพยาบาลมีความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยเท่ากับ 160 มก./ล. [1] ในน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจะต้องมีค่า SS ไม่เกิน 30 มก. /ล.

3.3) ของแข็งละลายน้ำ (Total dissolved solids, TDS) คือของแข็งที่เหลืออยู่ในน้ำที่ผ่านการกรองด้วยกระดาษกรอง วิเคราะห์ได้ด้วยการนำน้ำที่ผ่านการกรองไประเหยน้ำออกแล้วชั่งน้ำหนัก ของแข็งละลายน้ำเป็นของแข็งที่ไม่สามารถบำบัดหรือกำจัดให้ความเข้มข้นลดลงได้ด้วยกระบวนการบำบัดทางชีวภาพแบบปกติ ดังนั้นจึงต้องใช้วิธีบริหารจัดการด้วยการเจือจางน้ำทิ้งจากแหล่งต่าง ๆ ในสัดส่วนที่เหมาะสมเพื่อให้ได้น้ำทิ้งที่มีค่า TDS ไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้ง มาตรฐานน้ำทิ้งกำหนดให้น้ำทิ้งจากโรงพยาบาลจะต้องมีค่า TDS ไม่เกิน 500 มก./ล. จากค่า TDS น้ำประปาที่ใช้ในโรงพยาบาล ตัวอย่างเช่น ถ้าน้ำประปาของโรงพยาบาลมีค่า TDS เท่ากับ 400 มก./ล. ค่า TDS ของน้ำทิ้งจะต้องมีค่าไม่เกิน 900 มก./ล. เป็นต้น

4) อัตราการไหลของน้ำเสีย อัตราการไหลของน้ำเสียที่เกิดขึ้นในโรงพยาบาลมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาและตามจำนวนผู้ใช้น้ำในโรงพยาบาล จำแนกออกได้เป็นอัตราการไหลต่อชั่วโมง และอัตราการไหลต่อวัน อัตราการไหลของน้ำเสียสูงสุดจะเกิดขึ้นในช่วง 8.00 - 15.00 น. ซึ่งอัตราการไหลต่อชั่วโมงสูงสุดนี้อาจมีค่าระหว่าง 1.5 - 2.5 เท่าของอัตราการไหลเฉลี่ยซึ่งคำนวณจากอัตราการไหลต่อวันหารด้วย 24 ชม.

1.2.2 ลักษณะน้ำเสียทางเคมี ลักษณะน้ำเสียทางเคมีหาได้จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ทั้งที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำที่มีในน้ำเสีย

1) สารอินทรีย์ สารอินทรีย์ในน้ำเสียประกอบด้วยแป้ง น้ำตาล น้ำมัน ไขมัน เส้นใยจากพืช รวมทั้งสารอินทรีย์จากการใช้ยา ได้แก่ ฮอร์โมน สารเมตาโบไลท์และยาปฏิชีวนะ ฯลฯ สารอินทรีย์บางชนิดย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ และบางชนิดย่อยสลายไม่ได้

ในแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น แม่น้ำที่อยู่ในสภาวะมีออกซิเจนความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved oxygen, DO) อาจมีค่าประมาณ 4 มก./ล. เมื่อมีการระบายน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์ลงสู่แหล่งน้ำ จุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนจะเริ่มย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้และใช้ออกซิเจนในแหล่งน้ำดังสมการที่ 1-1

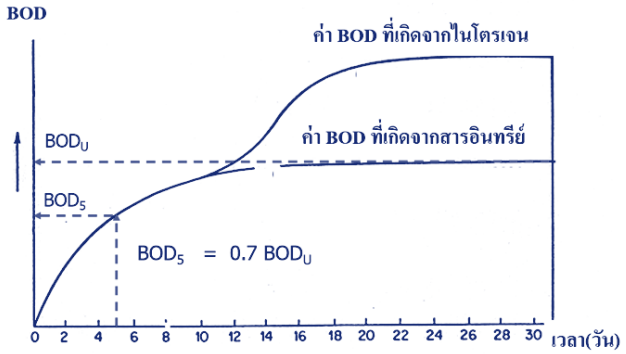
$$\text{สารอินทรีย์ย่อยสลายได้} + \text{ออกซิเจน } (O_2) \xrightarrow{\text{จุลินทรีย์}} \text{คาร์บอนไดออกไซด์ } (CO_2) + \text{น้ำ } (H_2O) \qquad (1\text{-}1)$$

ถ้าสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ในน้ำเสียมีปริมาณมากเกินไปจะทำให้ปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำถูกจุลินทรีย์ใช้ไปจนหมด แหล่งน้ำนั้นจะเข้าสู่สภาวะไร้อากาศ (Anaerobic condition) จากนั้นจุลินทรีย์กลุ่มที่สอง ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจนจะเริ่มย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้และเปลี่ยนให้เป็นกรดอินทรีย์ แอลกอฮอล์ ก๊าซมีเทนและก๊าซไข่เน่า เป็นต้น ดังสมการที่ 1-2 ส่งผลให้เกิดกลิ่นเหม็น แหล่งน้ำมีสีดำที่เกิดจาก FeS และมีสภาพน่ารังเกียจ

สารอินทรีย์ย่อยสลายได้ $\xrightarrow{\text{จุลินทรีย์}}$ กรดอินทรีย์ แอลกอฮอล์ ก๊าซมีเทน ก๊าซไข่เน่าฯลฯ (1-2)

1.1) BOD (Biochemical oxygen demand, BOD) หมายถึงปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ในสภาวะที่มีออกซิเจน (Aerobic condition) การวิเคราะห์หาความเข้มข้นของสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ในน้ำเสียทำโดยตรงไม่ได้ จึงต้องวิเคราะห์หาทางอ้อมแทน โดยวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์ดังสมการที่ 1-1 จากความสัมพันธ์นี้ทำให้เราสามารถแปรผลข้อมูล BOD เป็นสารอินทรีย์ได้ ค่า BOD จึงเป็นค่าที่แสดงถึงความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ที่มีในน้ำเสีย ถ้าค่า BOD สูงแสดงว่าน้ำเสียมีความเข้มข้นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้สูง

การทดสอบหาค่า BOD ทำในห้องปฏิบัติการที่ 20 °C เป็นเวลา 5 วัน ดังนั้นค่า BOD 5 วันหรือ BOD_5 เป็นเพียงส่วนหนึ่งของค่า BOD ทั้งหมด (BOD ultimate, BOD_U) เนื่องจากในขวดทดสอบ BOD มีความเข้มข้นของจุลินทรีย์น้อยและทดสอบที่ 20 °C จุลินทรีย์จะต้องใช้เวลาเกือบ 30 วันจึงจะย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 1-1 และพบว่าค่า BOD ในเวลา 5 วัน หรือ BOD_5 มีค่าประมาณร้อยละ 70 ของ BOD_U



รูปที่ 1-1 ค่า BOD ที่เพิ่มขึ้นตามเวลา

นอกจากนี้ พบว่าในการทดสอบ BOD มีจุลินทรีย์ในน้ำเสียที่สามารถใช้ออกซิเจนในการออกซิไดซ์แอมโมเนียในปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน แต่ปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นหลังจาก 10 วันของการทดสอบเนื่องแบคทีเรียกลุ่มนี้เจริญเติบโตได้ช้า ค่า BOD ควรเป็นตัวแทนของสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้เท่านั้น จึงนิยมใช้ค่า BOD_5 ใช้สำหรับการประมาณความเข้มข้นของน้ำเสียในรูปของความต้องการออกซิเจนที่ใช้สำหรับการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียนั้น และเป็นวิธีทดสอบชนิดเดียวที่ใช้สำหรับการวัดปริมาณสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ค่า BOD ของน้ำเสียเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการพิจารณาออกแบบและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียและใช้สำหรับคำนวณหาขนาดหน่วยบำบัดต่าง ๆ โดยเฉพาะในระบบแอ็กติเวเต็ดสลัดจ์หรือระบบเอเอส และ

ใช้สำหรับตรวจสอบคุณภาพของน้ำทิ้งและประเมินประสิทธิภาพของระบบ จากการสอบถามผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลในช่วงปีพ.ศ. 2562 - 2563 พบว่าค่า BOD_5 ของน้ำเสียของโรงพยาบาลอยู่ในช่วง 100 - 200 มก./ล.

สำหรับน้ำเสียที่มีค่า BOD_5 เท่ากับ 150 มก./ล. หรือเท่ากับ 150 ก./ลบ.ม. หมายความว่าน้ำเสีย 1 ลิตร ต้องการออกซิเจน 150 มก. หรือน้ำเสีย 1 ลบ.ม. ต้องการออกซิเจน 150 ก. สำหรับจุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ถ้าโรงพยาบาลมีน้ำเสีย 60 ลบ.ม./วัน ความต้องการออกซิเจนต่อวันหรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าอัตราภาระ BOD ต่อวันสำหรับบำบัดน้ำเสียคำนวณได้ดังต่อไปนี้

น้ำเสีย 1 ลิตร ต้องการออกซิเจน = 150 มก.

น้ำเสีย 1 ลบ.ม. ต้องการออกซิเจน = 150 ก.

น้ำเสีย 60 ลบ.ม./วัน ต้องการออกซิเจน

$$= 60 \frac{\text{ลบ.ม.}}{\text{วัน}} \times 150 \frac{\text{ก.}}{\text{ลบ.ม.}} \times \frac{1}{1000} \frac{\text{กก.}}{\text{ก.}}$$

$$= 9 \text{ กก.}O_2 \text{/วัน}$$

$$= 9 \frac{\text{กก.}}{\text{วัน}} \times \frac{1}{24} \frac{\text{วัน}}{\text{ชม.}} = 0.375 \text{ กก.}O_2\text{/ชม.}$$

และ $BOD_5 = 0.7\ BOD_U$

ดังนั้นอัตราภาระ BOD_U ทั้งหมด $= \frac{0.375}{0.7} = 0.535$ กก.O_2/ชม.

ดังนั้นในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจะต้องติดตั้งเครื่องเติมอากาศที่สามารถให้ปริมาณออกซิเจนละลายลงในน้ำเสียได้มากกว่าอัตราภาระ BOD_U ต่อชั่วโมงดังกล่าว และเนื่องจากอัตราไหลของน้ำเสียในช่วงกลางวันอาจมีค่าสูงกว่าในช่วงกลางคืนถึง 2 เท่าใน 1 ชม. ดังนั้นเครื่องเติมอากาศจะต้องใช้ออกซิเจนได้เป็น 2 เท่าของอัตราภาระ BOD_U เฉลี่ยต่อชม. ซึ่งควรมีค่ามากกว่า 2 x 0.535 = 1.07 กก.O_2/ชม.

ค่า BOD_5 เฉลี่ยของน้ำเสียจากโรงพยาบาลจากการสำรวจในหลายประเทศมีค่าเท่ากับ 200 มก./ล. [1] สำหรับในเทศไทยได้รับข้อมูลที่ได้จากหลายโรงพยาบาลและจากการลงพื้นที่สำรวจโรงพยาบาลมากกว่า 70 แห่ง ในช่วงปีพ.ศ. 2562 - 2563 พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 100 - 200 มก./ล.

1.2) ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD) หมายถึงปริมาณออกซิเจนที่ใช้สำหรับการย่อยสลายสารอินทรีย์ทางเคมี ในการทดสอบหาค่า COD ใช้สารเคมีที่เป็นสารออกซิไซด์ที่รุนแรง คือ K_2CrO_7 ภายใต้สภาวะที่เป็นกรด ทำให้สารอินทรีย์เกือบทุกชนิดรวมทั้งสารอนินทรีย์บางชนิดในน้ำเสียถูกออกซิไดซ์ไปด้วย โดยสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้จะถูกเปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเช่นเดียวกับการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ รวมทั้งสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ย่อยสลายไม่ได้ เช่น ลิกนิน จะถูกออกซิไดซ์ได้สมบูรณ์ด้วยเช่นกัน ดังนั้นจึงทำให้ค่า COD สูงกว่าค่า BOD_U และทั้งสองค่านี้จะแตกต่างกันมากขึ้นถ้าในน้ำมีองค์ประกอบของสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพไม่ได้เป็นจำนวนมาก

ข้อจำกัดที่สำคัญของการวิเคราะห์หาค่า COD คือไม่สามารถแบ่งแยกระหว่างสารอินทรีย์ที่ย่อยได้และสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายไม่ได้ทางชีวภาพ แต่ข้อได้เปรียบคือสามารถหาค่าได้ในเวลา 3 ชั่วโมงแทนที่จะเป็น 5 วันของการวิเคราะห์หาค่า BOD_5 ด้วยเหตุนี้จึงนิยมใช้แทนการวิเคราะห์หาค่า BOD_5 ในหลายกรณี ซึ่งสามารถ

นำค่า COD มาประมาณเป็นค่า BOD_5 ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนมากจนได้อัตราส่วนของ COD/ BOD_5 ที่เชื่อถือได้

ถึงแม้ว่าในมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารของกรมควบคุมมลพิษไม่มีค่า COD ของน้ำทิ้งกำหนดไว้ แต่มีกำหนดไว้ในมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมให้ไม่เกิน 120 มก./ล.

2) สารอนินทรีย์ คือสารประกอบของธาตุต่าง ๆ ที่ไม่มีสารอินทรีย์คาร์บอนรวมอยู่ด้วย สารอนินทรีย์ที่พบในน้ำเสียประกอบด้วย กรวด ทรายและแร่ธาตุต่าง ๆ ทั้งที่อยู่ในรูปของแข็งแขวนลอยและของแข็งละลายน้ำ สารเหล่านี้ได้แก่ คลอไรด์ ไฮโดรเจนไอออน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โลหะหนักและสารประกอบที่มีฤทธิ์เป็นด่าง สารประกอบของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตจุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสีย สารอนินทรีย์ชนิดอื่น เช่น โลหะหนัก ถ้ามีความเข้มข้นสูงเกินไปจะเป็นพิษต่อระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพ

2.1) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) เป็นค่าที่บอกถึงความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสีย ค่า pH จะเริ่มตั้ง 1 ถึง 14 และค่า pH ที่ต่ำกว่า 7 ถือมีสภาวะเป็นกรด และค่า pH ที่สูงกว่า 7 ถือว่ามีสภาวะเป็นด่าง จุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสียสามารถทำงานได้ดีในช่วงค่า pH เป็นกลางในช่วงค่า 6 - 8 และพบว่าปฏิกิริยาการไนตริฟิเคชันที่เกิดขึ้นในระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอเอส จะสร้างกรดขึ้นจากการเปลี่ยนแอมโมเนียให้เป็นไนเตรทและทำให้ค่า pH ของน้ำในถังเติมอากาศลดต่ำลงและอาจทำให้ค่า pH ต่ำกว่า 6 ได้

2.2) สภาพความเป็นด่าง (Alkalinity) เป็นการวัดความสามารถในการป้องกันการเปลี่ยนแปลงของค่า pH ของน้ำเสียหรือบัฟเฟอร์ ได้จากการทำปฏิกิริยาของกรดหรือด่างกับกับไอออนของไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) คาร์บอเนต (CO_3^{2-}) และไฮดรอกไซด์ (OH^-) ปกติน้ำเสียของโรงพยาบาลที่มีความเข้มข้นของสภาพความเป็นด่างต่ำ อาจทำให้ค่า pH ของน้ำเสียเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเมื่อมีการเพิ่มของกรดหรือด่างอย่างกะทันหัน

2.3) ไนโตรเจน สารประกอบไนโตรเจนที่พบในระบบบำบัดน้ำเสียมีอยู่ 4 รูปแบบ ได้แก่ สารอินทรีย์ไนโตรเจน (Org-N) แอมโมเนียไนโตรเจน ($NH_4^+ - N$) ไนไตรท์ไนโตรเจน ($NO_2^- - N$) และไนเตรทไนโตรเจน ($NO_3^- - N$) ในน้ำเสียดิบจะพบสารประกอบไนโตรเจนในรูปของ Org-N เป็นส่วนใหญ่ และพบ $NH_4^+ - N$ เป็นส่วนน้อย และพบ $NO_2^- - N$ และ $NO_3^- - N$ ปริมาณน้อยมากในน้ำเสีย ทั้ง Org-N และ $NH_4^+ - N$ สามารถวิเคราะห์หาความเข้มข้นรวมกันได้ในรูปของค่า TKN ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอส Org-N ทั้งหมดจะถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียแล้วเปลี่ยนให้เป็น $NH_4^+ - N$ และจากการลงพื้นที่สำรวจโรงพยาบาลมากกว่า 70 แห่งในช่วงปีพ.ศ. 2562 - 2563 พบว่าความเข้มข้นของ TKN ในน้ำเสียจากโรงพยาบาลมีค่าเท่ากับ 30 ถึง 60 มก./ล.

$NH_4^+ - N$ จะถูกออกซิไดซ์โดยแบคทีเรียที่มีในระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอเอส ซึ่งจะเปลี่ยน $NH_4^+ - N$ ไปเป็น $NO_2^- - N$ และจากนั้นเปลี่ยนให้เป็น $NO_3^- - N$ ในสภาวะที่มีออกซิเจน ดังสมการต่อไปนี้

$$2\,NH_4^+\text{-}N + 3\,O_2 \xrightarrow{Nitrosomonasgr} 2\,NO_2^-\text{-}N + 4\,H^+ + 2\,H_2O \qquad (1\text{-}3)$$

$$2\,NO_2^-\text{-}N + O_2 \xrightarrow{Nitrobactergr} 2\,NO_3^-\text{-}N \qquad (1\text{-}4)$$

ปฏิกิริยารวมทั้งสองสมการนี้เรียกว่าไนตริฟิเคชัน (nitrification)

ในระบบเอเอสถ้าปล่อยให้สลัดจ์ค้างอยู่ในถังตกตะกอนเป็นเวลานานจนทำให้เกิดสภาวะไร้อากาศ ทั้ง $NO_3^- - N$ และ $NO_2^- - N$ จะถูกรีดิวซ์และเปลี่ยนให้เป็นก๊าซไนโตรเจน (N_2) โดยแบคทีเรียในถังตกตะกอน เรียกกระบวนการนี้ว่า ดิไนตริฟิเคชัน (Denitrification) ถ้าในถังตกตะกอนมีความเข้มข้น $NO_3^- - N$ เพียงพอ และมีค่า DO ต่ำจะทำให้เกิดก๊าซ N_2 ซึ่งฟองก๊าซจะไปจับกับสลัดจ์แล้วลอยขึ้นผิวน้ำถังตกตะกอน

2.4) ฟอสฟอรัส เป็นธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับกระบวนการเมตาบอลิซึมของจุลินทรีย์ในการสร้างเซลล์ใหม่ ในน้ำเสียจะพบฟอสฟอรัสในรูปของฟอสเฟต การปล่อยน้ำทิ้งที่มีฟอสเฟตสูงจะทำให้สาหร่ายบางชนิดเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจะเกิดเป็นปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) ทำให้เกิดน้ำเน่าเสียได้ ปกติในน้ำเสียของโรงพยาบาลจะมีฟอสเฟตในความเข้มข้นที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

2.5) กำมะถันหรือซัลเฟอร์ (Sulfur) ในน้ำเสียจะพบสารประกอบของซัลเฟอร์ในรูปของซัลเฟต (SO_4^{2-}) ในสภาวะไร้อากาศซัลเฟตจะถูกรีดิวซ์ให้เป็นซัลไฟด์ (S^{2-}) โดยแบคทีเรีย ดังสมการ 1-5 ซัลไฟด์จะจับตัวกับไฮโดรเจนไอออนเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ ดังสมการที่ 1-6 ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นเหม็น

$$SO_4^{2-} + \text{สารอินทรีย์} \longrightarrow S^{2-} + H_2O + CO_2 \qquad (1\text{-}5)$$

$$2S^{2-} + H^+ \rightleftharpoons H_2S \qquad (1\text{-}6)$$

2.6) โลหะหนัก (Heavy Metals) และสารกัมมันตรังสี สารโลหะหนักเป็นสารพิษต่อสิ่งมีชีวิต เช่น ปรอท แคดเมียม ตะกั่ว ฯลฯ โลหะหนักที่มีความเข้มข้นสูงจะมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสีย

1.2.3 ลักษณะน้ำเสียทางชีวภาพ

1) แบคทีเรีย (Bacteria) แบคทีเรียเป็นจุลินทรีย์ที่มีความสำคัญที่สุดในระบบบำบัดน้ำเสีย ทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์และทำให้เกิดการรวมตัวเป็นฟล็อก คุณลักษณะของสารอินทรีย์ที่มีในน้ำเสียจะเป็นตัวกำหนดชนิดของแบคทีเรียที่มีความเด่นเหนือชนิดอื่น น้ำเสียประเภทโปรตีนจะพบ *Alcaligenes, Flavobacteriam* และ *Bacillus* ส่วนน้ำเสียประเภทคาร์โบไฮเดรทหรือไฮโดรคาร์บอนจะพบ *Pseudomonas* เป็นต้น แต่เดิมคิดว่าสลัดจ์ฟล็อกในถังเติมอากาศเกิดจาก *Zoogloea ramigena* ซึ่งเจริญเติบโตเป็นสายคล้ายนิ้ว แต่ต่อมาพบว่าฟล็อกของสลัดจ์เกิดขึ้นจากแบคทีเรียทุกชนิด

เชื้อโรคหลายชนิดแพร่กระจายทางน้ำ จุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรคไม่สามารถเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ในน้ำเสียหรือน้ำสะอาดแต่สามารถอยู่รอดได้หลายวัน เซลล์ที่มีชีวิตจะตายอย่างรวดเร็ว แต่สปอร์และ cyst สามารถคงทนอยู่ได้นาน แบคทีเรียที่เป็นเชื้อโรคที่พบในน้ำ ได้แก่ *Salmonella typhosa, Shigella dysenteriae* และ *Vibrio comma* นอกจากนี้ยังพบแบคทีเรียดื้อยาปฏิชีวนะในน้ำเสียจากโรงพยาบาลในหลายประเทศ [6] [7]

2) โปรโตซัว (Protozoa) และโรติเฟอร์ (Rotifer) โปรโตซัวเป็นจุลินทรีย์เซลล์เดียว ไม่มีส่วนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบเอเอส มีด้วยกันหลายประเภท เช่น Free–swimming ciliated, Suctoia และ Stalked ciliate เป็นต้น ส่วนใหญ่กินแบคทีเรียทั้งที่มีชีวิตและตายแล้วเป็นอาหาร ใช้เป็นดัชนีชี้วัดสภาวะของสลัดจ์ในระบบเอเอส ส่วน Rotifer เป็นสัตว์หลายเซลล์พบเป็นจำนวนมากในระบบเอเอสประเภทที่มีการย่อยสลายสารอินทรีย์อย่างสมบูรณ์ (อายุสลัดจ์สูงและค่า F/M ต่ำ) โรติเฟอร์สามารถใช้ของแข็งแขวนลอยที่เป็นส่วนที่แตกออกจากสลัดจ์เป็นอาหารและเป็นตัวชี้วัดว่าของระบบเอเอสอยู่ในสภาพที่มีสารอินทรีย์เหลืออยู่น้อย ทั้งสองชนิดช่วยทำให้น้ำล้นถังตกตะกอนใส นอกจากนี้พบว่าโปรโตซัวบางชนิดเป็นเชื้อโรค เช่น *Endamoeba histolytica* พบได้ในระบบท่อน้ำประปาในบางประเทศ

3) ไวรัส (Virus) เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่สุด ไม่มีลักษณะเป็นเซลล์ มีชีวิตแบบปรสิต โดยเชื้อไวรัสก่อให้เกิดโรคด้วยการแพร่ระบาดทางน้ำ ได้แก่ โปลิโอ ไวรัสตับอักเสบ เป็นต้น เนื่องจากไวรัสมีขนาดเล็กและลักษณะการเจริญเติบโตที่ต้องการ host จึงทำให้หลุดลอดจากการฆ่าเชื้อโรคได้ง่าย และการตรวจสอบไวรัสทำได้ยาก

4) แบคทีเรียชี้วัด (Indicator bacteria) ในการควบคุมการแพร่กระจายของเชื้อโรคในน้ำทิ้งควรตรวจสอบว่าในน้ำมีเชื้อโรคหรือไม่ แต่การวิเคราะห์หาแบคทีเรียที่เป็นเชื้อโรคมีอันตรายและยุ่งยาก แบคทีเรียที่เป็นเชื้อโรคเพาะเลี้ยงได้ยากกว่าแบคทีเรียทั่วไป จึงทำให้วิธีการตรวจสอบแบคทีเรียแบบปกติไม่สามารถทำได้ และพบว่ากลุ่มของแบคทีเรียที่มีจุดต้นกำเนิดมาจากทางเดินอาหารสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดการปนเปื้อนของอุจจาระหรือการคงอยู่ของเชื้อโรคได้ เรียกว่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform bacteria) จึงใช้วิธีการตรวจหาโคลิฟอร์มแบคทีเรียแทน

โคลิฟอร์มแบคทีเรียอยู่ในแฟมมิลี *Enterobactoriaceae* ซึ่งได้แก่ *Escherichia* และ *Aerobactor* แต่เดิมคิดว่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดมีต้นกำเนิดมาจากอุจจาระทั้งหมด แต่พบว่า *Aerobactor* และ *Escherichia* บางชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ในดิน ดังนั้นการพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำจึงไม่ได้หมายความว่าเกิดการปนเปื้อนจากอุจจาระทั้งหมด จึงได้มีความพยายามในการแยกความแตกต่างระหว่างโคลิฟอร์มที่มาจากอุจจาระหรือฟีคัลโคลิฟอร์ม (Fecal coliform) และโคลิฟอร์มที่ไม่ได้มาจากอุจจาระ และมีข้อสรุปว่า *Escherichia coli (E. coli)* ทั้งหมดเป็นฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *Escherichia* บางชนิดและ *Aerobactor* มีต้นกำเนิดมาจากดิน ในการควบคุมความสะอาดของน้ำจึงวิเคราะห์หาโคลิฟอร์มทั้งหมดคือโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์มรวมกัน เนื่องจากวงจรชีวิตของพยาธิส่วนหนึ่งจะอาศัยอยู่ในดิน

บทที่ 2

ระบบบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาล

ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลมีหน้าที่ในการป้องกันสุขอนามัยและสภาพแวดล้อมของชุมชน จะเกิดขึ้นจากน้ำเสียของโรงพยาบาล เนื่องจากน้ำเสียที่เกิดขึ้นมีปริมาณมากและในน้ำเสียยังประกอบด้วยสารอินทรีย์ ยาปฏิชีวนะและเชื้อโรค น้ำเสียที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ จะไหลลงสู่ท่อรวบรวมน้ำเสียแล้วจะถูกส่งเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลเพื่อบำบัดให้ได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งของกรมทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคเพื่อให้ได้ตามข้อกำหนดของกรมอนามัยก่อนระบายออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะ องค์ประกอบของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลประกอบด้วยระบบท่อรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสีย

2.1 ระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย

ท่อรวบรวมน้ำเสียถูกออกแบบให้น้ำเสียไหลตามแรงโน้มถ่วงของโลก จึงต้องวางท่อรวบรวมน้ำเสียให้มีความลาดเอียง ขนาดของท่อรวบรวมน้ำเสียที่ใช้จะขึ้นกับอัตราไหลของน้ำเสียที่รองรับ

2.1.1 ท่อรวบรวมน้ำเสีย

1) ประเภทของระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย

ระบบท่อรวบรวมน้ำเสียแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

1.1) ระบบท่อรวม (Combines sewer system) เป็นระบบท่อเดียวที่รวบรวมทั้งน้ำฝนและน้ำเสียภายในท่อเดียวกัน ในช่วงที่ไม่มีฝนระบบท่อจะรวบรวมน้ำเสียทั้งหมดไปยังระบบบำบัดน้ำเสีย ส่วนในช่วงที่ฝนตกทั้งน้ำฝนและน้ำเสียจะถูกรวบรวมและส่งเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย เมื่อมีน้ำฝนเข้าระบบท่อจำนวนมากเกินไปส่วนหนึ่งของน้ำฝนที่มีน้ำเสียเจือปนจะล้นออกจากระบบท่อผ่านบ่อผันน้ำเสีย ระบบท่อรวมเป็นระบบท่อที่ใช้ในเขตพื้นที่เทศบาลในประเทศไทยและไม่ใช้ในโรงพยาบาล

1.2) ระบบท่อแยก (Separated sewer system) เป็นระบบท่อที่ประกอบด้วยท่อ 2 ชนิด ได้แก่ ท่อรวบรวมน้ำเสียและท่อระบายน้ำฝน ระบบท่อระบายน้ำฝนทำหน้าที่ระบายน้ำฝนออกจากพื้นที่โดยรอบโรงพยาบาล อาจใช้เป็นรางระบายน้ำร่วมกับท่อระบายน้ำ ส่วนระบบท่อรวบรวมน้ำเสียทำหน้าที่รวบรวมเฉพาะน้ำเสียส่งไปยังระบบบำบัดน้ำเสีย ทั้งท่อรวบรวมน้ำเสียและท่อระบายน้ำฝนจะต้องถูกออกแบบและก่อสร้างให้มีความลาดเอียงเพียงพอเพื่อให้น้ำไหลออกจากพื้นที่และไม่มีน้ำท่วมขังภายในท่อหรือบ่อตรวจ และไม่เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของยุง

2) ชนิดของท่อรวบรวมน้ำเสีย ท่อรวบรวมน้ำเสียแบ่งประเภทตามการใช้งานได้ดังแสดงในตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 ประเภทของท่อรวบรวมน้ำเสีย

ชนิดของท่อ	หน้าที่
ท่อจากอาคาร (Building sewer)	ท่อระบายน้ำเสียจากอาคารเป็นท่อที่ใช้ต่อจากอาคารของโรงพยาบาลเพื่อลำเลียงน้ำเสียจากอาคารซึ่งปกติมีขนาด 4 นิ้วมาสู่ท่อแขนง ซึ่งมีท่อขนาด 150 มม. หรือ 6 นิ้ว
ท่อแขนง (Lateral sewer)	ท่อแขนงทำหน้าที่ลำเลียงน้ำเสียจากอาคาร หอพักหรือบ้านพักมาสู่ท่อระบายหลัก ปกติใช้ท่อขนาดตั้งแต่ 150 มม. หรือ 6 นิ้วขึ้นไป ขึ้นกับอัตราไหลของน้ำเสียที่รองรับ
ท่อหลัก (Main sewer)	ท่อหลักใช้ในการลำเลียงน้ำเสียจากท่อรอง หรือท่อแขนง เข้าระบบบำบัดน้ำเสีย ใช้ท่อที่มีขนาดตั้งแต่ 150 มม. หรือ 6 นิ้ว ขึ้นไป ขึ้นกับอัตราไหลของน้ำเสียที่รองรับ
ท่อหลักความดัน (Force main)	ท่อความดัน เป็นท่อที่ต่อจากบ่อสูบน้ำเสียไปยังจุดรับน้ำเสีย โดยอาศัยแรงดันจากเครื่องสูบน้ำ

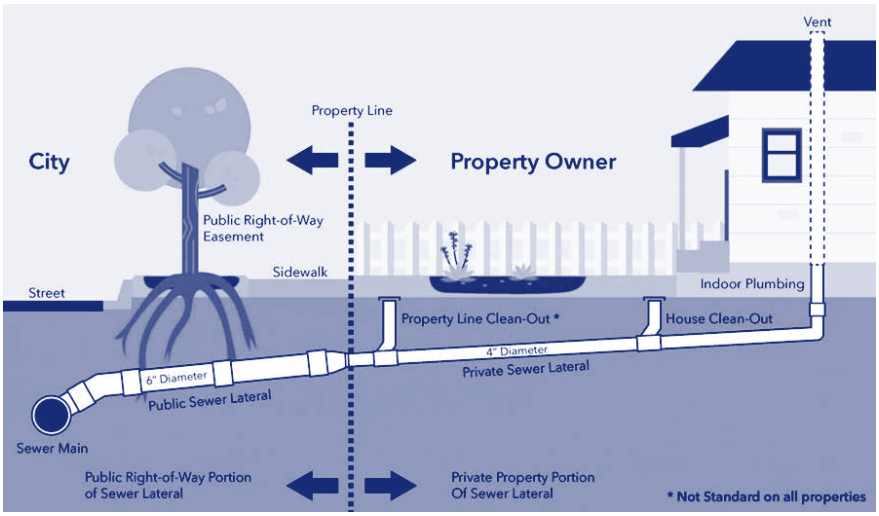
ที่มา: [8]

3) ขนาดของท่อและความลาดเอียง ขนาดของท่อรวบรวมน้ำเสียที่ใช้จะต้องใหญ่เพียงพอเพื่อป้องกันการอุดตันจากขยะ เศษใบไม้และสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ ปกติท่อระบายน้ำเสียจากห้องน้ำของอาคารมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว (100 มิลลิเมตร) และท่อแขนงเชื่อมท่อจากอาคารควรมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว (150 มิลลิเมตร) สำหรับท่อระบายหลักอาจมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 หรือ 8 นิ้ว (200 มิลลิเมตร) ขึ้นกับอัตราไหลของน้ำเสียที่รองรับ ดังแสดงในรูปที่ 2-1

ท่อรวบรวมน้ำเสียจะต้องถูกวางให้มีความลาดเพียงพอเพื่อให้น้ำในท่อไหลตามแรงโน้มถ่วงของโลกด้วยความเร็วมากกว่า 0.6 เมตร/วินาที (ความเร็วต่ำสุด) เพื่อชะล้างตะกอนสารอินทรีย์และไม่ให้มีการสะสมของตะกอนสารอินทรีย์ในท่อ เพื่อป้องกันปัญหาเรื่องกลิ่นที่อาจจะเกิดขึ้น ความลาดชันนี้เรียกว่าความลาดต่ำสุด และความลาดต่ำสุดของท่อ 6 นิ้ว มีเท่ากับ 0.005 หรือ 1/200 หมายความว่าทุกระยะของการวางท่อยาว 200 เมตรปลายท่อจะอยู่ต่ำกว่าต้นท่อ 1 เมตร สำหรับท่อขนาด 8 นิ้ว ความลาดชันต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 0.0044 [8] ส่วนความเร็วสูงสุดของการไหลของน้ำเสียต้องไม่เกิน 3 ม./วินาที เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายกับท่อ ดังนั้นการท่อรวมรวมน้ำเสียจะต้องไม่ลาดเอียงจนเกินไป

4) ความลึกของการวางท่อ ท่อรวบรวมน้ำเสียจากอาคารควรจะต้องถูกวางที่ระดับความลึกต่ำกว่าอาคารเพียงพอเพื่อให้น้ำเสียไหลได้สะดวก ความลึกต่ำสุดของการวางท่อโดยให้มีดินคลุมหลังท่อไม่น้อยกว่า 0.3 - 0.45 เมตร อาจพิจารณาวางท่อที่ระดับต่ำกว่านี้โดยพิจารณาแรงกดจากน้ำหนักดินและจากการสัญจรเหนือท่อเพื่อไม่ให้ท่อแตกหักเสียหาย ควรวางท่อรวบรวมน้ำเสียให้ต่ำกว่าท่อประปา และความลึกสูงสุดของการวางท่อด้วยวิธีเปิดหน้าดินควรลึกไม่เกิน 4 ถึง 7 เมตรขึ้นกับลักษณะของชั้นดิน เนื่องจากความลึกมากจะทำให้งบประมาณการก่อสร้างสูงและยากต่อการก่อสร้าง ในกรณีนี้ควรพิจารณาก่อสร้างสถานีสูบน้ำเสียเพื่อยกระดับน้ำเสียแทนการขุดเปิดหน้าดิน

5) ท่อหลักความดัน ท่อหลักความดันเป็นท่อที่ต่อจากเครื่องสูบน้ำที่ติดตั้งในบ่อสูบไปยังจุดรับน้ำหรือไปยังระบบบำบัดน้ำเสียโดยอาศัยความดันจากเครื่องสูบน้ำ การวางท่อหลักความดันให้ขนานไปตามความลาดเอียงของพื้น จะต้องเลือกขนาดท่อให้เหมาะกับอัตราการสูบน้ำเสีย เพื่อให้ได้ความเร็วของการไหลของน้ำในท่อไม่ต่ำกว่า 0.6 เมตร/วินาที และความเร็วสูงสุดไม่เกิน 3.0 เมตร/วินาทีเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายกับท่อ



รูปที่ 2-1 ขนาดท่อน้ำทิ้งของอาคารและท่อรวบรวมน้ำเสียจากอาคาร [9]

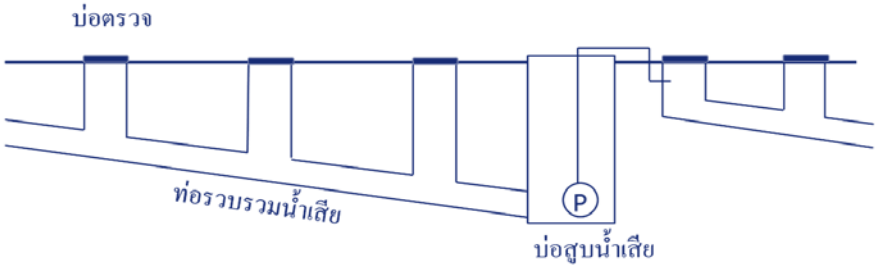
6) ชนิดวัสดุท่อและการใช้งานของท่อ ชนิดของท่อที่นิยมใช้ในระบบรวมรวมน้ำเสียและลักษณะการใช้งานแสดงในตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 ชนิดของวัสดุท่อและลักษณะการใช้งานท่อในระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย

ชนิดของวัสดุท่อ	ลักษณะการใช้งาน
ท่อซีเมนต์ใยหิน	น้ำหนักเบา ติดตั้งง่าย รับแรงกดทับได้ไม่ดี ทำให้แตกหักเมื่อเกิดดินทรุด ใช้เป็นท่อรวบรวมน้ำเสียของโรงพยาบาลหลายแห่งที่ก่อสร้างมานาน
ท่อคอนกรีต	ใช้กันแพร่หลายสำหรับงานรวบรวมน้ำเสียและระบายน้ำฝนของเทศบาล
ท่อพีวีซี (PVC)	ท่อพลาสติก น้ำหนักเบา รับแรงกดทับได้ดีพอใช้ ผิวเรียบและทนการกัดกร่อนได้ดี ใช้เป็นท่อหลักความดันได้ มีราคาแพง
ท่อเอชดีพีอี (HDPE)	ท่อพลาสติก น้ำหนักเบา รับแรงกดทับได้ดีพอใช้ ผิวเรียบทนการกัดกร่อนได้ดี ใช้เป็นท่อหลักความดันได้ ยืดหยุ่น มีราคาแพงมาก

ที่มา: [8]

2.1.2 บ่อสูบน้ำเสีย (Pump station) ปกติน้ำเสียจะไหลในท่อรวบรวมน้ำเสียด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก แต่ในบางพื้นที่ที่มีสภาพไม่เหมาะสม เช่น ระดับพื้นดินของท่อรวบรวมน้ำเสียอยู่ต่ำกว่าระดับพื้นดินของระบบบำบัดน้ำเสีย หรือระบบบำบัดน้ำเสียอยู่ไกลจึงต้องวางท่อเป็นระยะทางไกลทำให้ต้องวางท่อที่ระดับความลึกมากเกินไป ส่งผลให้ทำการก่อสร้างได้ยากหรือมีต้นทุนสูงเกินไป ในสภาพพื้นที่แบบนี้การสร้างบ่อสูบน้ำเสียเพื่อยกระดับน้ำเสียอาจมีต้นทุนถูกกว่า นอกจากนี้บ่อสูบน้ำเสียยังใช้สำหรับสูบน้ำเสียที่รวบรวมได้ในบ่อพักเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียดังแสดงในรูปที่ 2-2

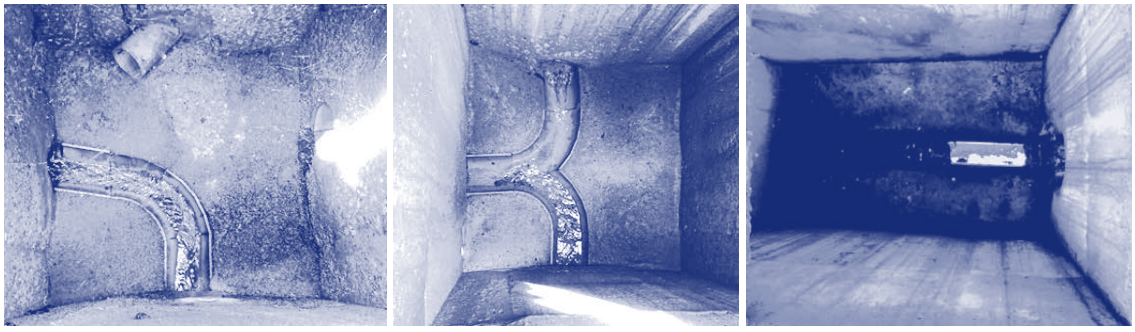


รูปที่ 2-2 ท่อรวบรวมน้ำเสียและบ่อสูบน้ำเสีย

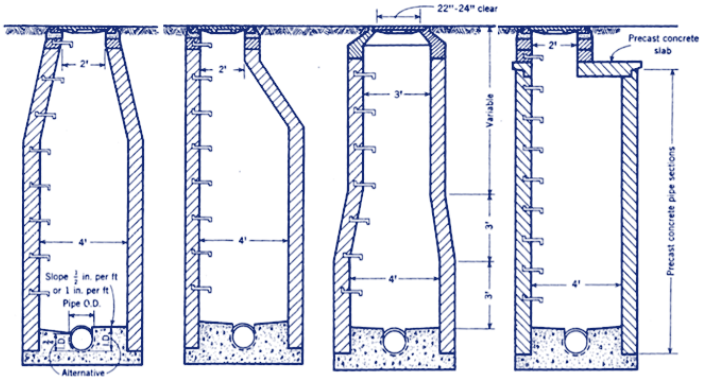
2.1.3 บ่อตรวจ (Manhole)

1) หน้าที่และวัตถุประสงค์ได้แก่ (1) ใช้เป็นจุดบรรจบของท่อจากอาคารและท่อรวบรวมน้ำเสีย (2) ใช้เป็นจุดเชื่อมต่อท่อในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงขนาดของท่อ มีการเปลี่ยนแปลงความลาดชันและความลึกของท่อและมีการเปลี่ยนทิศทางการไหลของน้ำเสีย (3) ใช้เป็นจุดบรรจบระหว่างท่อหลักความดันและท่อน้ำเสียปกติ

2) รูปร่างของบ่อตรวจ บ่อตรวจมีใช้ทั้งแบบสี่เหลี่ยมและทรงกลม บ่อตรวจทรงกลมรับแรงกดได้ดีกว่าและสามารถเชื่อมท่อได้ทุกทิศทาง ก้นบ่อตรวจควรทำเป็นรางโค้งรูปตัวยูเพื่อลดแรงเสียดทานและทำให้น้ำเสียไหลได้อย่างสม่ำเสมอ ในบ่อตรวจที่เปลี่ยนทิศทางการไหลความสูงของรางโค้งควรเท่ากับ 75% ของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อรวบรวมน้ำเสีย (รูปที่ 2-3) พื้นบ่อควรมีความลาดเอียงประมาณ 4 - 8% รูปที่ 2-4 แสดงบ่อตรวจแบบต่าง ๆ สำหรับท่อรวบรวมน้ำเสียขนาดเล็ก



รูปที่ 2-3 รูปแบบการต่อเชื่อมท่อในบ่อตรวจ



รูปที่ 2-4 บ่อตรวจสำหรับท่อรวบรวมน้ำเสียขนาดเล็ก [10]

3) ขนาดของบ่อตรวจ ในประเทศสหรัฐอเมริกานิยมใช้บ่อตรวจทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1.2 ม. สำหรับท่อรวบรวมน้ำเสียขนาดเล็กและก้นบ่อขนาดเท่าเส้นผ่านศูนย์กลาง เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถลงไปตรวจสอบและบำรุงรักษาที่ก้นท่อได้ แต่ในหลายประเทศอาจใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0 ม. เส้นผ่านศูนย์กลางอาจเท่ากันทั้งบ่อตรวจหรือเรียวขึ้นด้านบนดังแสดงในรูปที่ 2-4 [10] ในบางพื้นที่ของโรงพยาบาลที่มีความลาดเอียงสูงอาจพบบ่อตรวจตื้นที่มีความลึกต่ำกว่า 1.5 ม. ซึ่งคนงานไม่สามารถเข้าไปทำงานได้ ในกรณีควรใช้ฝาปิดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่ประมาณ 0.75 - 0.9 ม. เพื่อช่วยให้สามารถทำงานได้สะดวก ถ้าเป็นไปได้ควรให้ทำการบำรุงรักษาจากด้านบน

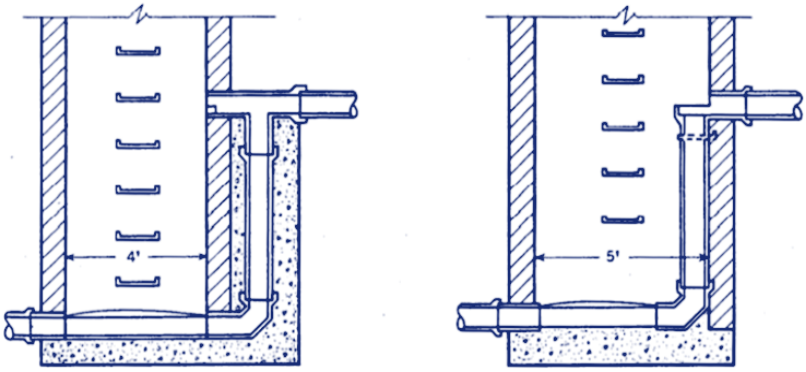
4) บันไดในบ่อตรวจ ภายในบ่อตรวจควรติดตั้งบันได ให้ติดกับผนังด้านใดด้านหนึ่งซึ่งตรงกับฝาปิดบ่อตรวจเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถลงไปทำงานได้สะดวก บันไดควรทำจากเหล็กไร้สนิมหรือวัสดุทนการกัดกร่อน ขนาดของบันไดไม่น้อยกว่า 30 ซม. และติดตั้งห่างกัน 30 - 40 ซม.

5) ฝาปิดบ่อตรวจ ฝาบ่อตรวจอาจเป็นคอนกรีตหรือโลหะและควรมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้ (1) มีขนาดใหญ่เพียงพอสำหรับการลงไปบำรุงรักษาและควรมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 0.6 ม. [10] (2) ต้องแข็งแรงรองรับแรงกดทับด้านบนได้ (3) กรณีที่ฝาท่ออยู่กลางถนนฝาท่อจะต้องปิดได้สนิทกับกรอบไม่เกิดเสียงรบกวน (4) ต้องสามารถเปิดได้ด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น ฝาซีเมนต์อาจติดตั้งเหล็กสำหรับยกฝาท่อแต่อาจต้องเปลี่ยนเป็นครั้งคราวจากการผุกร่อนของเหล็ก หรือมีรูเปิดกลางฝาท่อสำหรับสอดอุปกรณ์ช่วยเปิดดังแสดงในรูปที่ 2-5 และรูปที่ 2-6 (5) มีน้ำหนักมากเพียงพอเพื่อป้องกันบุคคลอื่นหรือเด็กมาเปิด (6) รอยต่อระหว่างฝาท่อและกรอบต้องป้องกันการไหลข้าวของน้ำฝน และฝุ่นผง สำหรับฝาท่อบริเวณที่มีน้ำท่วมขังอาจพิจารณายกขอบฝาท่อขึ้นเหนือระดับน้ำท่วม

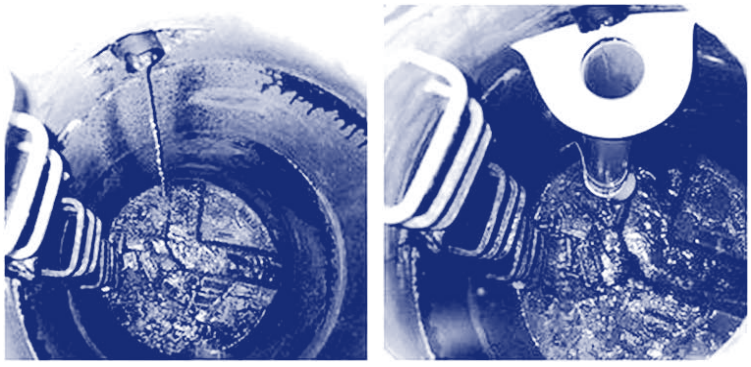
รูปที่ 2-5 ฝาบ่อตรวจแบบต่าง ๆ

รูปที่ 2-6 อุปกรณ์เปิดฝาบ่อตรวจแบบต่าง ๆ

6) บ่อตรวจลดระดับ (Drop manhole) ใช้ในพื้นที่ที่มีความลาดเอียงมากทำให้การวางท่อตามความลาดเอียงถึงก้นบ่ออาจมีความลาดเอียงมากเกินไป และใช้กรณีที่มีท่อน้ำเสียต่อเข้าบ่อตรวจที่ระดับความสูงมากกว่า 0.6 ม. จากก้นบ่อ [10] โดยติดตั้งท่อพีวีซีตรงด้านในหรือด้านนอกบ่อตรวจและให้น้ำเสียไหลผ่านลงสู่ก้นบ่อเพื่อเป็นการลดระดับน้ำดังแสดงในรูปที่ 2-7 และรูปที่ 2-8 ซึ่งจะช่วยป้องกันการไหลกระแทกของน้ำเสียที่มีความสูงมากจนเกิดการกัดกร่อน และป้องกันน้ำเสียไหลถูกผู้ปฏิบัติงานที่ลงไปตรวจสอบในบ่อ



รูปที่ 2-7 บ่อตรวจลดระดับ



(ก) **(ข)**

รูปที่ 2-8 บ่อตรวจลดระดับ (ก) ก่อนติดตั้งท่อตรง (ข) หลังติดตั้งท่อตรง

2.1.4 การวางผังระบบท่อ

ในการแผนวางก่อสร้างท่อรวบรวมน้ำเสียใหม่ของโรงพยาบาล มีข้อพิจารณาดังต่อไปนี้

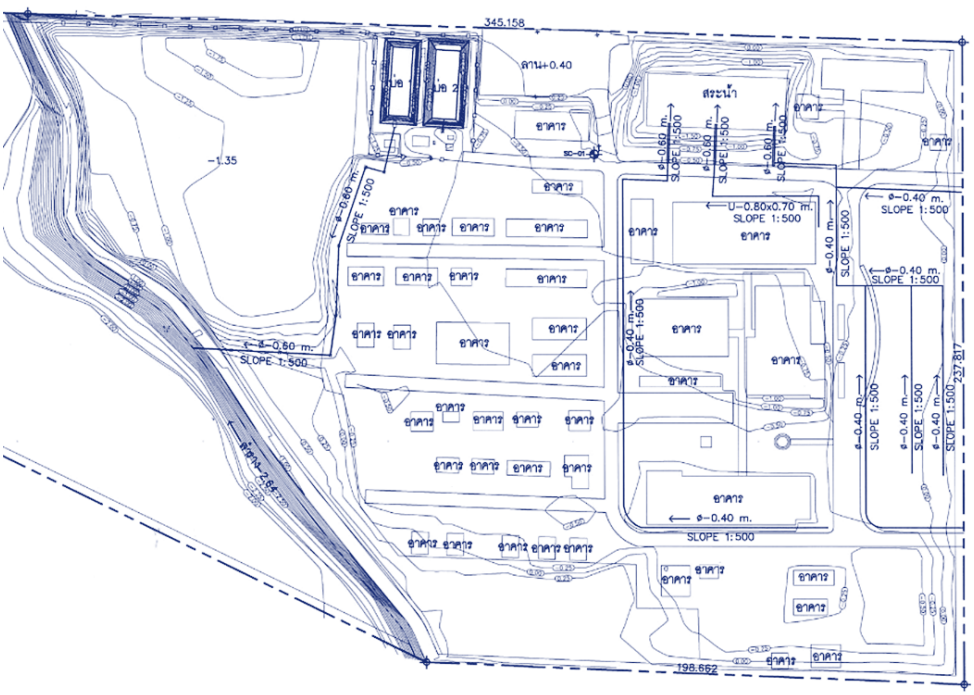
1) โรงพยาบาลควรมีผังบริเวณหรือ Master plan ที่กำหนดตำแหน่งของอาคาร สิ่งปลูกสร้างและถนนทั้งหมดที่โรงพยาบาลจะก่อสร้างในอนาคต ในกรณีที่โรงพยาบาลยังไม่ได้จัดทำ Master plan อาจจัดทำแบบแปลนของโรงพยาบาลที่มีตำแหน่งของอาคารและสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ รวมทั้งถนนหลักและกำหนดพื้นที่ที่จะทำการก่อสร้างอาคารในอนาคตไว้ในแบบนี้ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดเส้นทางการวางแนวท่อหลักและแนวท่อรอง และหลีกเลี่ยงการสร้างสิ่งปลูกสร้างทับแนวท่อรวบรวมน้ำเสียในอนาคต ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการถ่ายเทน้ำเสียเข้าระบบบำบัด

2) จัดทำแบบแปลนสำรวจทางภูมิศาสตร์ที่แสดงตำแหน่งของอาคาร สิ่งปลูกสร้างและถนนที่มีอยู่ในเขตพื้นที่โรงพยาบาล และแสดงระบบสาธารณูปโภคที่มีอยู่ เช่น ท่อจากอาคาร ท่อระบายน้ำฝน ท่อรวบรวมน้ำเสีย และท่อประปา เป็นต้น

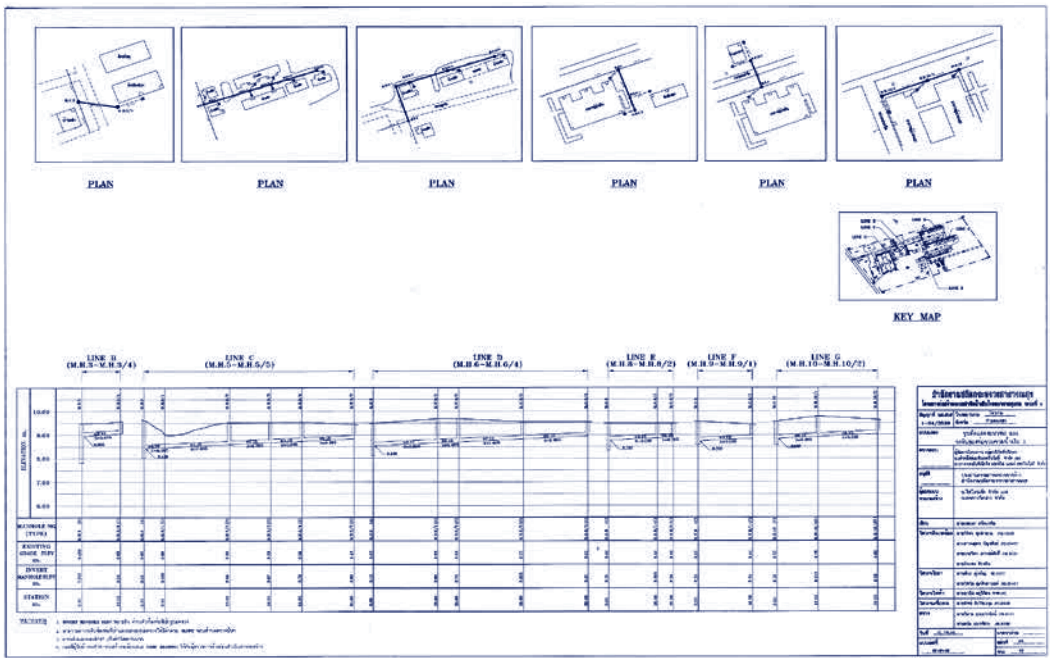
3) แบบแปลนแสดงเส้นระดับความสูง (Contour) ของพื้นที่ (รูปที่ 2-9) แบบแปลนควรมีมาตรส่วนที่เหมาะสมเพื่อให้สามารถวางแนวท่อแม่นยำ เส้นความสูงควรมีระยะห่างกันไม่เกิน 0.5 ม.

4) จัดทำแบบแปลนการวางผังระบบท่อรวบรวมน้ำเสียที่ครอบคลุมทั่วทุกแหล่งกำเนิดน้ำเสียจากอาคาร สิ่งปลูกสร้างรวมทั้งหอพักและบ้านพักของบุคลากรทางการแพทย์ โดยไม่มีการติดตั้งถังบำบัดสำเร็จรูป ในแบบแปลนควรกำหนดจุดทางออกของน้ำเสียจากอาคาร สิ่งปลูกสร้างและบ่อตรวจที่ใช้เชื่อมท่อจากอาคารเข้าสู่ท่อแขนง กำหนดแนวท่อรวบรวมน้ำเสียหลักที่รวบรวมน้ำเสียจากท่อแขนงของกลุ่มอาคารไปยังระบบบำบัดน้ำเสีย แบบแปลนการวางผังระบบท่อจะต้องแสดงตำแหน่งองค์ประกอบต่าง ๆ อย่างชัดเจน ได้แก่ ท่อระบายหลัก ท่อระบายรอง จุดเชื่อมท่อจากอาคาร บ่อตรวจ สถานีสูบน้ำเสียแนวท่อควรมีระยะสั้นที่สุดและเป็นแนวท่อที่ไม่ต้องการบ่อสูบน้ำเสียหรือใช้น้อยที่สุด

5) ควรวางแนวท่อน้ำเสียหลักไว้ข้างถนนหลักของโรงพยาบาล เพื่อหลีกเลี่ยงการก่อสร้างอาคารหรือสิ่งปลูกสร้างใหม่ทับแนวท่อ ควรหลีกเลี่ยงการวางท่อน้ำเสียในบริเวณเดียวกับแนวท่อน้ำประปา ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ ควรวางท่อน้ำเสียให้อยู่ต่ำกว่าท่อประปาและวางท่อประปาให้อยู่ห่างจากท่อรวบรวมน้ำเสีย เพื่อหลีกเลี่ยงในกรณีเกิดการรั่วซึมและระดับความลึกของบ่อตรวจตามแนวเส้นท่อที่ระบุไว้ในแผนที่ (รูปที่ 2-10) ระดับความลึกของท่อจะต้องลาดเอียงไปตามพื้นดินเพื่อให้น้ำเสียไหลในท่อด้วยความเร็วไม่ต่ำกว่า 0.6 ม./วินาที และไม่สูงกว่า 3.0 ม./วินาที



รูปที่ 2-9 ตัวอย่างแบบแปลนแสดงเส้นระดับความสูงของพื้นที่โรงพยาบาล



รูปที่ 2-10 รูปตัดของการวางท่อ : แผนที่แนวท่อและระดับความลาดเอียงของพื้นดินและระดับความลึกของการวางท่อตามแนวท่อ

2.1.6 การตรวจรับงานระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย

วัตถุประสงค์ของการดำเนินงานและบำรุงรักษาระบบท่อรวบรวมน้ำเสียคือ ทำให้น้ำเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นในโรงพยาบาลทั้งจากอาคารรักษาผู้ป่วยและจากที่พักอาศัยของบุคลากรทางการแพทย์ถูกรวบรวมเข้าระบบท่อรวบรวมน้ำเสียและไหลไปยังระบบบำบัดน้ำเสียได้อย่างต่อเนื่อง ไม่เกิดปัญหาท่ออุดตันและไม่มีน้ำฝนไหลเข้าระบบท่อรวบรวม ภายในบ่อตรวจจะต้องไม่มีน้ำเสียตกค้างในท่อเพราะอาจส่งกลิ่นเหม็นและทำให้ท่ออุดตันได้ในภายหลัง ดังนั้นสำหรับการตรวจรับงานระบบท่อรวบรวมน้ำเสียที่ก่อสร้างใหม่ จะต้องทำการตรวจสอบเพื่อยืนยันความสมบูรณ์และถูกต้องของการก่อสร้างดังต่อไปนี้

1) ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบแบบแปลนก่อสร้างจริง (As-built drawing) ให้กับโรงพยาบาล ในแบบจะต้องระบุตำแหน่งของบ่อตรวจ ขนาดและวัสดุก่อสร้างของบ่อตรวจและฝาบ่อ แสดงตำแหน่งแนวท่อรวบรวมน้ำเสียหลัก แนวท่อรวบรวมน้ำเสียรองและจุดเชื่อมต่อท่อน้ำเสียจากอาคารทั้งหมดเข้าระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย รวมทั้งรูปตัดแสดงความลึกและความลาดเอียงของแนวท่อทั้งหมด

2) ตรวจสอบจำนวน ตำแหน่งและความสมบูรณ์ของบ่อตรวจจะต้องตรงตามแบบ จะต้องเปิดฝาบ่อตรวจด้วยอุปกรณ์ที่เหมาะสมที่ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาให้ ตรวจสอบการก่อสร้างภายในบ่อตรวจทุกบ่อและจะต้องไม่มีจุดแตกหักรั่วไหล ตรวจสอบขนาดและความหนาบ่อตรวจ รวมทั้งความลึกของท่อรูปตัวยูที่ก้นบ่อในแนวท่อรวบรวมน้ำเสีย ซึ่งความลึกของก้นบ่อตรวจหลายบ่อในแนวท่อรวบรวมจะแสดงความลาดเอียงของการวางท่อ

3) ตรวจสอบตำแหน่งและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อรวบรวมน้ำเสียหลัก ท่อรวบรวมน้ำเสียรองท่อจากอาคารแนวท่อรวบรวมน้ำเสียหลัก แนวท่อรวบรวมน้ำเสียรอง จุดเชื่อมต่อท่อน้ำเสียจากอาคารทั้งหมด รวมทั้งสถานีสูบ (ถ้ามี) จะต้องก่อสร้างได้สมบูรณ์ตรงตามแบบ

4) ท่อรวบรวมน้ำเสียทั้งหมดจะต้องปราศจากขยะ ดิน กรวดทรายหรือเศษหิน หรือวัสดุอื่นใดที่จะขัดขวางการไหลของน้ำเสีย ควรทดสอบการไหลของน้ำด้วยน้ำและสังเกตการณ์ไหลของน้ำที่บ่อตรวจ

5) น้ำเสียจากโรงครัวและร้านอาหารภายในโรงพยาบาลจะต้องผ่านถังหรือบ่อดักไขมันก่อนระบายน้ำเสียเข้าสู่ท่อรวบรวมน้ำเสีย และจะต้องกำจัดน้ำมันและไขมันออกจากถังดักไขมันอย่างสม่ำเสมอ

6) สำหรับโรงพยาบาลที่ก่อสร้างระบบท่อรวบรวมน้ำเสียใหม่ และโรงพยาบาลมีระบบบำบัดน้ำเสียส่วนกลางแล้ว ควรยกเลิกการใช้ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปทั้งหมด และต่อท่อน้ำเสียจากอาคารเข้าระบบท่อรวบรวมน้ำเสียโดยตรง

7) ติดตั้งท่อคลีนเอ้าท์ (Cleanout) อย่างน้อย 1 ท่อในช่วงความยาวของน้ำเสียจากอาคารที่ต่อเข้าระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย ติดตั้งท่อคลีนเอ้าท์ด้วยข้อต่อสามทางที่ยกปลายท่อขึ้นเหนือพื้นดินและปิดด้วยฝาเกลียวโลหะ เช่น ทองเหลือง ที่สามารถเปิดเพื่อทำความสะอาดได้ในอนาคตเมื่อท่อเกิดการอุดตัน ควรติดตั้งในตำแหน่งที่เข้าถึงได้สะดวกและไม่ขัดขวางการสัญจร

2.2 ระบบบำบัดน้ำเสีย

วัตถุประสงค์ของระบบบำบัดน้ำเสียได้แก่ (1) กำจัดของแข็งแขวนลอยและของแข็งลอยน้ำ (2) กำจัดสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ (3) กำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัส และ (4) กำจัดเชื้อโรค สารพิษและสารที่ไม่ต้องการออกจากน้ำเสีย แม้ว่าคุณภาพของน้ำทิ้งจะถูกกำหนดให้มีค่าคงที่ แต่อัตราไหลของน้ำเสียและคุณภาพของน้ำเสียมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตามช่วงเวลาในแต่ละวันและฤดูกาล และการเปลี่ยนแปลงยังเกิดขึ้นจากจำนวนเตียงของโรงพยาบาลที่เพิ่มขึ้นและจากจำนวนผู้ป่วยและผู้ติดตามที่มาใช้บริการที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นสุขอนามัยและสภาพแวดล้อมของชุมชนจึงขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้ปฏิบัติงานในการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียและการแก้ไขปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น ผู้ปฏิบัติงานและผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียจึงต้องมีความรู้ ความเข้าใจ รวมถึงสามารถดูแลและควบคุมทุกองค์ประกอบของระบบบำบัดน้ำเสียอย่างถูกต้อง เพื่อให้บำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 2-11 ได้แก่

1) ระบบบำบัดขั้นต้น เป็นขั้นตอนการเตรียมคุณภาพน้ำเสียให้เหมาะสำหรับการบำบัดทางชีวภาพ น้ำมันและไขมันจะต้องถูกกำจัดตั้งแต่ต้นทางด้วยถังดักไขมัน ของแข็งขนาดใหญ่จะต้องถูกกำจัดด้วยตะแกรง อาจมีการใช้ถังปรับเสมอเพื่อช่วยในการปรับอัตราไหลและความเข้มข้นของน้ำเสียที่ไหลเข้าระบบบำบัดน้ำเสียในแต่ละชั่วโมงให้มีค่าใกล้เคียงกัน

2) ระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่สอง เป็นขั้นตอนของการเปลี่ยนสารอินทรีย์ทั้งที่อยู่ในรูปของสารละลายและสารแขวนลอยให้อยู่ในรูปของมวลชีวภาพที่สามารถกำจัดได้ด้วยการตกตะกอน และต้องสามารถลดความเข้มข้นของ BOD_5 ในน้ำเสียจาก 50 - 250 มก./ล. หรือมากกว่าให้เหลือค่า BOD_5 ในน้ำทิ้งเพียง 5 - 15 มก./ล. ระบบบำบัดขั้นที่สองส่วนใหญ่ประกอบด้วยระบบบำบัดทางชีวภาพ ถังตกตะกอน และระบบบำบัดสลัดจ์

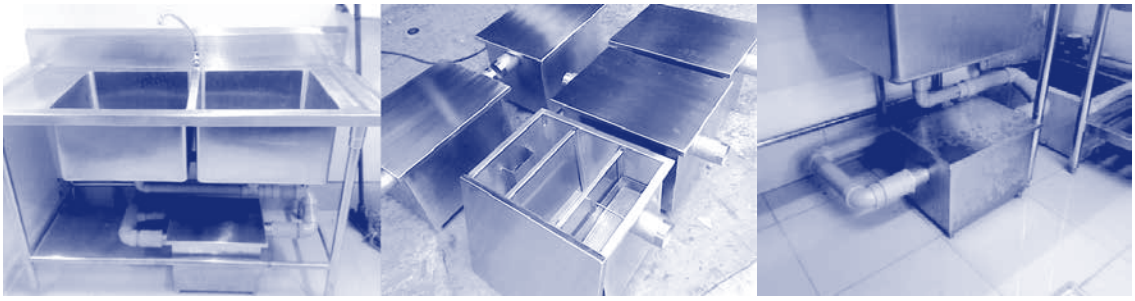
3) ระบบบำบัดขั้นที่สาม โดยปกติแล้วระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่สองเพียงพอที่จะทำให้น้ำทิ้งผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งของทางราชการทางด้านสารอินทรีย์และสารแขวนลอยแล้ว แต่สำหรับน้ำทิ้งของโรงพยาบาลยังมีข้อกำหนดของแบคทีเรียอีโคไลและไข่พยาธิ จึงต้องติดตั้งระบบการฆ่าเชื้อโรค หรือในกรณีที่ต้องการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่อาจต้องติดตั้งระบบกำจัดสารแขวนลอยด้วยการกรองเพิ่มเติม เป็นต้น

รูปที่ 2-11 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย

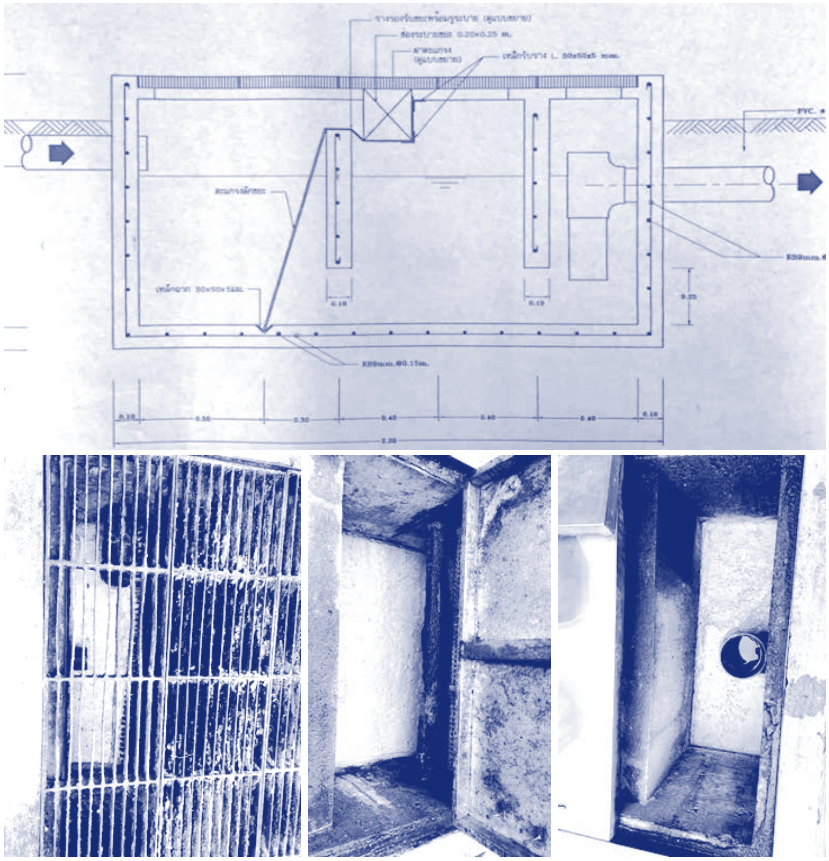
2.3 ระบบบำบัดน้ำเสียขั้นต้น

1) ถังดักไขมัน น้ำมันและไขมันพบในน้ำเสียจากห้องครัว ร้านอาหารและโรงอาหารที่ตั้งอยู่ในโรงพยาบาล น้ำมันและไขมันจะต้องถูกกำจัดออกจากน้ำเสียก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดแบบชีวภาพ เนื่องจากน้ำมันและไขมันจะไปเคลือบผนังด้านในของท่อและทำให้ท่อระบายน้ำจากห้องครัวอุดตันได้ นอกจากนี้น้ำมันและไขมันยังส่งผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ โดยจะไปเคลือบผนังเซลล์ของจุลินทรีย์และขัดขวางการถ่ายเทออกซิเจนและสารอื่น ๆ เข้าสู่เซลล์ การกำจัดน้ำมันและไขมันควรทำที่แหล่งกำเนิดน้ำเสียโดยการใช้บ่อดักไขมันหรือถังดักไขมัน บ่อดักไขมันและถังดักไขมันเป็นถังพักน้ำที่มีแผ่นกั้นขวางอยู่ตรงกลางและควรมีระยะเวลาเก็บกักน้ำอย่างน้อย 0.5 - 1.0 ชม. รูปที่ 2-12 แสดงถังดักไขมันสำหรับอ่างล้างจานที่มีก๊อกประหยัดน้ำที่มีอัตราไหลของน้ำประปาเท่ากับ 4 ลิตรต่อนาที ถ้าล้างจานต่อเนื่องเป็นเวลา 30 นาที และถังดักไขมันควรมีปริมาตรอย่างน้อย 70 - 120 ลิตร

ปกตินำ้มันและไขมันอิสระ (ไม่ใช่น้ำมันที่ผสมน้ำยาล้างจานแล้ว) มีความถ่วงจำเพาะน้อยกว่าน้ำ จึงลอยขึ้นผิวน้ำ ควรตักน้ำมันและไขมันออกและล้างถังดักไขมันเป็นประจำ สำหรับถังดักไขมันที่อยู่ในอาคารมีตะกร้าดักเศษอาหารเพื่อดักเศษอาหารก่อนตกลงในถังดักไขมัน ควรทำความสะอาดตัดไขมันและเศษอาหารทิ้งทุกวันเพื่อไม่ให้เกิดการบูดเน่าของเศษอาหาร ส่วนบ่อดักไขมันที่ติดตั้งนอกอาคารควรทำความสะอาดอย่างน้อยอาทิตย์ละ 1 ครั้ง ดังแสดงในรูปที่ 2-13 เป็นบ่อที่มีปริมาตร 1 ลบ.ม.ขึ้นไป ติดตั้งตะแกรงดักขยะในช่องแรก น้ำมันและไขมันจะลอยสะสมอยู่ในช่องแรกและช่องที่สอง ถ้าพบไขมันลอยอยู่ในช่องที่สามแสดงว่ามีน้ำมันและไขมันสะสมเป็นจำนวนมากในช่องที่สอง ควรปรับความถี่ในการตักไขมันออก และควรใช้ฝาปิดบ่อดักไขมันที่มีน้ำหนักเบาและสามารถเปิดออกได้สะดวก



รูปที่ 2-12 ถังดักไขมันติดตั้งใต้ที่ล้างจาน



รูปที่ 2-13 รูปตัดถังดักไขมันนอกอาคาร และ ไขมันและน้ำมันที่ดักไว้

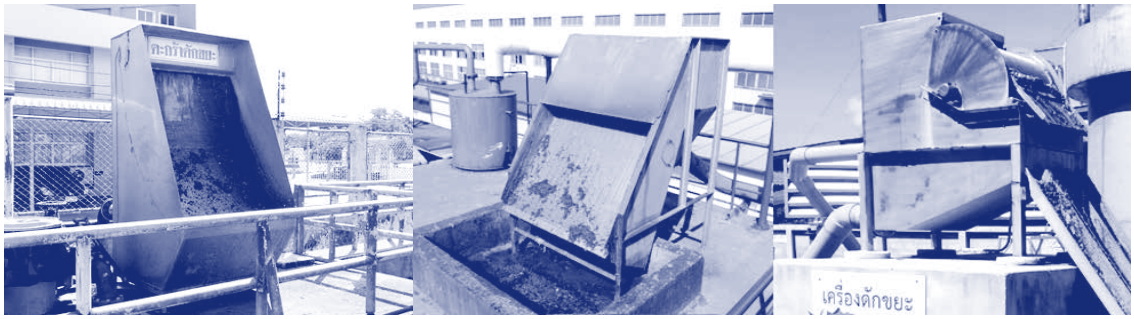
2) ตะแกรง ใช้สำหรับดักเศษขยะที่ลอยมากับน้ำเสีย เช่น เศษไม้ เศษกระดาษ เศษพลาสติก เป็นต้น เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับเครื่องสูบน้ำและการอุดตันภายในระบบท่อและวาล์ว ตะแกรงจึงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เป็นอันดับแรกในระบบบำบัดน้ำเสีย แบ่งตะแกรงออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ตะแกรงหยาบและตะแกรงละเอียด ปกติตะแกรงหยาบทำจากแท่งโลหะเรียงในแนวตั้งระยะห่างระหว่างเหล็กประมาณ 20 ถึง 75 ม.ม. ตั้งขวางช่องทางที่ให้น้ำเสียไหลผ่าน ตะแกรงจะถูกจัดวางในช่องสี่เหลี่ยมและติดตั้งให้เอียง 30-90 องศา ของแข็งที่มีขนาดใหญ่จะถูกดักอยู่ระหว่างช่องว่างของตะแกรง การกำจัดขยะส่วนนี้อาจทำได้โดยอาศัยแรงงานคน หรืออาจใช้เครื่องจักรกลช่วยทำความสะอาดแบบอัตโนมัติ

ที่บ่อสูบน้ำเสียของโรงพยาบาลหลายแห่งใช้ตะแกรงหยาบแบบตะกร้าที่ทำจากแผ่นสแตนเลสเจาะรูปิดครอบปลายท่อรวบรวมน้ำเสียที่บ่อสูบเพื่อดักขยะไม่ให้ไหลลงสู่บ่อสูบ ในบางพื้นที่ปลายท่ออยู่ระดับต่ำมาก ทำให้ต้องติดตั้งตะแกรงที่ระดับต่ำเพื่อครอบท่อ เนื่องจากตะแกรงปิดปากท่อไม่สนิทจึงจะต้องรักษาระดับน้ำในบ่อสูบไม่ให้ท่วมตะแกรงเพราะขยะอาจลอยหลุดลอดออกจากตะแกรงได้ ควรดึงตะแกรงดักขยะขึ้นมาเพื่อเอาขยะออกไปกำจัดวันละ 1 ครั้ง ดังแสดงในรูปที่ 2-14 (ก) ส่วนรูปที่ 2-14 (ข) และ (ค) แสดงตะแกรงดักขยะแบบหยาบไว้ดักขยะก่อนไหลลงในถังเติมอากาศ

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 2-14 ตะแกรงดักขยะแบบหยาบ (ก) ตะแกรงแบบตะกร้าสแตนเลส (ข) และ (ค) ตะแกรงหยาบ

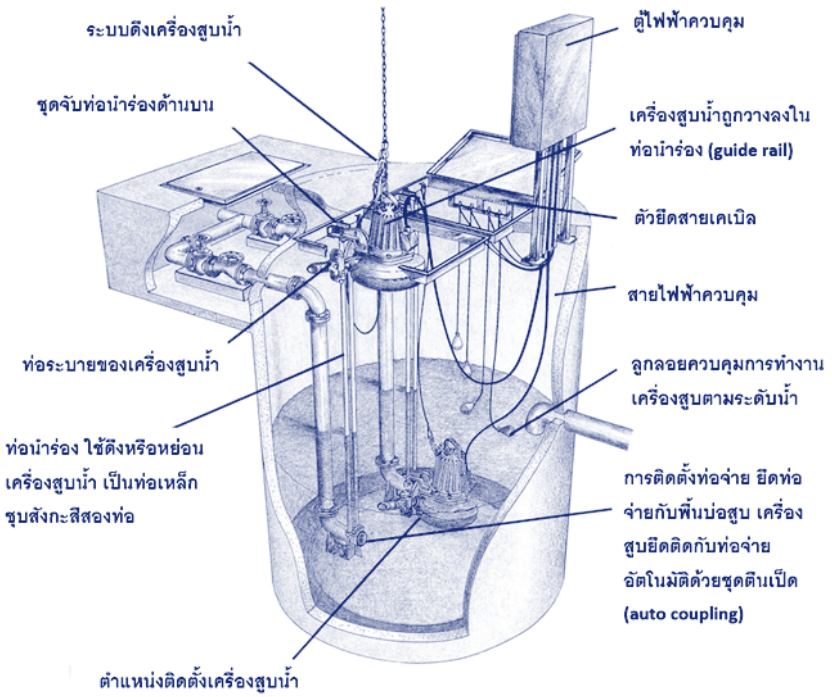
ในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลหลายแห่งติดตั้งตะแกรงแบบละเอียดที่ทำจากแผ่นโลหะเจาะรูหรือทำจากลวดที่ถักกันเป็นตารางขนาดเล็กที่ตั้งเอียงให้น้ำเสียไหลผ่าน ตะแกรงละเอียดมีช่องเปิดขนาด 2.3 ถึง 6.4 มม. ขยะถูกดักไว้หน้าตะแกรงและปล่อยให้ไหลลงรางรับขยะเป็นแบบที่เรียกว่า Static screen หรืออาจใช้เป็นตะแกรงที่ทำความสะอาดแบบอัตโนมัติ เช่นตะแกรงแบบดรัม (drum screen) มีช่องเปิดขนาด 0.15 ถึง 2.5 มม. สามารถดักตะกอนน้ำเสียขนาดเล็ก เช่น กากอาหาร เส้นใยผ้า เยื่อกระดาษและเศษขยะที่มาจากน้ำเสียของโรงพยาบาล น้ำเสียจะไหลผ่านด้านหน้าและดรัมจะหมุนและดักเศษขยะต่าง ๆ โดยจะมีใบปาดด้านหน้าค่อยปาดขยะออกจากตะแกรง น้ำเสียจะไหลผ่านลอดช่องตะแกรงเพื่อนำไปบำบัดในขั้นตอนต่อไปดังแสดงในรูปที่ 2-15



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 2-15 ตะแกรงดักขยะแบบละเอียด (ก) และ (ข) แบบ Static screen (ค) แบบ Drum screen

3) บ่อสูบน้ำเสีย บ่อสูบน้ำเสียทำหน้าที่ยกระดับของน้ำเสียที่อยู่ระดับต่ำเกินไปให้มีระดับสูงตามความต้องการ เช่น ยกระดับน้ำเสียให้เข้าสู่ระบบท่อรวบรวมน้ำเสียหรือป้อนน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสียพื้นบ่อควรถูกปรับเอียงเข้าหาเครื่องสูบเพื่อป้องกันการสะสมของตะกอน บ่อสูบน้ำเสียมีหน้าที่เก็บกักน้ำเสียให้เพียงพอที่จะทำให้เครื่องสูบน้ำเดินเครื่องแต่ละครั้งเป็นระยะเวลาที่นานพอ (ไม่เดินเครื่องบ่อยเกินไป) เพื่อยืดอายุการใช้งานของเครื่องสูบ และบ่อสูบน้ำเสียควรเก็บกักน้ำเสียไม่นานเกินไป เพื่อไม่ให้เกิดสภาพเน่าเสียและมีกลิ่นเหม็น ดังรูปที่ 2-16 แสดงรูปแบบของบ่อสูบด้วยเครื่องสูบน้ำจมน้ำและอุปกรณ์ติดตั้งที่จำเป็น



รูปที่ 2-16 รูปแบบของบ่อสูบและอุปกรณ์ติดตั้งสำหรับเครื่องสูบน้ำแบบจมน้ำ

เครื่องสูบน้ำที่ใช้เป็นเครื่องสูบชนิดแช่น้ำแบบหอยโข่ง ทั้งตัวเรือนสูบ (pump case) และมอเตอร์แช่ในน้ำเสียและถูกหล่อเย็นด้วยน้ำเสียในบ่อตลอดเวลา จึงใช้ความถี่ในการเดินเครื่องได้สูงกว่าเครื่องสูบน้ำแบบธรรมดา โดยอาจมีค่าสูงถึง 15 ครั้งต่อชั่วโมงได้ ใบพัดที่ใช้ควรเป็นใบพัดกึ่งเปิด (semi open impeller) มีแผ่นเหล็กประกบด้านหลังเท่านั้นและมีหลายครีบใบพัด ซึ่งเหมาะสำหรับสูบน้ำเสียดิบที่มีของแข็งแขวนลอยปานกลางและใช้กับการหมุนเวียนสลัดจ์กลับ ความสามารถในการสูบของแข็งแขวนลอยขึ้นกับระยะห่างระหว่างใบพัดกับเรือนสูบ หรือใช้ใบพัดกึ่งเปิดแบบมีใบมีดสำหรับตัดวัสดุเส้นใยที่เข้าเครื่องสูบ ซึ่งเหมาะสำหรับสูบกากตะกอนน้ำเสียและจากส้วม

ภายในบ่อสูบติดตั้งท่อนำร่อง (guide rail) ซึ่งทำจากท่อเหล็กชุบสังกะสี ใช้สำหรับเป็นตัวนำเครื่องสูบน้ำไปยังชุดตีนเป็ด (auto coupling) ซึ่งอยู่ด้านล่างยึดติดกับพื้นบ่อและท่อทางออกเพื่อติดตั้งเครื่องสูบน้ำเข้ากับท่อจ่ายน้ำเสีย ทางด้านหน้าจานของท่อทางออกของเครื่องสูบน้ำมีเขาควาย (Guide shoe) ติดตั้งอยู่เพื่อทำหน้าที่ยึดเครื่องสูบน้ำให้ติดอยู่กับท่อนำร่อง (Guild rail) ดังแสดงในรูปที่ 2-16

อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับควบคุมการเดินหรือตัดการทำงานของเครื่องสูบเป็นแบบอัตโนมัติโดยใช้ระดับน้ำในบ่อสูบผ่านอุปกรณ์ควบคุมคือสวิทช์ลูกลอย ควรติดตั้งห่างจากตำแหน่งน้ำเข้าและอาจติดตั้งยึดกับท่อแนวดิ่งเพื่อป้องกันสารเคเบิลลูกลอยแกว่ง เศษขยะอาจติดลูกลอยหรือสายเคเบิลทำให้เครื่องสูบทำงานผิดพลาด และควรทำความสะอาดลูกลอยเมื่อเกิดติดขัดหรือมีน้ำมันหรือขยะเกาะติดลูกลอย ถ้าเป็นไปได้ควรปรับระดับลูกลอยให้เครื่องสูบน้ำทำงานเฉลี่ย 10 - 15 นาทีต่อครั้งและหยุดประมาณ 20 - 30 นาที และปรับให้ระดับน้ำไม่ท่วมตะแกรงแบบตะกร้าเพื่อไม่ให้ขยะหยุดลอยออกจากตะแกรง และระดับน้ำในบ่อต้องไม่สูงกว่าปลายท่อเพื่อให้น้ำเสียไหลได้สะดวก

4) ถังปรับเสมอ (Equalization tank) หรือบ่อปรับสภาพ อัตราการไหลและความเข้มข้นของน้ำเสียในโรงพยาบาลมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา และส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของหน่วยบำบัดต่าง ๆ รวมทั้งคุณภาพของน้ำทิ้ง เครื่องสูบน้ำเสียในบ่อพักจะเดินเครื่องตามระดับน้ำในบ่อสูบโดยใช้ลูกลอย ดังนั้นน้ำเสียจะถูกสูบเข้าระบบบำบัดน้ำเสียมากเมื่อมีปริมาณน้ำเสียไหลเข้าบ่อพักในปริมาณมาก โดยเฉพาะในช่วงเช้าจะมีน้ำเสียเข้าระบบบำบัดในปริมาณที่มากกว่าช่วงกลางคืน ถ้าบ่อสูบน้ำเสียมีขนาดเล็กเครื่องสูบน้ำเสียจะสูบน้ำเสียส่วนใหญ่เข้าสู่ระบบในช่วงกลางวัน และไม่มีการสูบน้ำเสียเข้าระบบในช่วงเวลากลางคืน

ถังปรับเสมอเป็นถังพักน้ำเสียที่มีขนาดใหญ่และมีความจุเพียงพอสำหรับรองรับความแปรปรวนดังกล่าว วัตถุประสงค์ของถังปรับเสมอสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลได้แก่

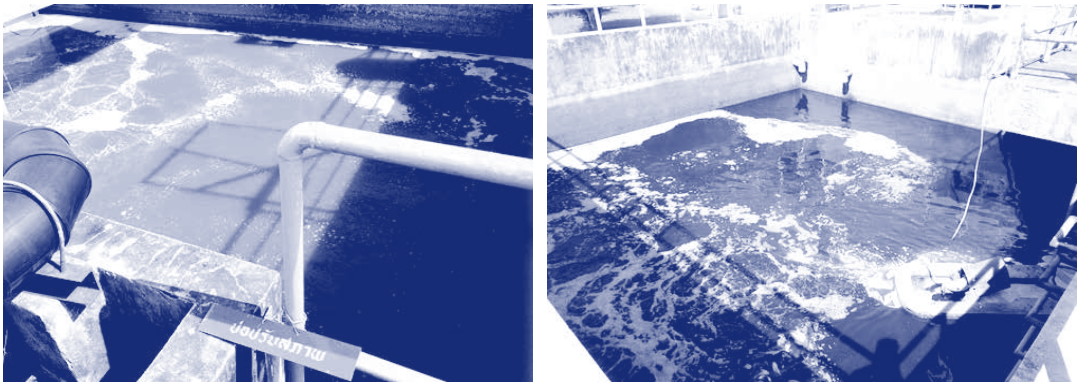
(1) ปรับความเข้มข้นของน้ำเสียที่มีความแปรปรวนให้มีความเข้มข้นสม่ำเสมอ

(2) ช่วยควบคุมค่า pH ของน้ำเสีย

(3) ช่วยในการปรับและควบคุมอัตราการไหลให้มีค่าคงที่ โดยไม่ต้องสูบน้ำเสียเข้าระบบในปริมาณมากในช่วงกลางวันที่มีน้ำเสียเข้าจำนวนมาก

(4) ป้องกันสารพิษที่มีความเข้มข้นสูงเข้าสู่ระบบชีวภาพ ช่วยลดความเข้มข้นด้วยการเจือจางกับน้ำเสียที่มีอยู่ในถัง

ภายในถังปรับเสมอจะต้องมีการเติมอากาศเพื่อป้องกันการเกิดสภาวะไร้อากาศ และการเติมอากาศสามารถออกซิไดซ์สารอินทรีย์ในน้ำเสียและลดค่า BOD ของน้ำเสียได้บางส่วน (รูปที่ 2-17) นอกจากนี้การเติมอากาศยังทำให้เกิดการผสมอย่างทั่วถึงในถัง ทำให้น้ำเสียภายในถังมีความเข้มข้นเท่ากันและป้องกันการตกตะกอนของของแข็ง อาจใช้เครื่องเติมอากาศผิวน้ำที่ระดับของพลังงาน 4 ถึง 8 วัตต์/ลบ.ม. ของปริมาตรน้ำในถังปรับเสมอ หรือใช้ระบบเติมอากาศแบบหัวฟู่ดังแสดงในรูปที่ 2-10 สำหรับน้ำเสียโรงพยาบาลที่มีของแข็งแขวนลอยต่ำ อัตราการให้อากาศที่ช่วยรักษาสภาพแอโรบิกในถังปรับเสมอมีค่าเท่ากับ 0.6 ถึง 1.0 ลบ.ม./ลบ.ม.-ชม. [11]



รูปที่ 2-17 ถังปรับเสมอและระบบเติมอากาศแบบหัวฟู่และแบบเจ็ท

5) อัตราการไหลของน้ำเสีย การวัดอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียเป็นสิ่งที่จำเป็น โดยนำไปคำนวณเพื่อควบคุมการดำเนินงานระบบบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น อัตราการเติมอากาศ อัตราการทิ้งสลัดจ์และอัตราการเติมคลอรีน เป็นต้น ปกติหน่วยบำบัดต่าง ๆ ในระบบบำบัดน้ำเสียจะใช้ค่าอัตราไหลเฉลี่ยต่อชั่วโมงในการออกแบบ โดยคิดจากปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นต่อวันแล้วหารด้วย 24 ชั่วโมง นำไปคำนวณหาปริมาตรถังเติมอากาศและขนาดพื้นที่หน้าตัดของถังตกตะกอนของระบบแอ็กติเวเต็ดสลัดจ์ และปริมาตรถังสัมผัสคลอรีนของระบบฆ่าเชื้อโรคในน้ำเสีย ดังนั้นจะต้องควบคุมอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดให้มีค่าใกล้เคียงกับอัตราไหลเฉลี่ยที่ออกแบบไว้

2.4 ระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่สอง

น้ำเสียหลังจากผ่านกระบวนการบำบัดขั้นต้นแล้วจะไหลเข้าสู่ขั้นตอนการบำบัดต่อเนื่องต่อไป คือ ระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่สอง ซึ่งเป็นขั้นตอนการกำจัดสารอินทรีย์ด้วยกระบวนการทางชีวภาพ ในกระบวนการนี้จุลินทรีย์จะใช้สารอินทรีย์เป็นแหล่งพลังงานและแปรเปลี่ยนสารอินทรีย์นั้นให้เป็นเซลล์จุลินทรีย์ใหม่หรือเรียกว่ามวลชีวภาพ (Biomass) และเนื่องจากในน้ำเสียมีสารอินทรีย์ปนเปื้อนอยู่หลายชนิดจึงต้องการจุลินทรีย์หลายชนิด และแต่ละชนิดจะใช้แหล่งอาหารที่เหมาะสมกับกระบวนการเมตาบอลิซึมของตัวเอง ในกลุ่มจุลินทรีย์ยังประกอบด้วยผู้ล่าซึ่งอาศัยจุลินทรีย์ชนิดอื่นเป็นอาหารปะปนอยู่ด้วย มวลชีวภาพที่เกิดขึ้นในระบบบำบัดน้ำเสียจะต้องถูกกำจัดออกจากน้ำทิ้งด้วยการตกตะกอนจึงจะทำให้การบำบัดน้ำเสียสมบูรณ์

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับระบบบำบัดน้ำเสียเป็นชนิดเดียวกันกับจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำธรรมชาติ ในระบบบำบัดน้ำเสียจะควบคุมการทำงานของจุลินทรีย์ให้เกิดขึ้นในถังปฏิกรณ์ (เช่น บ่อเติมอากาศ) เพื่อให้ได้อัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่เร็วที่สุดและเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์ที่สุด การกำจัดสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำธรรมชาติต้องใช้เวลาหลายวันเนื่องจากมีความเข้มข้นของมวลชีวภาพต่ำ แต่ในระบบบำบัดน้ำเสียใช้เวลาเพียงไม่กี่ชั่วโมงเท่านั้น เนื่องจากในระบบบำบัดน้ำเสียมีมวลชีวภาพที่มีความเข้มข้นสูง

ตัวแปรสภาพแวดล้อมที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้แก่ อุณหภูมิ pH และสารพิษต่าง ๆ อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการใช้สารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสียจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ โดยจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าทุก ๆ 10 องศาเซลเซียสที่เพิ่มขึ้น จนถึงค่าอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 37 องศาเซลเซียส ความร้อนจะทำลายเอนไซม์และทำลายเซลล์จุลินทรีย์ ค่า pH ของน้ำที่อยู่รอบ ๆ เซลล์จุลินทรีย์มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ ซึ่งเอนไซม์ทำงานได้ดีในช่วงค่า pH แคบ ๆ และจุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์และเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในช่วงค่า pH เป็นกลางระหว่าง 6 ถึง 8

ตัวแปรอื่น ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้แก่ สารพิษต่าง ๆ ความเข้มข้นของ TDS และสารออกซิไดซ์ ความเข้มข้นของ TDS จะมีผลต่อความดันออสโมซิสของน้ำรอบจุลินทรีย์ จุลินทรีย์บางชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาวะที่ค่าความเข้มข้นของ TDS สูง สารออกซิไดซ์มีผลในการทำลายเอนไซม์และส่วนประกอบของเซลล์ จุลินทรีย์มีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับตัวแปรต่าง ๆ ในสภาวะแวดล้อมได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ ในกรณีของการเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหันเช่น ค่า pH ของน้ำเสียลดต่ำลงอย่างรวดเร็วหรือมีความเข้มข้นของ TDS สูงไหลเข้ามาอย่างรวดเร็วจะมีผลทำให้จุลินทรีย์หยุดการเจริญเติบโต

ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพอาจใช้ถังปฏิกรณ์ที่มีการไหลของน้ำเสียเข้าถังแบบแบทช์ (Batch) หรือการไหลแบบต่อเนื่อง (Continuous) จุลินทรีย์อาจอยู่ในสภาพที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ (Suspended growth) หรือเจริญเติบโตอยู่บนตัวกลางที่อยู่กับที่ (Attached growth หรือ fixed film)

โรงพยาบาลมีการเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียที่แตกต่างกันตามความเหมาะสมกับสภาพของพื้นที่ โดยอาจจะขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้น้ำและกิจกรรมของโรงพยาบาล ลักษณะภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ขนาดพื้นที่ของโรงพยาบาล สถานที่ตั้งและชุมชนโดยรอบ เป็นต้น จากการสำรวจข้อมูลสถานการณ์ระบบบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาลของสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข ปี พ.ศ. 2559-2562 พบว่าโรงพยาบาลมีการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียที่แตกต่างกันตามบริบทของพื้นที่ ประเภทของระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้ในโรงพยาบาลในประเทศไทย ได้แก่ (1) ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์หรือระบบเอเอสประเภทต่าง ๆ ได้แก่ ระบบเอเอสแบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch) ระบบเอเอสแบบผสมสมบูรณ์ (Completely Mixed Activated Sludge) และระบบเอเอสแบบเอสบีอาร์ (SBR) (2) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบสำเร็จรูป มี 2 แบบคือ แบบถังไร้อากาศและแบบเติมอากาศ (3) ระบบสระเติมอากาศ (Aerated Lagoon) (4) ระบบบ่อปรับเสถียร และ (5) ระบบบึงประดิษฐ์

แนวทางในการพิจารณาเลือกประเภทของระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับโรงพยาบาลได้แก่ (1) ประสิทธิภาพการบำบัดให้ได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้ง และสามารถรองรับน้ำเสียทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพทั้งในปัจจุบันและในอนาคต (2) ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง ดำเนินงานและบำรุงรักษาไม่สูง (3) สภาพความเหมาะสมของพื้นที่และขนาดของพื้นที่สำหรับการก่อสร้าง และ (4) ความยากง่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา และตัวแปรอื่น เช่น เสียง กลิ่นและทัศนียภาพ เป็นต้น ตารางที่ 2-3 แสดงการเปรียบเทียบเกณฑ์การพิจารณาในด้านความยืดหยุ่นการเดินระบบ ขนาดพื้นที่และอื่น ๆ ของระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพประเภทต่าง ๆ

ตารางที่ 2-3 การเปรียบเทียบระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพแบบต่าง ๆ

เกณฑ์การพิจารณา		บ่อปรับเสถียร	สระเติมอากาศ	คูวนเวียน	เอเอสแบบอื่นๆ
ความยืดหยุ่น	การเพิ่มปริมาณน้ำเสียอย่างกะทันหัน	ดี	ดี	ปรับได้	ปรับได้
	การปรับระบบเมื่อมีการขยายโรงพยาบาล	ดี	ดี	ปรับได้	น้อยมาก
การเดินระบบ	ความยากง่ายของการเดินระบบ	ง่ายที่สุด	ง่ายมาก	ง่าย	ง่าย
	จำนวนรายการสำหรับตรวจสอบบำรุงรักษา	น้อยที่สุด	น้อยมาก	มาก	มากที่สุด
	ความต้องการเทคโนโลยี	น้อยที่สุด	น้อยมาก	มาก	มากที่สุด
	ความต้องการผู้เชี่ยวชาญ	น้อย	น้อย	มาก	มาก
ขนาดพื้นที่	(คูวนเวียน = 100)	700	270	100	55
อื่น ๆ	ปริมาณสลัดจ์/ตะกอนที่ต้องกำจัด	น้อย	น้อย	ปานกลาง	มาก

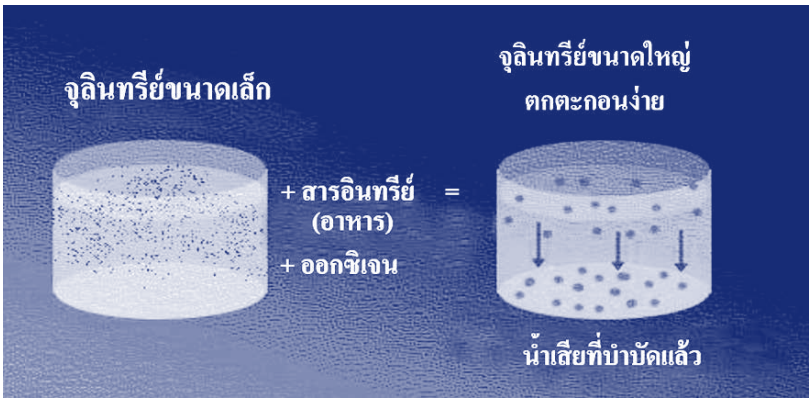
ที่มา: [12]

2.5 ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์

ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (activated sludge) หรือระบบเอเอสเป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้จุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียในสภาวะที่มีออกซิเจนอย่างเพียงพอ สารอินทรีย์ในน้ำเสียที่อยู่ในรูปสารละลายและของแข็งแขวนลอยจะถูกจุลินทรีย์ทำการย่อยสลายไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ และบางส่วนของสารอินทรีย์จะถูกนำไปสร้างเซลล์ใหม่ซึ่งจะต้องถูกกำจัดออกด้วยการตกตะกอนดังสมการต่อไปนี้

สารอินทรีย์ + ออกซิเจน + จุลินทรีย์ $\longrightarrow$ $CO_2 + H_2O$ **+ เซลล์จุลินทรีย์ใหม่ + พลังงาน** (2-1)

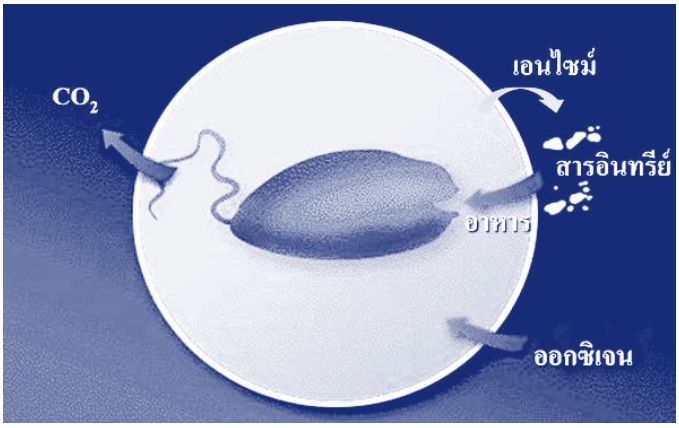
แอกทิเวเต็ดสลัดจ์คือ กลุ่มจุลินทรีย์ที่ประกอบด้วยแบคทีเรีย โปรโตซัว โรติเฟอร์และเชื้อรา แบคทีเรียเป็นจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่หลักในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะที่มีออกซิเจน โปรโตซัวและโรติเฟอร์มีความสำคัญในการกำจัดแบคทีเรียที่แขวนลอยในน้ำเสียเพื่อไม่ให้หลุดลอดออกไปกับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว



รูปที่ 2-18 จุลินทรีย์ที่รวมตัวกันตกตะกอนได้ง่ายในระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์

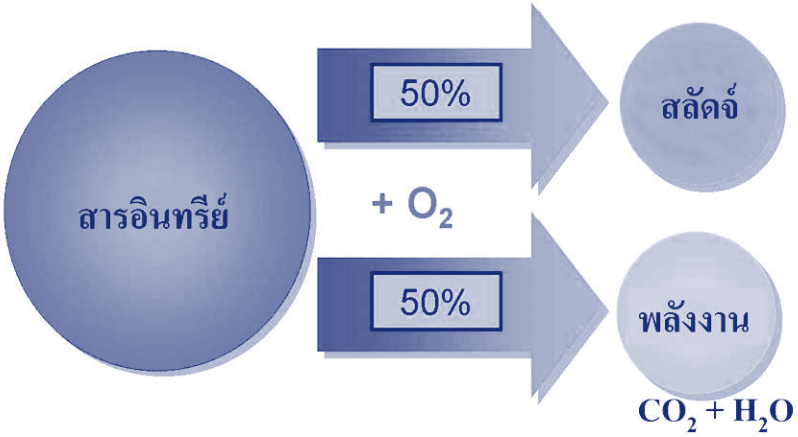
การเกิดสลัดจ์ในระบบเอเอส สามารถอธิบายได้เป็น 3 ขั้นตอนดังนี้คือ

1) การได้อาหาร โมเลกุลของสารอินทรีย์จะสัมผัสกับผนังเซลล์แบคทีเรีย สารอินทรีย์โมกุลเล็กที่อยู่ในรูปสารละลายเท่านั้นที่สามารถเคลื่อนที่ผ่านผนังเซลล์ของแบคทีเรียได้ สารอินทรีย์ขนาดใหญ่และของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียไม่สามารถผ่านเข้าสู่เซลล์ได้โดยตรง ในขั้นแรกสารอินทรีย์จะต้องถูกดูดซับที่ผิวด้านนอกเซลล์หรือผนังเซลล์ และถูกย่อยได้สารอินทรีย์ที่มีขนาดเล็กจนสามารถผ่านผนังเซลล์ได้ ด้วยเอ็กซ์ตราเซลลูลาเอนไซม์ (extracellular enzyme) ที่ขับออกมาจากเซลล์หรือจากเอนไซม์ที่ติดอยู่ที่ผนังเซลล์ของแบคทีเรีย ดังแสดงในรูปที่ 2-19



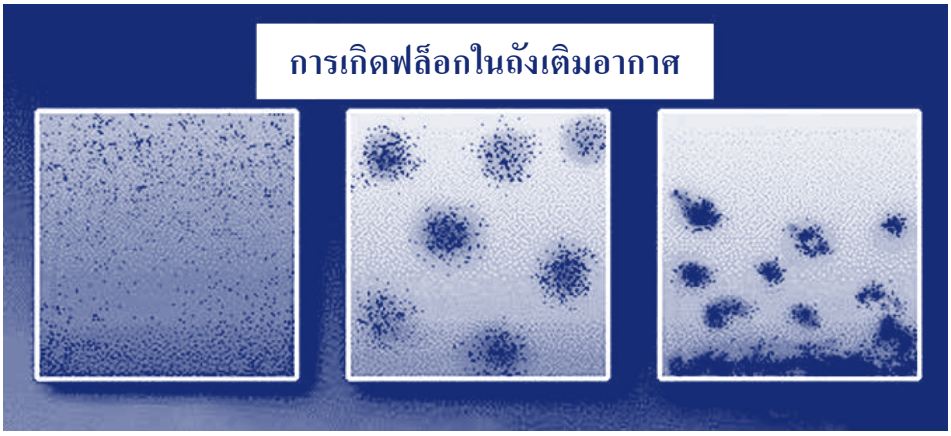
รูปที่ 2-19 กระบวนการได้อาหารของจุลินทรีย์โดยเอนไซม์

2) การได้พลังงานและการเจริญเติบโต โมเลกุลของสารอินทรีย์ขนาดเล็กจะเคลื่อนที่เข้าสู่เซลล์และเกิดกระบวนการเมตาบอลิซึมภายในเซลล์ สารอินทรีย์ส่วนหนึ่งจะถูกออกซิไดซ์ได้ CO_2, H_2O และพลังงาน กระบวนการนี้ต้องการออกซิเจน และสารอินทรีย์อีกส่วนหนึ่ง (ร้อยละ 50) จะถูกนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์เพื่อสร้างเซลล์ใหม่ ทั้ง 2 กระบวนการเกิดขึ้นภายในเซลล์จุลินทรีย์ ดังแสดงในรูปที่ 2-20



รูปที่ 2-20 สัดส่วนของสารอินทรีย์สำหรับการได้พลังงานและการเจริญเติบโต

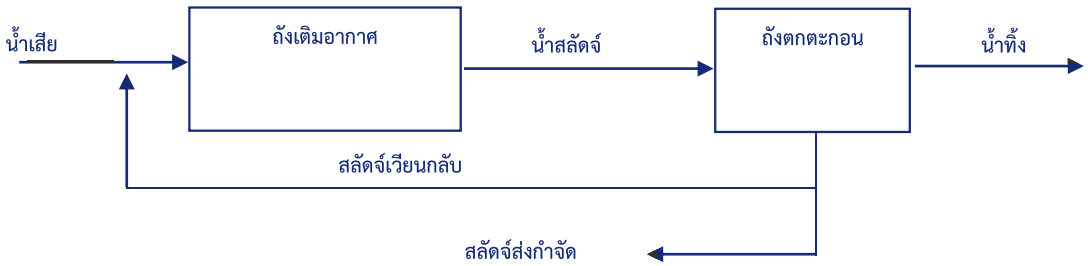
3) การรวมตัวเป็นฟล็อกที่ตกตะกอนได้ง่าย การรวมตัวกันเป็นฟล็อกของแบคทีเรียถูกควบคุมด้วยสภาวะทางสรีรวิทยาของจุลินทรีย์ และจะเกิดขึ้นเมื่อแบคทีเรียอยู่ในสภาวะที่ขาดแคลนสารอินทรีย์ การรวมตัวกันเป็นฟล็อกเป็นผลมาจากการทำปฏิกิริยากันของโพลิเมอร์ที่สะสมอยู่รอบ ๆ ผิวด้านนอกของเซลล์ซึ่งจะเกิดขึ้นในสภาวะที่เซลล์ขาดแคลนสารอินทรีย์และมีอายุแก่เหมาะสม เซลล์แบคทีเรียจะเชื่อมติดกันเป็นกลุ่มก้อนด้วยพันธะทางกายภาพและพันธะทางไฟฟ้าสถิตของโพลิเมอร์เหล่านี้กับผิวนอกของเซลล์รวมกันเป็นฟล็อก (รูปที่ 2-21)



รูปที่ 2-21 การรวมตัวเป็นฟล็อกและตกตะกอนได้ง่ายของจุลินทรีย์

มวลชีวภาพหรือสลัดจ์จะต้องถูกกำจัดออกจากน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วเพื่อให้ได้น้ำทิ้งที่มีคุณภาพตามมาตรฐาน เนื่องจากมวลชีวภาพเองเป็นสารอินทรีย์ชนิดหนึ่งและสามารถวิเคราะห์เป็นค่า BOD ได้เช่นกัน ถังตกตะกอนจะถูกใช้เป็นขั้นตอนกำจัดมวลชีวภาพและทำให้ได้น้ำทิ้งที่มีคุณภาพ โดยปกติค่า BOD_5 ละลายน้ำในน้ำทิ้งจากระบบเอเอสจะมีค่าต่ำประมาณ 5 ถึง 10 มก./ล.เท่านั้น แต่เนื่องจากมวลชีวภาพบางส่วนจะไหลล้นออกจากถังตกตะกอนปะปนไปกับน้ำทิ้งจึงอาจทำให้ค่า BOD_5 รวมของน้ำทิ้งมีค่าใกล้เคียง 20 มก./ล.หรือมากกว่า

หลังจากการแยกน้ำส่วนใสออกจากสลัดจ์แล้วจะต้องกำจัดสลัดจ์ส่วนเกินที่เพิ่มขึ้น และนำสลัดจ์ส่วนที่เหลือกลับเข้าสู่ถังเติมอากาศเพื่อรักษาความเข้มข้นของสลัดจ์ในระบบให้มีความเข้มข้นสูงและมีค่าค่อนข้างคงที่ ประสิทธิภาพของกระบวนการบำบัดจะขึ้นกับการสูบสลัดจ์กลับในปริมาณที่เพียงพอ ถ้าการแยกน้ำใสและการรวบรวมมวลชีวภาพเพื่อสูบกลับล้มเหลวจะทำให้ระบบบำบัดทั้งหมดล้มเหลวไปด้วย แผนภูมิของระบบเอเอสแสดงในรูปที่ 2-22



รูปที่ 2-22 แผนภูมิระบบเอเอส

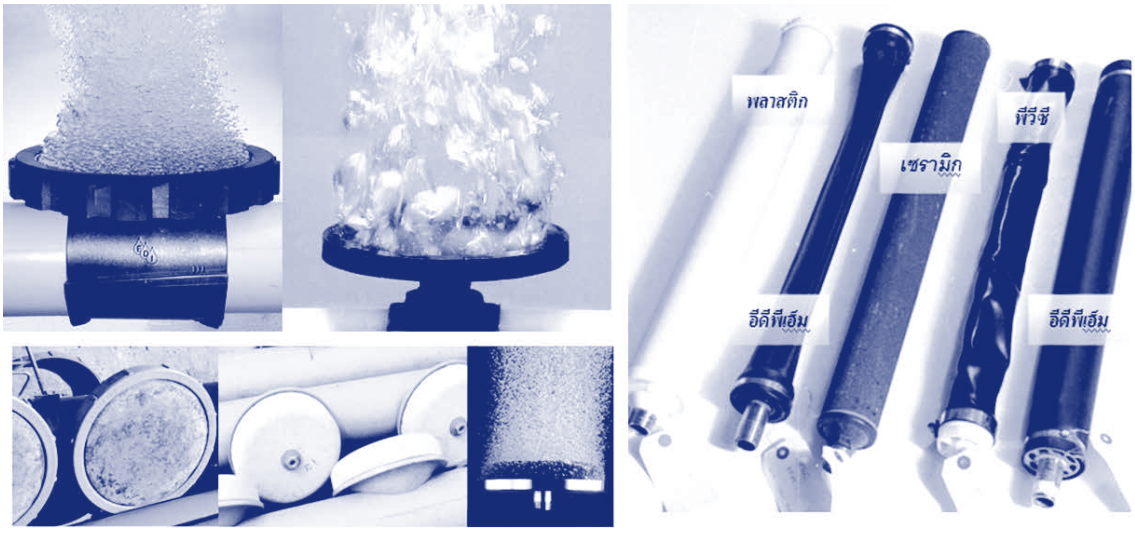
2.5.1 องค์ประกอบที่สำคัญของระบบเอเอส

1) ถังเติมอากาศ ถังเติมอากาศเป็นหัวใจหลักของระบบเอเอส น้ำเสียถูกส่งเข้าถังเติมอากาศที่มีความเข้มข้นของจุลินทรีย์สูงมาก ถังเติมอากาศต้องมีปริมาตรเพียงพอเพื่อให้มีเวลาสัมผัสเพียงพอสำหรับจุลินทรีย์และน้ำเสียในการย่อยลายสารอินทรีย์ ภายในถังเติมอากาศมีการเติมออกซิเจนด้วยเครื่องเติมอากาศ พร้อมกับทำให้เกิดการผสมของน้ำเสียกับจุลินทรีย์และทำให้ส่วนผสมอยู่ในสภาพแขวนลอยตลอดเวลา ซึ่งเรียกว่า Mixed liquor suspended solids หรือ MLSS ส่วนหนึ่งของ MLSS เป็นมวลชีวภาพหรือเซลล์จุลินทรีย์ที่แท้จริง ซึ่งวิเคราะห์ได้ในรูปของของแข็งแขวนลอยระเหย (Volatile suspended solids) จึงเรียกมวลชีวภาพที่แท้จริงนี้ว่า Mixed liquor volatile suspended solids หรือ MLVSS

น้ำสลัดจ์จะไหลล้นจากถังเติมอากาศเข้าสู่ถังตกตะกอน จุลินทรีย์จะรวมตัวกันเป็นฟล็อกตกตะกอนและมีความเข้มข้นสูงขึ้นด้านล่างถังตกตะกอน ลักษณะที่สำคัญของระบบเอเอสคือการเกิดฟล็อกของจุลินทรีย์ที่มีขนาด 20 ถึง 50 ไมโครเมตร [11] และถูกกำจัดออกจากน้ำทิ้งได้ด้วยการตกตะกอนด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก และได้น้ำทิ้งที่ใสไหลล้นออกไป ปกติร้อยละ 99 ของของแข็งแขวนลอยจะถูกกำจัดที่ถังตกตะกอน มวลชีวภาพที่ตกตะกอนนี้คือ activated sludge ซึ่งภายในมีจุลินทรีย์ที่มีชีวิตที่ทำหน้าย่อยสลายสารอินทรีย์อยู่เป็นจำนวนมาก ส่วนหนึ่งของสลัดจ์ที่ตกตะกอนแล้วจะถูกส่งกลับเข้าสู่ถังเติมอากาศเพื่อรักษาความเข้มข้นของ MLSS ให้สูงตามค่าที่ต้องการ และส่วนหนึ่งจะต้องถูกกำจัดออกในแต่ละวันหรือเป็นครั้งคราว เพื่อป้องกันการสะสมของมวลชีวภาพที่จะมีค่าสูงเกินไปเนื่องจากมวลชีวภาพเกิดขึ้นใหม่ตลอดเวลา และเพื่อกำจัดของแข็งที่ย่อยสลายไม่ได้ที่ในน้ำเสียและสะสมอยู่ภายในสลัดจ์ ถ้าไม่มีการกำจัดของแข็งที่สะสมในท้ายที่สุดของแข็งเหล่านี้จะไหลล้นออกไปกับน้ำทิ้งที่ถังตกตะกอน ความเข้มข้นของ MLSS ในถังเติมอากาศของระบบเอเอสของโรงพยาบาลที่มีอัตราไหลของน้ำเสียตามที่ออกแบบไว้ควรมีค่าระหว่าง 2,000 ถึง 4,000 มก./ล. ขึ้นกับอัตราภาระบีโอดี

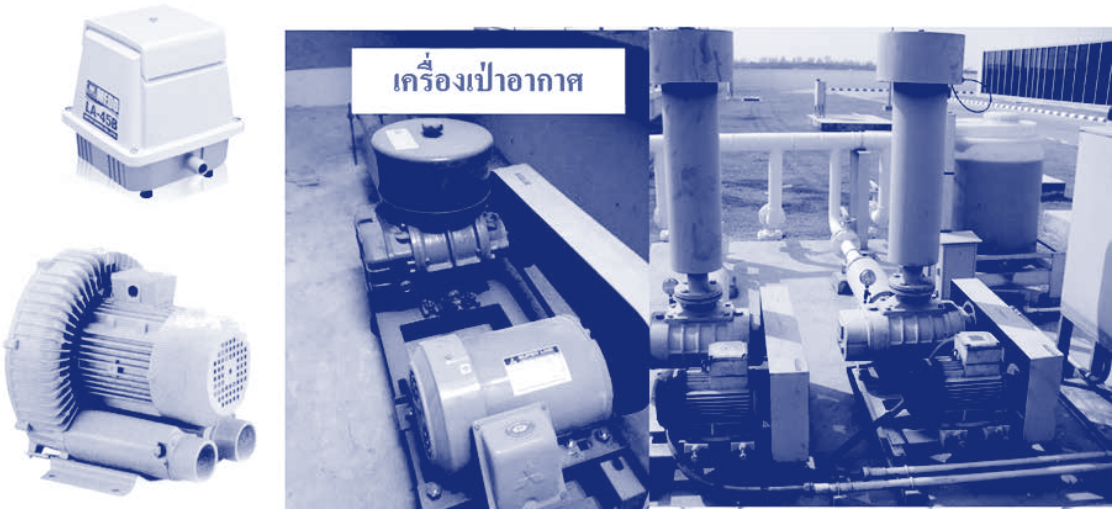
2) ระบบเติมอากาศ อัตราการใช้ออกซิเจนโดยจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศของระบบเอเอสจะมีสูงกว่าอัตราการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ในธรรมชาติมาก อัตราการใช้ออกซิเจนจะขึ้นกับอัตราการไหลของน้ำเสีย ค่า BOD ของน้ำเสียและประเภทของระบบเอเอส เช่นระบบเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลาที่มีถังเติมอากาศขนาดใหญ่มีอัตราการใช้ออกซิเจนต่ำที่ 10 มก./ล.-ชม. และระบบเอเอสแบบปกติมีอัตราการใช้ออกซิเจนสูงถึง 30 มก./ล.-ชม. เป็นต้น [13] ในทางปฏิบัติอัตราการไหลและค่า BOD ของน้ำเสียจะมีค่าสูงขึ้นในเวลากลางวัน จึงควรเพิ่มอัตราการให้อากาศเพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนตามความต้องการที่สูงขึ้น ส่วนในเวลากลางคืนอัตราการไหลของน้ำเสียและค่า BOD จะลดต่ำลง ทำให้สามารถลดอัตราการเติมอากาศลงได้ ดังนั้นการเติมออกซิเจนจะต้องเพียงพอต่ออัตราการใช้ออกซิเจนที่เพิ่มขึ้นขึ้นและทำให้มีออกซิเจนละลายน้ำ (DO) หลงเหลืออยู่ตลอดเวลาเพื่อให้เกิดสภาวะการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน หน้าที่ของเครื่องเติมอากาศนอกจากจะเป็นการให้ออกซิเจนอย่างเพียงพอต่อการย่อยสลายสารอินทรีย์แล้ว ยังทำให้เกิดความปั่นป่วนของน้ำเพื่อให้เกิดการผสมของมวลชีวภาพสารอินทรีย์และออกซิเจนอย่างทั่วถึงในถังเติมอากาศ เครื่องเติมอากาศที่ใช้ในปัจจุบันแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ (1) เครื่องเติมอากาศแบบหัวฟู่ และ (2) เครื่องเติมอากาศแบบกล

2.1) เครื่องเติมอากาศแบบหัวฟู่ (Diffused aeration) ใช้เครื่องเป่าอากาศ (air blower) ส่งอากาศเข้าสู่ท่อลงสู่หัวฟู่ (air diffuser) ที่ติดตั้งอยู่ใต้น้ำในถังเติมอากาศที่ระดับความลึก 3-5 เมตร เพื่อกระจายอากาศในน้ำ อาจติดตั้งหัวฟู่ใกล้พื้นด้านล่างตามแนวผนังด้านใดด้านหนึ่งของถังเติมอากาศเพื่อทำให้เกิดการผสมและการถ่ายเทออกซิเจนที่ดี หรืออาจติดตั้งหัวฟู่กระจายทั่วพื้นถังเติมอากาศด้วยระยะห่างที่เท่ากันก็ได้ หัวฟู่ที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ (1) หัวฟู่ชนิดรูพรุนที่ให้ฟองอากาศขนาดเล็ก 1 ถึง 3 มิลลิเมตร นิยมใช้สำหรับให้ออกซิเจนในบ่อเติมอากาศ มีหลายรูปแบบ เช่น โดม ดิสก์ ท่อและแผ่นเรียบ และ (2) หัวฟู่ชนิดไม่ใช่รูพรุนให้ฟองอากาศขนาดใหญ่ 10 มิลลิเมตรขึ้นไป เหมาะสำหรับการกวนผสมในบ่อปรับเสมอ มีหลายรูปแบบได้แก่ หัวฟู่แบบรูคงที่ ท่อเจาะรูและหลอดสถิตเป็นต้น ตัวอย่างหัวฟูแบบต่าง ๆ และเครื่องเป่าอากาศแสดงในรูปที่ 2-23 และ 2-24 อากาศที่ถูกอัดออกจากเครื่องเป่าอากาศจะมีอุณหภูมิสูง ดังนั้นท่ออากาศที่ต่อจากเครื่องเป่าอากาศจะต้องเป็นท่อเหล็กชุบสังกะสี ไม่ควรใช้ท่อพลาสติก เช่น พีวีซี ความร้อนจะทำให้ท่อกรอบและแตกเสียหาย จะใช้ท่อพีวีซีเป็นท่อลมที่ระดับต่ำกว่าน้ำในถังเติมอากาศ ซึ่งน้ำจะช่วยระบายความร้อนได้ดี [13]



รูปที่ 2-23 หัวฟู่แบบละเอียดรูปแบบต่าง ๆ และฟองอากาศที่ได้จากหัวฟู่ชนิดละเอียดและชนิดหยาบ

การใช้ฟองอากาศขนาดเล็กจะให้ประสิทธิภาพในการถ่ายเทออกซิเจนได้ดีกว่า เนื่องจากได้พื้นที่ผิวสัมผัสต่อปริมาตรอากาศสูงกว่า แต่จะเกิดการสูญเสียแรงดันอากาศสูงที่หัวฟู่เนื่องมาจากรูระบายอากาศขนาดเล็กทำให้ต้องใช้เครื่องเป่าอากาศที่มีกำลังสูง และต้องติดตัวกรองอากาศเพื่อป้องกันหัวฟู่อุดตันจากสิ่งสกปรกขนาดเล็ก ในกรณีของระบบเติมอากาศที่ใช้ฟองอากาศขนาดใหญ่ แม้ว่าจะให้ประสิทธิภาพที่ต่ำกว่า แต่การบำรุงรักษาจะสะดวกกว่าและเกิดการสูญเสียแรงดันอากาศน้อยกว่า สำหรับถังเติมอากาศที่ติดตั้งหัวฟู่กระจายครอบคลุมทั่วพื้นถังในระยะที่เท่ากันอัตราการให้อากาศที่ทำให้เกิดการผสมสมบูรณ์มีค่าอยู่ในช่วง 0.6 ถึง 1.2 ลบ.ม./ชม.-ลบ.ม.ของถังเติมอากาศ [11]

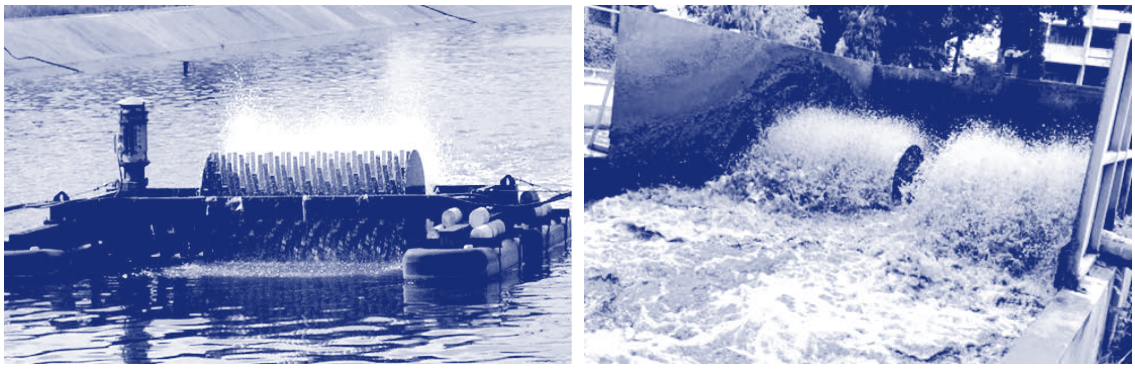


รูปที่ 2-24 เครื่องเป่าอากาศแบบต่าง ๆ

2.2) เครื่องเติมอากาศแบบกล (Mechanical aeration) คือเครื่องจักรกลที่ทำหน้าที่ถ่ายเทออกซิเจนจากอากาศลงสู่น้ำด้วยการกวนหรือการผสมที่ผิวน้ำ รวมทั้งเครื่องจักรกลประเภทที่ใช้ใบพัดหรือกังหันที่หมุนด้วยความเร็วรอบสูงดูดอากาศและการกระจายอากาศอัดลงใต้น้ำ ระดับพลังงานสำหรับเครื่องเติมอากาศแบบกลที่ทำให้เกิดการผสมสมบูรณ์ในถังเติมอากาศของระบบเอเอสมีค่าอยู่ในช่วง 19 ถึง 39 วัตต์/ลบ.ม.[11] ซึ่งจะขึ้นกับชนิดของเครื่องเติมอากาศ รูปทรงของถัง บ่อ และสระน้ำที่ใช้

เครื่องเติมอากาศผิวน้ำเป็นเครื่องที่ใช้แผ่นโลหะตีผิวน้ำโดยใช้แรงขับจากมอเตอร์ไฟฟ้า ทำให้เกิดความปั่นป่วนบนผิวน้ำเป็นการกระจายน้ำในอากาศและส่งผลให้ออกซิเจนถ่ายเทลงสู่น้ำ เครื่องเติมอากาศผิวน้ำอาจติดตั้งโดยยึดกับโครงสร้างของถังเติมอากาศหรือติดตั้งลอยอยู่กับทุ่นลอยน้ำ เครื่องเติมอากาศผิวน้ำแบบรอบช้าที่นิยมใช้เป็นแบบหมุนด้วยความเร็วรอบต่ำ 20 ถึง 100 รอบต่อนาที นอกจากนี้ยังมีการใช้เครื่องเติมอากาศผิวน้ำแบบแปรงซึ่งทำหน้าที่เติมอากาศและทำให้น้ำเสียไหลด้วยความเร็วที่เหมาะสมในบ่อเติมอากาศที่เป็นรูปวงรีของระบบคูวนเวียน

2.2.1) เครื่องเติมอากาศแบบหมุนแนวนอน (Horizontal rotor) นิยมใช้กับระบบเอเอสแบบคูวนเวียนซึ่งทำหน้าที่ทั้งเติมอากาศและทำให้น้ำไหลวนเวียนภายในถังเติมอากาศด้วยความเร็ว 0.3 ถึง 1 ม./วินาที ปกติความยาวของโรเตอร์อยู่ในช่วง 3 ถึง 9 ม. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 69 ถึง 107 ซม. และจมน้ำประมาณ 4 ถึง 30 ซม. ใช้กับถังเติมอากาศที่ความลึกน้ำ 1.5 ม. โรเตอร์ถูกขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าและชุดเกียร์ทดรอบที่ให้ความเร็วรอบ 40 ถึง 80 รอบต่อนาที เมื่อแกนหมุนแปรงจะตีน้ำให้กระจายออกในอากาศทำให้เกิดการถ่ายเทออกซิเจนลงสู่น้ำดังแสดงในรูปที่ 2-25 อัตราการถ่ายเทออกซิเจนอยู่ในช่วง 1.5 ถึง 2.1 กก. /กิโลวัตต์-ชม. ที่สภาวะมาตรฐาน (ทดสอบด้วยน้ำประปาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส) แต่ในสภาวะการใช้งานจริงอุณหภูมิน้ำเสียในประเทศไทยมีค่ามากกว่า 20 องศาเซลเซียส และในน้ำเสียมีองค์ประกอบมลพิษหลายชนิดทำให้อัตราการถ่ายเทออกซิเจนในการใช้งานจริงลดลง และในบางกรณีอาจลดลงเหลือร้อยละ 50 ของค่าที่สภาวะมาตรฐาน [13]



รูปที่ 2-25 เครื่องเติมอากาศแบบโรเตอร์

2.2.2) เครื่องเติมอากาศแบบหมุนช้า (Low speed aerator) ใบพัดถูกต่อเข้ากับระบบเกียร์ทดแล้วจึงต่อเข้ากับมอเตอร์ไฟฟ้าและมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1 ถึง 4 ม.ความเร็วรอบที่ใช้ตั้งแต่ 20 ถึง 100 รอบต่อนาที มีจำหน่ายตั้งแต่ขนาดมอเตอร์ 1 ถึง 150 กิโลวัตต์ อัตราการถ่ายเทออกซิเจนอยู่ในช่วง 1.8 ถึง 2.4 กก./กิโลวัตต์-ชม. ที่สภาวะมาตรฐาน อาจติดตั้งบนโครงสร้างถาวรหรือบนทุ่นลอย ความลึกน้ำของถังเติมอากาศอยู่ในช่วง 3.5 ถึง 4.5 ม. (รูปที่ 2-26)

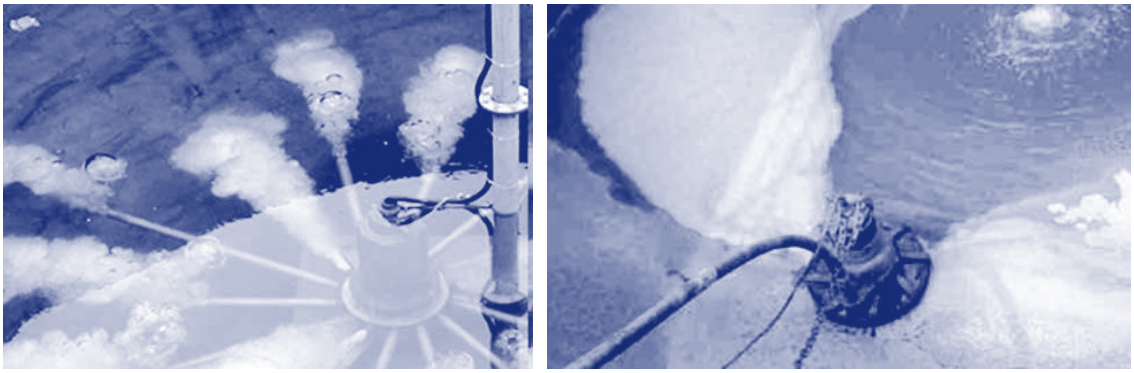
รูปที่ 2-26 เครื่องเติมอากาศผิวน้ำแบบรอบช้า

2.2.3) เครื่องเติมอากาศแบบดูด (Aspirating aerator) เป็นเครื่องเติมอากาศที่ดึงอากาศมาผสมกับน้ำเสียในห้องผสมและฉีดส่วนผสมของอากาศและน้ำเสียลงในถังเติมอากาศ เครื่องเติมอากาศแบบนี้มีอยู่ 2 แบบ แบบแรกเรียกว่าเครื่องเติมอากาศแบบเจ๊ท (jet aerator) ซึ่งใช้ท่อที่ทำมุมเอียงกับผิวน้ำ มอเตอร์ไฟฟ้าและส่วนที่ดึงอากาศอยู่เหนือน้ำ ใบพัดเป็นแบบใบพัดเรือ ติดตั้งอยู่ใต้น้ำติดกับท่อและทำหน้าที่ดูดน้ำเข้าท่อทำให้เกิดสภาพความดันลบที่จุดกึ่งกลางของใบพัด ความดันต่ำที่เกิดขึ้นจะดึงอากาศจากช่องเปิดเหนือน้ำมาสู่จุดกึ่งกลางของใบพัด ซึ่งอากาศจะผสมกับน้ำ ความปั่นป่วนที่เกิดขึ้นจะทำให้อากาศแตกออกเป็นฟองอากาศขนาดเล็ก

จำนวนมากทำให้ได้ส่วนผสมของน้ำและอากาศจะถูกฉีดลงในถังเติมอากาศ ทำให้เกิดการผสมและการถ่ายเทออกซิเจน เครื่องเติมอากาศในลักษณะนี้อาจติดตั้งกับแท่นอยู่กับที่หรือตั้งอยู่บนทุ่นลอยน้ำ เครื่องเติมอากาศเจ๊ทแบบจมน้ำ (submersible jet aerator) ประกอบด้วยเครื่องสูบน้ำจมน้ำต่อกับท่อดูดอากาศแบบเวนจูรี ซึ่งการไหลของน้ำผ่านเวนจูรีจะทำให้เกิดสภาพความดันลบดึงอากาศจากท่ออากาศที่ปลายเปิดสู่บรรยากาศเข้ามาผสมกับน้ำ ส่วนผสมของน้ำและอากาศจะพ่นออกทางเดียวอย่างรวดเร็วทำให้เกิดการผสมการให้อากาศ ดังแสดงในรูปที่ 2-27

รูปที่ 2-27 เครื่องเติมอากาศแบบเจ๊ทผิวน้ำและแบบเจ๊ทจมน้ำ

เครื่องเติมอากาศแบบดูดอีกแบบหนึ่งนิยมเรียกว่าเครื่องเติมอากาศจมน้ำ (submersible aerator) ใช้เครื่องสูบจมน้ำที่ติดตั้งท่อดึงอากาศที่ปลายเปิดสู่บรรยากาศ (รูปที่ 2-28) การสูบน้ำจะทำให้เกิดสภาพความดันต่ำที่ใบพัดซึ่งจะดูดอากาศจากปลายท่ออากาศที่เปิดเหนือน้ำเข้ามาสู่เครื่องสูบน้ำ อากาศจะรวมกับน้ำและถูกระบายออกผ่านท่อกระจายหลายท่อโดยรอบออกในถังเติมอากาศ ความปั่นป่วนที่เกิดขึ้นจะทำให้อากาศแตกออกเป็นฟองอากาศขนาดเล็กจำนวนมาก และทำให้เกิดการผสมในถังเติมอากาศ เครื่องเติมอากาศแบบนี้อาจติดตั้งที่ก้นถังเติมอากาศ และอาจติดตั้งรางเลื่อน (guide rails) สำหรับการดึงขึ้นมาบำรุงรักษาเช่นเดียวกับเครื่องสูบน้ำแบบจมน้ำ



รูปที่ 2-28 เครื่องเติมอากาศแบบจมน้ำ

เครื่องเติมอากาศแบบดูดทั้งสองแบบใช้งานได้ดี ติดตั้งง่าย แต่ให้ประสิทธิภาพการถ่ายเทออกซิเจนต่ำ เครื่องเติมอากาศแบบเจ็ทมีราคาถูกและมีจำหน่ายตั้งแต่ขนาดมอเตอร์ 0.75 ถึง 75 กิโลวัตต์ และเครื่องเติมอากาศจมน้ำมีจำหน่ายตั้งแต่ขนาดมอเตอร์ 1 ถึง 75 กิโลวัตต์มีราคาสูงกว่ามาก ประสิทธิภาพการถ่ายเทออกซิเจนที่สภาวะมาตรฐานอยู่ในช่วง 0.9 ถึง 1.1 กก. /กิโลวัตต์-ชม. [13]

3) ถังตกตะกอน ปกติมวลชีวภาพหรือ MLSS มีสภาพที่รวมตัวกันเป็นฟล็อกโดยธรรมชาติ และเมื่อ MLSS ไหลเข้าสู่ถังตกตะกอน จะรวมตัวกันตกตะกอนทำให้ความเข้มข้นของ MLSS เพิ่มมากขึ้นที่ก้นถังตกตะกอน ระบบเอเอสจะบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อถังตกตะกอนทำหน้าที่ดังต่อไปนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ (1) แยกมวลชีวภาพออกจากน้ำสลัดจ์ เพื่อให้ได้น้ำทิ้งที่มีความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยต่ำ มวลชีวภาพที่เกิดขึ้นจากระบบบำบัดน้ำเสียจะต้องถูกกำจัดออกจากน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วเพื่อให้ได้คุณภาพตามมาตรฐานน้ำทิ้ง เนื่องจากมวลชีวภาพคือสารอินทรีย์ชนิดหนึ่งและสามารถวัดเป็นค่า BOD ได้เช่นกัน และ (2) รวบรวมสลัดจ์ให้มีความเข้มข้นสูงก่อนสูบกลับเข้าถังเติมอากาศ จุดมุ่งหมายของการใช้ถังตกตะกอนคือการให้น้ำเสียอยู่นิ่ง ๆ ในระยะเวลาที่เพียงพอเพื่อให้เกิดการตกตะกอนด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก

ตัวแปรสำหรับการออกแบบและควบคุมการดำเนินงานของถังตกตะกอน ได้แก่ อัตราน้ำล้นถังดังแสดงในตารางที่ 2-4 นอกจากนี้จะพิจารณาตัวแปรที่สำคัญอื่น ๆ ร่วมด้วย ได้แก่ ระยะเวลากักน้ำ อัตราน้ำล้นเวียร์ โครงสร้างทางเข้าและออกของน้ำ ระยะเวลากักน้ำจะขึ้นกับขนาดพื้นที่หน้าตัดและระดับความลึกของถัง โดยปกติระยะเวลากักน้ำของถังตกตะกอนขั้นที่สองควรมีค่าอยู่ในช่วง 2 - 4 ชม.

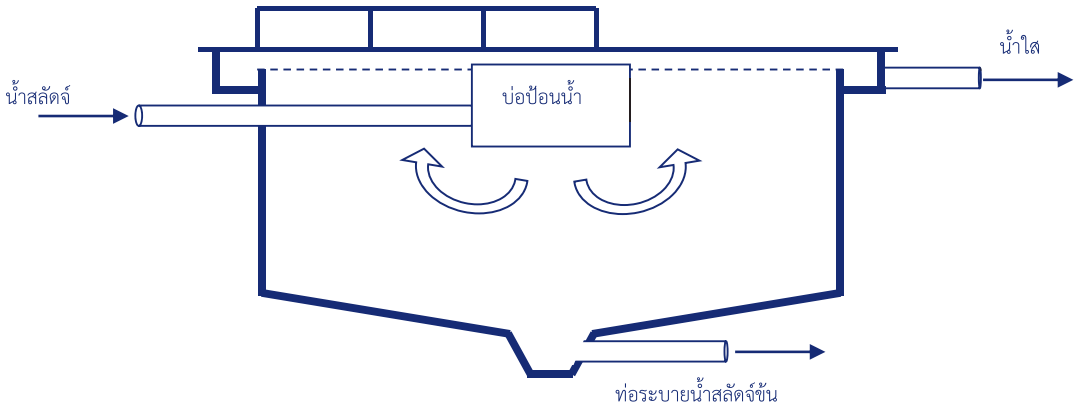
ตารางที่ 2-4 ค่าออกแบบสำหรับถังตกตะกอนของระบบเอเอสสำหรับบำบัดน้ำเสียชุมชน

ประเภทของระบบบำบัด	อัตราน้ำล้น (ลบ.ม./ตร.ม.-วัน)
ระบบเอเอสทั่วไป	16 – 28
ระบบเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลา	8 – 16

ที่มา: [14]

ถังตกตะกอนที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลส่วนใหญ่เป็นถังตกตะกอนทรงสี่เหลี่ยมจตุรัส ซึ่งเหมาะสำหรับระบบบัดน้ำเสียขนาดเล็ก โดยไม่ต้องติดตั้งเครื่องกวาดตะกอนที่ก้นถัง และก่อสร้างได้ง่าย ซึ่งทำให้สามารถประหยัดค่าก่อสร้างจากการใช้ผนังร่วมกันได้ ส่วนถังตกตะกอนทรงกลมจะใช้เมื่อเส้นผ่านศูนย์กลางของถังมากกว่า 4 เมตรซึ่งสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลที่มีขนาดใหญ่

โครงสร้างทางเข้าของน้ำเสียเป็นแบบป้อนตรงกลางถัง (Center feed) น้ำเสียจะเข้าสู่ถังตกตะกอนตรงกลางถังผ่านทางท่อเข้าสู่บ่อป้อนน้ำ (feed well) ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ≥0.8 เมตร น้ำเสียจะกระจายตัวออกโดยรอบแล้วไหลลงสู่ด้านล่างแล้วไหลขึ้นล้นออกจากถังผ่านเวียร์และสลัดจ์จะจมลงสู่ก้นถัง ดังแสดงในรูปที่ 2-22 ท่อระบายน้ำสลัดจ์ข้นจะต่อเข้ากับบ่อเก็บน้ำสลัดจ์ที่ติดตั้งเครื่องสูบจมน้ำที่ทำหน้าที่สูบสลัดจ์กลับไปถังเติมอากาศและส่งส่วนหนึ่งไปกำจัด ถังตกตะกอนบางแห่งอาจติดตั้งเครื่องสูบจมน้ำที่ก้นถังตกตะกอนเพื่อสูบตะกอนออกจากถังโดยตรง หรือต่อท่อจากก้นถังตกตะกอนเข้าเครื่องสูบแบบหอยโข่งที่ติดตั้งบนพื้นดิน ซึ่งมีข้อได้เปรียบได้คือเรื่องของการบำรุงรักษา



รูปที่ 2-29 รูปตัดถังตกตะกอนทรงกลมที่แสดงบ่อป้อนน้ำ

รูปที่ 2-30 ถังตกตะกอนทรงสี่เหลี่ยม 2 ถังและบ่อเก็บน้ำสลัดจ์ระหว่างการใช้เครื่องสูบสลัดจ์กลับแบบจมน้ำ

รูปที่ 2-31 ถังตกตะกอนทรงสี่เหลี่ยมใช้เครื่องสูบสลัดจ์กลับแบบหอยโข่ง

โครงสร้างทางออกของน้ำจากถังตกตะกอนทั้งแบบกลมและแบบเหลี่ยมคือเวียร์ ซึ่งใช้สำหรับปรับระดับผิวน้ำให้เท่ากันทั้งถัง เวียร์ควรจะมีความยาวมากพอเพื่อไม่ให้เฮดที่เกิดขึ้นมีค่าสูงเกินไป มีการใช้เวียร์ทั้งแบบขอบสี่เหลี่ยมและแบบรอยบากรูปตัววี (V notch) ซึ่งเวียร์รูปตัววีจะให้การกระจายของน้ำได้ดีกว่าที่อัตราไหลของน้ำเสียต่ำ และต้องติดตั้งแผ่นกั้นตะกอนลอย (baffle) ด้านหน้าเวียร์เพื่อดักตะกอนลอยไม่ให้หลุดออกไปพร้อมกับน้ำล้นดังแสดงในรูปที่ 2-32

รูปที่ 2-32 เวียร์น้ำล้นและแผ่นกั้นตะกอนลอย

พื้นก้นถังตกตะกอนทรงสี่เหลี่ยมขนาดเล็กที่ไม่มีใบกวาดตะกอนควรเป็นรูปกรวยทำมุม 30-45 องศา ดังแสดงในรูปที่ 2-33 เพื่อไม่ให้มีสลัดจ์ตกค้างตามมุมของถังตกตะกอน ส่วนถังตกตะกอนทรงกลมที่มีใบกวาดพื้นควรมีความลาดเอียงเข้าหาหลุมรวบรวมสลัดจ์ประมาณ 40 - 100 มม./ม. ของเส้นผ่านศูนย์กลาง เพื่อช่วยให้สลัดจ์ถูกกวาดเข้าสู่หลุมรองรับสลัดจ์ได้สะดวกขึ้นเมื่อใบกวาดสลัดจ์ทำงาน

รูปที่ 2-33 ก้นถังรูปกรวยเหลี่ยมของถังตกตะกอน

สลัดจ์ที่ก้นถังตกตะกอนควรถูกถ่ายเทออกให้เร็วที่สุดเพื่อให้ได้จุลินทรีย์ที่ยังมีชีวิตกลับไปสู่ถังเติมอากาศ และยังช่วยป้องกันการเกิดสภาพไร้อากาศในถังตกตะกอน เนื่องจากออกซิเจนที่มีในถังตกตะกอนจะถูกจุลินทรีย์ใช้ไปเรื่อย ๆ จนเกิดสภาพไร้อากาศและทำให้จุลินทรีย์ตายกลายเป็นตะกอนสีดำลอยขึ้นสู่ผิวน้ำของถังตกตะกอน การสูบสลัดจ์กลับนอกจากจะช่วยทำให้ความเข้มข้นของ MLSS ในถังเติมอากาศให้มีค่าสูงตลอดเวลาแล้วยังช่วยให้มีน้ำที่มีออกซิเจนจากถังเติมอากาศหมุนเวียนเข้าถังตกตะกอน อัตราการสูบสลัดจ์กลับควรมีค่าสูงถึงร้อยละ 100 ของอัตราการสูบน้ำเสียเมื่อระบบบำบัดเกิดสภาวะล้มเหลวหรือมีความเข้มข้นของ MLSS ไม่เพียงพอในช่วงเริ่มเดินระบบใหม่ (startup) แต่ในสภาวะปกติอัตราการสูบสลัดจ์กลับอาจอยู่ในช่วงร้อยละ 40 - 60 ของอัตราการไหลของน้ำเสียขึ้นกับความเข้มข้นของ MLSS ที่มีอยู่ในถังเติมอากาศและในก้นถังตกตะกอน

4) ระบบกำจัดสลัดจ์ส่วนเกิน สลัดจ์ส่วนเกินที่จะนำไปทิ้งจะต้องรีดน้ำออกก่อนให้เป็นก้อนสลัดจ์หรือ sludge cake เพื่อให้มีปริมาตรลดลงและสามารถขนส่งไปกำจัดได้สะดวกหรือสามารถนำไปใช้ในพื้นที่การเกษตรโดยการหมักทำปุ๋ย ฝังกลบหรือเผาเพื่อกำจัดไข่หนอนพยาธิ อนุภาคของแข็งในสลัดจ์จากน้ำเสียชุมชนเป็นอนุภาคขนาดเล็ก อุ้มน้ำและมีประจุบนผิว คุณสมบัติเหล่านี้ทำให้การรีดน้ำสลัดจ์ทำได้ยาก ดังนั้นจึงต้องมีการปรับสภาพสลัดจ์เพื่อทำลายสภาพการแขวนลอยนี้เพื่อให้สามารถรีดน้ำออกด้วยเครื่องจักรกลได้

ระบบรีดน้ำสลัดจ์มีตั้งแต่เป็นระบบที่ใช้เครื่องมือง่าย ๆ ไปจนถึงการใช้เครื่องมือที่มีความซับซ้อน เครื่องมือง่าย ๆ จะเกี่ยวข้องกับการระเหยและการไหลซึมของน้ำ ได้แก่ ลานทรายตากสลัดจ์ (sand drying bed) ที่ต้องใช้เวลาหลายวันเพื่อให้สลัดจ์แห้ง ระบบที่ใช้เครื่องจักรกลซับซ้อนจะใช้ควบคู่กับการปรับสภาพสลัดจ์ด้วยโพลิเมอร์เพื่อให้รีดน้ำออกได้ง่ายขึ้น ได้แก่ เครื่อง filter press และ belt press สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลขนาดเล็กนิยมใช้ลานทรายตากสลัดจ์ เครื่องรีดน้ำสลัดจ์แบบ filter press สามารถรีดน้ำได้แห้งกว่าส่วนเครื่อง belt press เป็นที่นิยมใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนขนาดใหญ่และในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากสามารถรีดน้ำสลัดจ์ได้อย่างต่อเนื่อง การใช้เครื่องจักรกลในการรีดน้ำสลัดจ์จะใช้เวลาน้อยกว่าการใช้ลานทราย แต่การเดินเครื่องจักรรีดน้ำสลัดจ์ต้องการช่างประจำที่มีความชำนาญ

2.5.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบเอเอส

1) ปริมาณสารอินทรีย์ที่ให้กับระบบต่อวัน น้ำหนักสารอินทรีย์หรืออัตราภาระสารอินทรีย์ที่เข้าระบบบำบัดน้ำเสียต่อวันจะส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยพิจารณาได้จาก 2 ตัวแปรดังต่อไปนี้คือ

1.1) อัตราการให้อาหารต่อมวลชีวภาพ (Food/Mass) หรือ F/M หมายถึงอัตราส่วนของอาหารที่ป้อนเข้าถังเติมอากาศต่อมวลชีวภาพที่มีอยู่ต่อวัน เป็นค่าที่ใช้ออกแบบและควบคุมระบบเอเอส ซึ่งหมายถึงปริมาณสารอินทรีย์ หรือ BOD_5 (F) ที่เข้าสู่ระบบต่อมวลชีวภาพในถังเติมอากาศ (M) ต่อวัน ซึ่งมวลชีวภาพคือค่า MLVSS ในถังเติมอากาศ และสามารถเขียนในรูปสมการได้ดังนี้

$$F/M = \frac{QS_0}{VX}$$

เมื่อ F/M = อัตราส่วนอาหารต่อมวลชีวภาพ (วัน$^{-1}$)

Q = อัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสียต่อวัน (ลบ.ม./วัน)

S_0 = ค่า BOD_5 ของน้ำเสีย (มก./ล.)

V = ปริมาตรน้ำของถังเติมอากาศ (ลบ.ม.)

X = MLVSS ในถังเติมอากาศ (มก./ล.) ซึ่งปกติมีค่าประมาณ 0.7 ถึง 0.8 ของ MLSS

ถ้า F/M สูง หมายความว่าจุลินทรีย์ในบ่อเติมอากาศอยู่ในสภาวะที่มีอาหารหรืออัตราภาระสารอินทรีย์สูง ทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว MLSS จะอยู่ในลักษณะกระจัดกระจายไม่รวมตัวเป็นฟล็อกและตกตะกอนได้ไม่ดี ทำให้น้ำล้นจากถังตกตะกอนมีความขุ่นสูงและมีค่า BOD สูง แต่ถ้า F/M ต่ำหมายความว่าจุลินทรีย์ในบ่อเติมอากาศอยู่ในสภาวะที่ขาดแคลนสารอินทรีย์ จุลินทรีย์เจริญเติบโตน้อยลง MLSS รวมตัวเป็นฟล็อกที่ไม่ดีและตกตะกอนได้แต่ไม่หมด ฟล็อกเป็นก้อนเล็กกระจาย (pin floc) แขวนลอยในน้ำ ทำให้น้ำล้นจากถังตกตะกอนมีความขุ่นสูง ค่า F/M ที่เหมาะสมกับระบบเอเอสแบบต่าง ๆ จะไม่เท่ากันขึ้นกับรูปทรงและลักษณะการไหลเข้าระบบของน้ำเสีย ดังแสดงในตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 ตัวแปรที่ใช้ออกแบบระบบเอเอสประเภทต่าง ๆ สำหรับน้ำเสียชุมชน

ประเภทของระบบเอเอส	อายุสลัดจ์ (วัน)	F/M (ก.BOD_5/ก. MLVSS-วัน)	อัตราภาระบีโอดีต่อปริมาตร (กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน)	MLSS (มก./ล.)	ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (ชม.)
ธรรมดา	5 – 15	0.2 – 0.4	0.3 – 0.6	1,500 – 3,000	4 – 8
ผสมสมบูรณ์	5 – 15	0.2 – 0.6	0.3 – 1.6	2,500 – 4,000	3 – 5
เติมอากาศยืดเวลา	20 – 30	0.05 – 0.15	0.1 – 0.4	3,000 – 6,000	18 – 36
เอสบีอาร์	10 – 30	0.05 – 0.3	0.1 – 0.4	1,500 – 5,000	12 – 50
คูวนเวียน	10 – 30	0.05 – 0.3	0.1 – 0.4	3,000 – 6,000	8 – 38

ที่มา: [11] [14]

1.2) อัตราภาระบีโอดีต่อปริมาตรถังเติมอากาศ หมายถึงปริมาณสารอินทรีย์ (BOD) ที่เข้าสู่ถังเติมอากาศต่อปริมาตรน้ำในถังเติมอากาศต่อวัน ถ้าอัตราภาระบีโอดีต่อปริมาตรสูงจะมีผลทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว อยู่ในสภาพกระจัดกระจาย ไม่รวมตัวเป็นฟล็อกเช่นเดียวกันกับระบบที่อยู่ในสภาวะค่า F/M สูง แต่ถ้าอัตราภาระ BOD ต่อปริมาตรมีค่าต่ำจะมีผลทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตน้อยลง ฟล็อกมีลักษณะเป็นก้อนเล็กรวมตัวเป็นฟล็อกที่ไม่ดีเช่นเดียวกันกับระบบที่อยู่ในสภาวะ F/M ต่ำ ตารางที่ 2-4 แสดงอัตราภาระบีโอดีต่อปริมาตรที่เหมาะสมสำหรับระบบเอเอสแบบต่าง ๆ จากการลงพื้นที่สำรวจระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลช่วงปี พ.ศ. 2562 - 2563 พบว่าระบบบำบัดน้ำเสียหลายแห่งมีขนาดถังเติมอากาศใหญ่กว่าปริมาณน้ำเสียที่เข้าระบบมาก เช่น โรงพยาบาลขนาด 30 เตียงแต่ใช้ระบบบำบัดน้ำเสียที่สามารถรองรับน้ำเสียได้ 150 ลบ.ม./วัน เป็นต้น ทำให้อัตราภาระบีโอดีต่อปริมาตรถังเติมอากาศต่ำกว่า 0.08 กก.BOD/ลบ.ม.-วัน ซึ่งน้อยกว่าค่าต่ำสุดของระบบเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลา ส่งผลทำให้ความเข้มข้นของ MLSS ในถังเติมอากาศต่ำ ค่า SV30 ต่ำกว่า 100 มล./ล. เนื่องจากถังเติมอากาศมีขนาดใหญ่เกินไป

2) อายุสลัดจ์ (Sludge age) หมายถึงระยะเวลาที่จุลินทรีย์หรือสลัดจ์คงค้างอยู่ในระบบเอเอสก่อนจะถูกกำจัดออกจากระบบ จุลินทรีย์ในระบบถูกกำจัดออกได้ 2 ทางคือ

(1) การสูบสลัดจ์ทิ้งทางลานทรายตากสลัดจ์หรือเครื่องรีดน้ำสลัดจ์

(2) จุลินทรีย์ล้นออกจากถังตกตะกอนไปกับน้ำทิ้ง จุลินทรีย์จะรวมตัวเป็นฟล็อกได้ดีเมื่อจุลินทรีย์มีอายุมากพอถึงค่าที่เหมาะสม เช่น 5 ถึง 30 วัน (ตารางที่ 2-5)

อายุของสลัดจ์สามารถสังเกตได้จากสีของสลัดจ์ในถังเติมอากาศดังนี้ (1) สลัดจ์อายุที่มีอายุน้อยเกินไปสีน้ำตาลอ่อน (รูปที่ 2-34 ก) จะพบฟองสีขาวขนาดใหญ่บนผิวน้ำถังเติมอากาศ เป็นสภาวะที่ระบบมีค่า F/M สูง จุลินทรีย์เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ไม่รวมตัวกันเป็นฟล็อกตกตะกอนไม่ดี น้ำที่ออกจากระบบขุ่นค่า MLSS ต่ำ (2) สลัดจ์ที่มีอายุในช่วงเหมาะสมจะมีสีน้ำตาลเข้ม จะพบฟองสีขาวแตกง่ายบนผิวน้ำ จุลินทรีย์รวมตัวเป็นฟล็อกตกตะกอนได้ดี (3) ส่วนสลัดจ์ที่มีอายุมากเกินไปจะมีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ (รูปที่ 2-34 ค) จะพบฟองสีน้ำตาลดำหรือสีขาวขนาดใหญ่ที่มีลักษณะเหนียวแตกยาก เป็นสภาวะที่ระบบมีค่า F/M ต่ำ จุลินทรีย์เจริญเติบโตน้อยลง จุลินทรีย์ตกตะกอนได้เร็ว น้ำขุ่นมีฟล็อกขนาดเล็ก (pin floc) แขวนลอยอยู่ น้ำออกจากถังตกตะกอนขุ่น ค่า MLSS สูง

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 2-34 สีของสลัดจ์ตามอายุ (ก) อายุสลัดจ์อ่อน (ข) อายุสลัดจ์แก่ปานกลาง (ค) อายุสลัดจ์แก่ที่สุด

3) ออกซิเจนละลาย (Dissolved oxygen, DO) ภายในถังเติมอากาศจะต้องรักษาค่า DO ให้มากกว่า 0.5 มก./ล. ทุกตำแหน่งตลอดช่วงความลึกของถังเติมอากาศเพื่อไม่ให้เกิดสภาพไร้อากาศขึ้นในถัง และเพื่อให้มั่นใจว่าทุกตำแหน่งในถังเติมอากาศจะมีค่า DO มากกว่า 0.5 มก./ล. จึงควรรักษาค่า DO ของน้ำที่ล้นออกจากถังเติมอากาศให้มีค่ามากกว่า 2.0 มก./ล. และจะเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานถ้ารักษาค่า DO สูงกว่า 2 มก./ล. จากการศึกษาพบว่าเมื่อตัวแปรอื่น ๆ คงที่อัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ของแบคทีเรียจะไม่แตกต่างกันในช่วงของค่า DO จาก 0.3 ถึง 8 มก./ล. [15]

นอกจากทำให้ออกซิเจนละลายลงในน้ำแล้วเครื่องเติมอากาศยังทำหน้าที่ผสมองค์ประกอบทุกอย่างในถังเติมอากาศให้เป็นเนื้อเดียวกัน เพื่อให้จุลินทรีย์ได้สัมผัสกับน้ำเสียที่ถูกป้อนเข้าถัง และทำให้ MLSS อยู่สภาพแขวนลอยอยู่ตลอดเวลาและไม่ตกตะกอนภายในถังเติมอากาศ ถ้าอัตราการให้อากาศน้อยเกินไปจนทำให้การผสมไม่เพียงพอสลัดจ์จะตกตะกอนทับถมภายในถังเติมอากาศและเกิดสภาพไร้อากาศทำให้สลัดจ์ตายกลายเป็นตะกอนลอยขึ้นผิวน้ำ แต่การเติมอากาศที่มากเกินไปอาจทำให้ฟล็อกแตกออกเป็นฟล็อกขนาดเล็กและตกตะกอนไม่ดีในถังตกตะกอน

การตกตะกอนของฟล็อกอาจเกิดปัญหาขึ้นได้เมื่อ DO ภายในถังเติมอากาศมีค่าไม่เหมาะสม โปรโตซัวและโรติเฟอร์ซึ่งช่วยในการตกตะกอนต้องการค่า DO สูงกว่าแบคทีเรีย นอกจากนี้ควรรักษาค่า DO ของน้ำทิ้งที่ล้นออกจากถังตกตะกอนให้มากกว่า 0.3 มก./ล. เพื่อป้องกันปัญหาสลัดจ์ลอยจากปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันเนื่องจากสลัดจ์ด้านล่างของถังตกตะกอนขาดออกซิเจน [15]

สำหรับระบบเอเอสแบบเอสบีอาร์ในช่วงที่ป้อนน้ำเสียเข้าถังและเพิ่งเริ่มเดินเครื่องเติมอากาศเป็นช่วงที่อัตราภาระบีโอดีมีค่าสูงกว่าอัตราการให้ออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศ ค่า DO อาจจะเริ่มจาก 0 มก./ล. หลังจากนั้นค่า DO ในถังจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนมีค่ามากกว่า 2 มก./ล. แสดงว่าสารอินทรีย์ในถังเติมอากาศถูกย่อยสลายหมดแล้ว และในช่วงที่ไม่มีน้ำเสียเข้าจะต้องรักษาค่า DO ในถังเติมอากาศให้มากกว่า 2 มก./ล. ตลอดเวลา สำหรับระบบเอเอสแบบคูวนเวียนจะต้องควบคุม DO ในน้ำหลังเครื่องเติมอากาศให้มีค่ามากกว่า 2 มก./ล. และในน้ำก่อนถึงเครื่องเติมอากาศมีค่ามากกว่า 0.5 มก./ล. ระบบเอเอสแบบคูวนเวียนสามารถนำมาใช้กำจัดไนโตรเจนด้วยการควบคุม DO ให้มีค่าสูงหลังการเติมอากาศและมีค่าต่ำเกือบเป็นศูนย์ก่อนถึงเครื่องเติมอากาศ ในการควบคุมจะต้องตรวจสอบค่า DO อย่างสม่ำเสมอและจะต้องปรับตำแหน่งการเติมน้ำเสีย

และสลัดจ์สูบกลับระบบควนเวียนเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันที่เหมาะสม แต่สิ่งสำคัญที่ต้องควบคุมคือจะต้องให้น้ำล้นจากถังเติมอากาศเข้าถังตกตะกอนมีค่า DO ประมาณ 2 มก./ล. เพื่อทำให้สลัดจ์ในถังตกตะกอนและในบ่อสูบยังคงมี DO หลงเหลือ ในการควบคุมการเติมอากาศของระบบควนเวียนจะใช้ประตูน้ำในการควบคุมระดับน้ำในถังเติมอากาศเพื่อให้โรเตอร์ตีน้ำได้เหมาะสมและทำให้น้ำไหลด้วยความเร็วเหมาะสม ปกติควรปรับให้โรเตอร์จมน้ำประมาณ 15 ซม.

4) ธาตุอาหาร เซลล์ของจุลินทรีย์ประกอบด้วยธาตุต่าง ๆ หลัก ได้แก่ คาร์บอนร้อยละ 50 ออกซิเจนร้อยละ 30 ไนโตรเจนร้อยละ 7 ถึง 14 ไฮโดรเจนร้อยละ 7 และฟอสฟอรัสร้อยละ 1 ถึง 2 ของน้ำหนักแห้ง และธาตุที่พบในปริมาณน้อย ได้แก่ โปรแทสเซียม โซเดียม แมกนีเซียม ซัลเฟอร์ แคลเซียม คลอไรด์และเหล็กเป็นต้น [13] การสังเคราะห์เซลล์จุลินทรีย์ใหม่ในระบบบำบัดน้ำเสียจะดำเนินต่อไปได้ถ้าในน้ำเสียมีองค์ประกอบของธาตุต่าง ๆ ดังกล่าวอย่างเพียงพอ โดยปกติในน้ำเสียของโรงพยาบาลมีแร่ธาตุที่จุลินทรีย์ต้องการอย่างเพียงพอ

ปริมาณความต้องการไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจะขึ้นกับค่า BOD_5 ของน้ำเสีย โดยปกติอัตราส่วน $BOD_5/N/P$ ที่เหมาะสมมีค่าเท่ากับ 100/5/1 การขาดธาตุอาหารจะทำให้แบคทีเรียเส้นใยเจริญเติบโตได้ดีกว่าแบคทีเรียสร้างฟล็อกและทำให้สลัดจ์ไม่จมตัวเรียกว่าสลัดจ์อืด (Bulking sludge)

5) ระยะเวลาในการบำบัด ระยะเวลาที่น้ำถูกเก็บกักไว้ในถังก่อนถูกระบายออกเรียกว่าระยะเวลาเก็บกักน้ำซึ่งเท่ากับระยะเวลาบำบัดน้ำเสียของถังเติมอากาศ น้ำเสียจะต้องถูกบำบัดในถังเติมอากาศในระยะเวลาที่เพียงพอไม่มากจนเกินไปและไม่น้อยจนเกินไป ตัวอย่างเช่น ในระบบเอเอสแบบผสมสมบูรณ์ถ้าระยะเวลาเก็บกักน้ำของถังเติมอากาศอยู่ในช่วง 18 ถึง 36 ชม. จะเป็นระบบเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลาที่มีอายุสลัดจ์แก่และ F/M ต่ำ แต่ถ้าระยะเวลาเก็บกักน้ำมากกว่า 72 ชม. ควรเดินระบบบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศ เนื่องจากค่า MLSS จะมีค่าต่ำมาก เป็นต้น สำหรับถังตกตะกอนถ้าระยะเวลาเก็บกักน้ำของถังตกตะกอนน้อยกว่า 2 ชั่วโมง จะมีผลทำให้สลัดจ์ตกตะกอนไม่ดี เนื่องจากระยะเวลาในการตกตะกอนไม่เพียงพอ แต่ถ้าระยะเวลาเก็บกักน้ำมากไป เช่น มากกว่า 6 ชม. สลัดจ์ถูกเก็บกักในถังตกตะกอนนานเกินไปออกซิเจนจะถูกสลัดจ์ใช้ไปเรื่อยจนอาจหมดและทำให้สลัดจ์เน่าได้และลอยขึ้นผิวน้ำ

6) พีเอช (pH) ค่า pH ที่เหมาะสมสำหรับจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศอยู่ในช่วง 6.5 – 8.5 ถ้าค่า pH ต่ำกว่า 6.5 สลัดจ์จะตกตะกอนไม่ดี ค่า pH ของน้ำในถังเติมอากาศที่ต่ำกว่า 6 อาจเกิดจากปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันซึ่งในปฏิกิริยาผลิตกรดทำให้ค่า pH ลดลง ผู้ควบคุมจะปรับค่า pH ด้วยด่าง

7) สารพิษ สารพิษที่ออกฤทธิ์เร็วจะทำให้จุลินทรีย์ตายในระยะเวลาสั้น เช่น ไซยาไนด์ คลอรีน น้ำยาฆ่าโรคอื่น ๆ ส่วนสารพิษที่ออกฤทธิ์ช้าจะสะสมไว้ภายในเซลล์ของจุลินทรีย์ และตายในที่สุด เช่น โลหะหนักเป็นต้น

8) การผสม การผสมในถังเติมอากาศเกิดจากเครื่องเติมอากาศ นอกจากป้องกันการตกตะกอนของจุลินทรีย์ ยังทำให้จุลินทรีย์สัมผัสน้ำเสียอย่างทั่วถึง ไม่เกิดการไหลลัดวงจร และการผสมสมบูรณ์ทำให้ทุกจุดในถังเติมอากาศมีความเข้มข้นเท่ากัน

9) อัตราการไหลของน้ำเสีย อัตราการไหลของน้ำเสียที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ระยะเวลาบำบัดในถังเติมอากาศลดลงและทำให้อัตราภาระสารอินทรีย์เพิ่มขึ้น และมีผลทำให้ระยะเวลาเก็บกักน้ำในถังตกตะกอนลดลง และอัตราการไหลของน้ำเสียควรมีค่าสม่ำเสมอ

2.5.3 ประเภทของระบบเอเอส

ระบบเอเอสมีหลายรูปแบบซึ่งแตกต่างกันตามลักษณะของการไหลเข้าของน้ำเสียแบบต่อเนื่องหรือไม่ต่อเนื่อง การไหลของน้ำเสียภายในถังเติมอากาศและรูปทรงของถังเติมอากาศ อาจพิจารณาแบ่งระบบเอเอสออกเป็น 2 กลุ่มตามอัตราภาระสารอินทรีย์ ได้แก่ (1) กลุ่มที่ออกแบบและเดินระบบที่ค่า F/M ปานกลางและอายุสลัดจ์ปานกลาง ได้แก่ ระบบเอเอสแบบธรรมดาและระบบเอเอสแบบผสมสมบูรณ์ และ (2) กลุ่มที่ออกแบบและเดินระบบที่ค่า F/M ต่ำและอายุสลัดจ์สูง ได้แก่ ระบบเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลา ระบบเอเอสแบบคูวนเวียนและระบบเอเอสแบบเอสบีอาร์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ระบบเอเอสแบบธรรมดา (Conventional activated sludge) เป็นระบบเอเอสแบบแรกที่มีการใช้งาน น้ำเสียภายในถังจะเกิดการกวนผสมเฉพาะในแนวตั้งและไม่เกิดการผสมในแนวระนาบ (รูปที่ 2-35) น้ำเสียจะไหลไปตามความยาวของถัง เรียกลักษณะการไหลแบบนี้ว่าการไหลตามกัน (Plug flow) ถังปฏิกรณ์ประเภทนี้นิยมใช้ระบบเติมอากาศแบบหัวฟู่ สลัดจ์หรือจุลินทรีย์จะถูกส่งกลับเข้าสู่ถังเติมอากาศบริเวณต้นทางและผสมกับน้ำเสีย ทำให้บริเวณต้นถังมีความต้องการออกซิเจนสูงและอาจสูงกว่าปริมาณออกซิเจนที่ได้รับจากหัวฟู่ในบริเวณดังกล่าว เนื่องจากรูปแบบของการไหลที่ไม่มีการผสมของน้ำภายในถังในแนวระนาบ ทำให้มีความเสี่ยงต่อการที่ระบบจะเสียหายจากการเกิดสารพิษหรือสารอินทรีย์ปริมาณสูงที่เข้าสู่ระบบอย่างกะทันหัน (Shock load) จึงไม่นิยมใช้ระบบประเภทนี้สำหรับบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ข้อดีของการใช้ระบบนี้คือสลัดจ์ที่ได้รวมตัวกันเป็นฟล็อกที่ตกตะกอนได้ดี และไม่มีปัญหาสลัดจ์อืด

รูปที่ 2-35 ระบบเอเอสแบบธรรมดา

2) ระบบเอเอสแบบกวนผสมสมบูรณ์ (Completely Mixed Activated Sludge) เป็นระบบเอเอสที่ออกแบบให้มีการผสมอย่างสมบูรณ์ ทำให้ความเข้มข้นของสารต่าง ๆ มีค่าเท่ากันตลอดทั่วถังเติมอากาศ (รูปที่ 2-36) น้ำเสียที่ไหลเข้าสู่ถังจะเกิดการผสมกับน้ำที่มีอยู่ภายในถังอย่างรวดเร็วทำให้ความเข้มข้นของน้ำเสียเกิดการเจือจางลงทันที ซึ่งมีผลทำให้ระบบมีความคงทนต่อสภาวะ Shock load ของสารพิษและสารอินทรีย์ปริมาณสูง นิยมใช้ระบบเอเอสแบบนี้สำหรับบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 2-36 ระบบเอเอสแบบผสมสมบูรณ์ขนาด (ก) 800 เตียง (ข) 300 เตียง (ค) 60 เตียง

3) ระบบเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลา (Extended Aeration) เป็นระบบเอเอสแบบผสมสมบูรณ์ที่มีถังเติมอากาศขนาดใหญ่ เหมาะสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็ก ออกแบบให้มีค่า F/M 0.05 ถึง 0.15 และอายุสลัดจ์ 20 ถึง 30 วัน ซึ่งแบคทีเรียในถังเติมอากาศจะถูกรักษาให้อยู่ในสภาวะที่มีความเข้มข้นสารอินทรีย์ต่ำและมีมวลชีวภาพสูง เรียกว่าสภาวะการเจริญเติบโตแบบเอนโดจีนัส (Endogenous growth) ในสภาวะนี้สารอินทรีย์เกือบทั้งหมดจะถูกนำไปใช้ในการสร้างพลังงาน ทำให้เกิดเซลล์ใหม่ไม่มากนักและอาจไม่ต้องกำจัดสลัดจ์ส่วนเกิน แต่ในทางปฏิบัติจะพบการสะสมของแข็งที่ย่อยสลายไม่ได้ภายในถังเติมอากาศ ส่งผลให้ความเข้มข้นของ MLSS เพิ่มสูงขึ้นตามเวลา จึงยังคงต้องมีระบบกำจัดสลัดจ์ออกเป็นครั้งคราว

4) ระบบเอเอสแบบคูวนเวียน (Oxidation Ditches) เป็นระบบเอเอสที่ออกแบบให้มีค่า F/M ต่ำและอายุสลัดจ์สูงเช่นเดียวกันกับระบบเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลา แตกต่างกันที่รูปทรงของถังเติมอากาศซึ่งมีลักษณะเป็นถังรูปวงรี (รูปที่ 2-37) ลักษณะของการไหลทางชลศาสตร์ในถังเป็นแบบไหลตามกัน (plug flow) ทั้งน้ำเสียและน้ำสลัดจ์จะถูกดันให้ไหลไปตามถังเติมอากาศแบบแคบ ๆ รูปวงรีด้วยเครื่องเติมอากาศแบบกลที่ติดตั้งเหนือผิวน้ำตามทิศทางการไหล เช่น เครื่องเติมอากาศแบบแปรงหรือแบบเจ๊ท ทำให้น้ำไหลด้วยความเร็ว 0.2 - 0.3 เมตร/วินาทีส่งผลให้จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศแขวนลอยอยู่ตลอดเวลา ความลึกน้ำมีค่าเท่ากับ 1.5 เมตร ปัจจุบันมีการพัฒนาถังเติมอากาศแบบนี้ให้มีความลึกเพิ่มขึ้นเพื่อใช้สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียขนาดใหญ่ และใช้ระบบการเติมอากาศแบบหัวฟู่ร่วมกับเครื่องกวนผสมเพื่อใต้น้ำ หรือใช้เครื่องเติมอากาศแบบเจ๊ทที่ทำหน้าที่เติมอากาศและผลักดันน้ำในถังเติมอากาศ ข้อดีของการใช้ระบบคูวนเวียนคือสลัดจ์ที่ได้รวมตัวกันเป็นฟล็อกที่ตกตะกอนได้ดี

เมื่อน้ำสลัดจ์ไหลผ่านเครื่องเติมอากาศความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นทันทีและความเข้มข้นของออกซิเจนจะมีค่าลดลงตามระยะทางของการไหล และสามารถปรับแต่งระบบเอเอสแบบคูวนเวียนให้เกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันและดีไนตริฟิเคชันในถังเดียวกันได้ด้วยการปรับตำแหน่งของจุดเติมน้ำเสีย ตำแหน่งปล่อยสลัดจ์สูบกลับและตำแหน่งเครื่องเติมอากาศ สำหรับการกำจัด BOD หรือไนตริฟิเคชันจะเกิดขึ้นเมื่อน้ำเสียไหลเข้าในตำแหน่งใกล้เครื่องเติมอากาศ

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 2-37 ระบบเอเอสแบบคูวนเวียนขนาด (ก) 800 เตียง (ข) 300 เตียง (ค) 60 เตียง

5) ระบบเอเอสแบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor, SBR) เป็นระบบเอเอสที่ออกแบบให้เดินระบบแบบแบตช์ ใช้เพียงถังเติมอากาศใบเดียว ไม่มีการใช้ถังตกตะกอน ไม่มีการสูบสลัดจ์กลับ การเติมอากาศและการตกตะกอนเกิดขึ้นในถังเติมอากาศ ทำให้การควบคุมระบบทำได้ง่าย การเติมน้ำเสียเข้าและระบายออกจากถังจะทำเมื่อครบรอบเวลาตามวัฏจักร โดยใช้ระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ โดยปกติจะประกอบด้วย 5 ขั้นตอนต่อเนื่องกันดังต่อไปนี้

(1) เติมน้ำเสีย (Fill) เป็นขั้นตอนการเติมน้ำเสียเข้าสู่ถังเติมอากาศ ปริมาตรของน้ำเสียในถังเติมอาจมีอยู่ที่ร้อยละ 25 ของถังเติมอากาศจากขั้นตอนพัก และเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 100 ในช่วงของการเติมน้ำเสีย ในช่วงนี้จะเดินเครื่องเติมอากาศเพื่อผสมน้ำเสียและน้ำสลัดจ์ จุลินทรีย์จะดูดซึมสารอินทรีย์เข้าสู่เซลล์อย่างรวดเร็วและเริ่มปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ของมวลชีวภาพ ขั้นตอนนี้อาจใช้เวลาประมาณร้อยละ 25 ของเวลาทั้งหมด

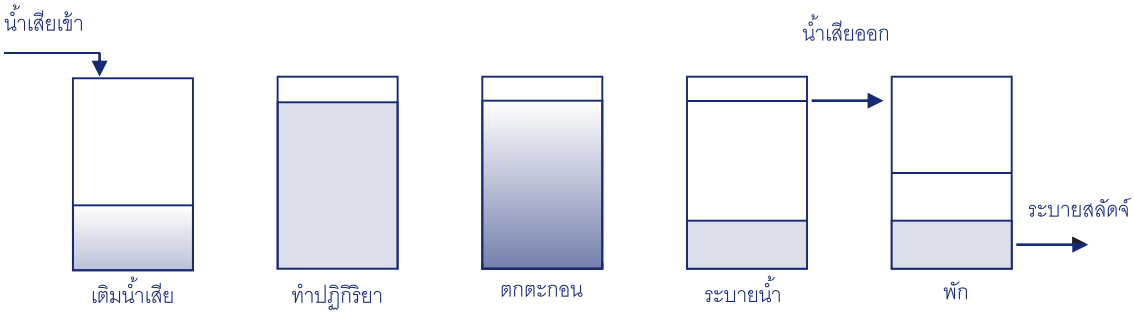
(2) ทำปฏิกิริยา (React) เป็นช่วงของการเกิดปฏิกิริยากำจัดสารอินทรีย์ด้วยการเติมอากาศ ซึ่งที่จริงแล้วปฏิกิริยาได้เริ่มตั้งแต่เติมน้ำเสียเข้าสู่ถังเติมอากาศแล้ว และเป็นการให้เวลาสำหรับการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ถูกดูดซับไว้ในเซลล์จนหมด ค่า DO จะต่ำมากช่วงแรกและค่อย ๆ สูงขึ้นจนมีค่ามากกว่า 2 มก./ล. สามารถใช้ค่า DO ในการตรวจสอบการย่อยสลายสารอินทรีย์ในถังเติมอากาศ ขั้นตอนนี้จะใช้เวลาประมาณร้อยละ 35 ของเวลาทั้งวัฏจักรขึ้นกับความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย

(3) ตกตะกอน (Settle) เป็นขั้นตอนการตกตะกอนของมวลชีวภาพด้วยการหยุดการทำงานของเครื่องเติมอากาศและปล่อยให้มวลชีวภาพตกตะกอนด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก เพื่อให้ได้น้ำทิ้งที่ใสก่อนจะระบายทิ้งออกจากถังเติมอากาศ และปกติสลัดจ์ในระบบเอสบีอาร์จะตกตะกอนได้ดีกว่าสลัดจ์ในระบบเอเอสแบบน้ำเสียไหลเข้าอย่างต่อเนื่อง ขั้นตอนนี้อาจใช้เวลาในช่วงร้อยละ 10 ถึง 15 ของเวลาทั้งวัฏจักร (30 นาทีถึง 1 ชั่วโมง)

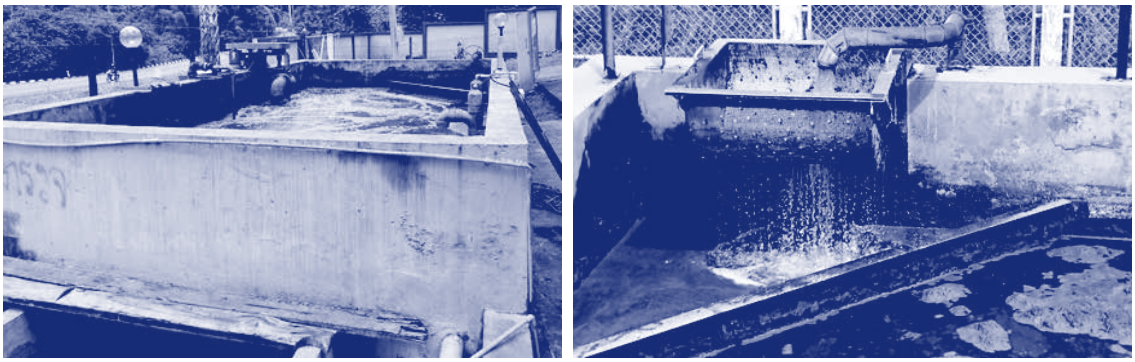
(4) ระบายน้ำออก (Draw) เป็นการกำจัดน้ำทิ้งออกจากถังเติมอากาศ โดยรักษาระดับน้ำเหนือชั้นสลัดจ์ที่ตกตะกอนแน่นแล้วประมาณ 0.6 - 1 เมตร ระบายน้ำทิ้งออกจากถังเติมอากาศด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก โดยใช้อุปกรณ์หลายรูปแบบ และบางแห่งใช้เครื่องสูบน้ำแบบลอยน้ำเพื่อสูบน้ำใสออกทิ้ง ขั้นตอนนี้อาจใช้เวลาในช่วงร้อยละ 5 ถึง 30 ของเวลาทั้งวัฏจักร

(5) พัก (Idle) สำหรับระบบที่ใช้ถังเติมอากาศเอสบีอาร์หลายใบ อาจใช้ขั้นตอนนี้เพื่อรอเวลาให้ถังเติมอากาศใบอื่นทำงานจบครบวัฏจักรก่อนที่จะเริ่มวัฏจักรการทำงานใหม่ ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ไม่จำเป็นอาจจะมีหรือไม่มีก็ได้

ระบบเอสบีอาร์ที่ใช้ในโรงพยาบาลส่วนใหญ่เป็นระบบที่ก่อสร้างมานานกว่า 20 ปี เป็นระบบเอสบีอาร์ที่สูบน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศอย่างสม่ำเสมอตามระดับน้ำเสียในบ่อสูบ โดยสูบน้ำเข้าถังเติมอากาศบริเวณที่มีแผ่นกั้น เพื่อให้น้ำเสียไหลลงด้านล่างก่อน (รูปที่ 2-38) แม้ในช่วงตกตะกอนไม่มีการเติมอากาศเป็นเวลา 1 ชั่วโมง น้ำเสียใหม่ที่เข้าถังจะไหลผ่านชั้นสลัดจ์ที่ตกตะกอนอยู่ สลัดจ์ในระบบเอสบีอาร์มีความสามารถในการดูดซับสารอินทรีย์ไว้ภายในเซลล์และของแข็งแขวนลอยถูกจับไว้ในฟล็อก และจะถูกออกซิไดซ์ในช่วงของการเติมอากาศ



(ก)



(ข)

รูปที่ 2-38 ระบบเอเอสแบบเอสบีอาร์ (ก) วัฏจักรการทำงาน (ข) ถังเติมอากาศและแผ่นกั้นน้ำเสีย

2.5.4 การคำนวณออกแบบระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์เบื้องต้น

ในหัวข้อนี้จะอธิบายวิธีการออกแบบระบบระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์เบื้องต้น ผู้ควบคุมควรมีความรู้ความเข้าใจการคำนวณออกแบบหาขนาดของถังต่าง ๆ และขนาดของเครื่องเติมอากาศ เพื่อที่จะสามารถควบคุมระบบเอเอสได้อย่างประสิทธิภาพตามที่ออกแบบไว้ และสามารถแก้ไขในกรณีที่ตัวแปรสำคัญที่ใช้ในการออกแบบมีการเปลี่ยนแปลงไปจากค่าเดิม เช่น อัตราการไหลของน้ำเสียต่อวัน และค่า BOD_5 และ TKN ของน้ำเสีย เป็นต้น ในการออกแบบระบบเอเอสจะต้องคำนวณหา (1) ปริมาตรของถังเติมอากาศ (2) น้ำหนักและปริมาตรสลัดจ์ที่เกิดขึ้นใหม่ต่อวันเพื่อใช้สำหรับออกแบบระบบกำจัดสลัดจ์ (3) ความต้องการออกซิเจนเพื่อใช้สำหรับออกแบบระบบเติมอากาศ และ (4) ขนาดของถังตกตะกอน

1) ปริมาตรถังเติมอากาศ โดยปกติผู้ออกแบบจะเลือกค่า F/M ที่เหมาะสมกับประเภทของระบบเอเอส ที่ต้องการออกแบบดังแสดงในตารางที่ 2-5 ซึ่งส่วนใหญ่จะเริ่มจากการออกแบบที่ค่า F/M ต่ำของระบบเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลา และอาจใช้ถังเติมอากาศแบบคูวนเวียนหรือแบบผสมสมบูรณ์ ในตารางที่ 2-4 ยังมีข้อมูลของอายุสลัดจ์และความเข้มข้นของ MLSS ของระบบเอเอสแต่ละประเภท ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีการใช้งานมาอย่างยาวนานสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน

$$F/M = \frac{QS_0}{VX}$$

เมื่อ F/M = Food - to - mass ratios (ก.BOD_5/ก.MLVSS-วัน)

Q = อัตราไหลน้ำเสียเข้าสู่ถังเติมอากาศ (ลบ.ม./วัน)

S_0 = ความเข้มข้นของ BOD_5 ในน้ำเสีย (มก./ล.)

V = ปริมาตรถังเติมอากาศ (ลบ.ม.)

X = ความเข้มข้นของจุลินทรีย์ที่มีชีวิต (มก./ล.) ในกรณีนี้จะหมายถึง MLVSS ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.7 – 0.8 MLSS ขึ้นกับอายุสลัดจ์ของระบบ และเพื่อให้เข้าใจง่ายจะเลือกใช้ค่าเท่ากับ 0.75 MLSS

ตัวอย่าง จงคำนวณหาปริมาตรของระบบบำบัดน้ำเสียแบบคูวนเวียนของโรงพยาบาลขนาด 120 ลบ.ม./วัน และมีค่า BOD_5 เท่ากับ 200 มก./ล. TKN เท่ากับ 45 มก./ล. ได้น้ำทิ้งที่มีค่า BOD_5 เท่ากับ 20 มก./ล. TKN เท่ากับ 10 มก./ล. จากตารางที่ 2-4 ค่า F/M จะอยู่ในช่วง 0.05 ถึง 0.3 และถ้าต้องการเดินระบบแบบเติมอากาศยืดเวลาจะเลือกค่า F/M ในช่วง 0.05 ถึง 0.15 และ MLSS 3,000 ถึง 6,000 มก./ล.

เลือก F/M = 0.1 และ MLSS = 3,500 มก./ล. (MLVSS = 0.7 MLSS) และความลึกน้ำ 1.5 ม.

แทนค่าตัวแปรในสมการเพื่อคำนวณปริมาตรถังเติมอากาศ

$$V = \frac{QS_0}{X(F/M)} = \frac{(120)(200)}{(0.7x3500)(0.1)} = 98 \text{ ลบ.ม.}$$

กำหนดความลึกน้ำ 1.5 ม. คำนวณหาพื้นที่หน้าตัดสำหรับก่อสร้างถังเติมอากาศ

$$A = \frac{98}{1.5} = 65.3 \text{ ตร.ม.}$$

นำขนาดพื้นที่ไปออกแบบถังเติมอากาศแบบคูวนเวียน โดยปริมาตรของถังที่ก่อสร้างจริงควรมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าที่คำนวณได้

2) น้ำหนักสลัดจ์ที่เพิ่มขึ้นและต้องทิ้งต่อวัน (ΔX_{SS}) ในการย่อยสลายอินทรีย์ของจุลินทรีย์ สารอินทรีย์ส่วนหนึ่งจะถูกเปลี่ยนไปเป็นเซลล์ใหม่ สัมประสิทธิ์ของการผลิตเซลล์ใหม่ต่อค่า BOD_5 ใช้สัญลักษณ์ Y_{obs} และแปรผกผันกับอายุสลัดจ์ Y_{obs} จะมีค่าต่ำเมื่ออายุสลัดจ์มีค่าสูง และมีค่าอยู่ในช่วง 0.2 ถึง 0.4 ก.MLVSS/ก.BOD_5 ที่ถูกกำจัด (สำหรับอายุสลัดจ์ 10 ถึง 30 วัน) ระบบเอเอสที่ออกแบบด้วยค่า F/M = 0.1 จะมีอายุสลัดจ์ประมาณ 25 วัน และค่า Y_{obs} = 0.25 ก.MLVSS/ก.BOD_5 น้ำหนักมวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้นต่อวันคำนวณได้ดังนี้

$$\Delta X_{SS} = Y_{obs}Q(S_0 - S_e) \times 10^{-3}$$

$$\Delta X_{TSS} = \Delta X_{SS} \frac{1}{0.7}$$

เมื่อ ΔXV_{SS} = น้ำหนักมวลชีวภาพ (MLVSS) ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (กก.VSS/วัน)

ΔX_{SS} = น้ำหนักสลัดจ์ (MLSS) ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (กก.SS/วัน)

Q = อัตราไหลน้ำเสียเข้าสู่ถังเติมอากาศ (ลบ.ม./วัน)

S_0 = ความเข้มข้นของ BOD5 ในน้ำเสีย (มก./ล.)

S_e = ความเข้มข้นของ BOD5 ในน้ำทิ้ง (มก./ล.)

10^{-3} = ตัวคูณสำหรับแปลงหน่วยให้เป็นกิโลกรัม

0.7 = ตัวหารเปลี่ยน MLVSS ให้เป็น MLSS (MLVSS = 0.7 MLSS)

แทนค่าตัวแปรในสมการเพื่อคำนวณหาน้ำหนัก MLVSS ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน

$$\Delta XV_{SS} = (0.25)(120)(200 - 20) \times 10^{-3} = 5.4 \text{ กก./วัน}$$

คำนวณให้เป็นน้ำหนักสลัดจ์ MLSS ที่เพิ่มขึ้น เมื่อ MLVSS = 0.7 MLSS

$$\Delta X_{SS} = \frac{5.4}{0.7} = 7.7 \text{ กก./วัน}$$

ถ้าไม่มีการทิ้งสลัดจ์ออกจากระบบจะทำให้สลัดจ์สะสมอยู่ในระบบ และสามารถคำนวณเป็นความเข้มข้นของ MLSS ที่เพิ่มขึ้นต่อวันในถังเติมอากาศได้ดังนี้

$$\text{ความเข้มข้น MLSS ที่เพิ่มขึ้น} = \frac{7.7 \times 1000}{98} = 78 \text{ มก./ล.}$$

ในน้ำเสียของโรงพยาบาลมีของแข็งแขวนลอยที่ย่อยสลายไม่ได้ปะปนอยู่ ถ้าสมมติให้มีค่าเท่ากับ 30 มก./ล. เมื่อรวมเข้ากับสลัดจ์ที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ความเข้มข้นของ MLSS และ SS มีค่าประมาณ 110 มก./ล. ต่อวัน ผู้ควบคุมอาจพิจารณาสูบสลัดจ์ออกไปกำจัดอาทิตย์ละ 1 ครั้งเพื่อรักษาความเข้มข้นของ MLSS ให้มีค่าคงที่

3) คำนวณความต้องการออกซิเจน ปริมาณออกซิเจน **(ΔO_2)** ที่ต้องการตามทฤษฎี สามารถคำนวณได้จาก (1) ค่า BOD_5 ของน้ำเสียที่ถูกกำจัด (2) ปริมาณสลัดจ์ที่ต้องทิ้งต่อวัน และ (3) ปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน โดยจะแสดงวิธีคำนวณความต้องการออกซิเจนในแต่ละหัวข้อที่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1) ปริมาณออกซิเจนสำหรับ BOD_5 ที่ถูกกำจัด คือปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการสำหรับใช้ออกซิไดซ์สารอินทรีย์ทั้งหมดไปเป็น CO_2 เพื่อให้ได้พลังงานคำนวณได้จากค่า BOD_5 ของน้ำเสียซึ่งมีค่าประมาณร้อยละ 70 ของสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ทั้งหมด (BOD_U) ดังนั้นจะต้องเปลี่ยน BOD_5 ให้เป็นค่า BOD_U ด้วยการใช้ตัวคูณที่เหมาะสม เช่น $BOD_5 = 0.7\ BOD_U$

ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการต่อวัน = อัตราไหลของน้ำเสีย x BOD_U ที่ถูกกำจัด

$$\Delta O_2 = Q(BOD_U \text{ น้ำเสีย} - BOD_U \text{ น้ำทิ้ง})$$

$$= \frac{Q(S_0 - S_e)}{f} \times 10^{-3}$$

เมื่อ ΔO_2 = ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการต่อวัน (กก./วัน)

Q = อัตราไหลน้ำเสียเข้าสู่ถังเติมอากาศ (ลบ.ม./วัน)

S_0 = ความเข้มข้นของ BOD_5 ในน้ำเสีย (มก./ล.)

S_e = ความเข้มข้นของ BOD_5 ในน้ำทิ้ง (มก./ล.)

f = สัดส่วนของ BOD_5 เทียบกับ BOD_U (0.7)

10^{-3} = ตัวคูณสำหรับแปลงหน่วยให้เป็นกิโลกรัม

แทนค่าตัวแปรในสมการเพื่อคำนวณหาปริมาณออกซิเจนที่ต้องการต่อวัน ค่า BOD_5 ของน้ำเสียเท่ากับ 200 มก./ล. และค่า BOD_5 ของน้ำทิ้งเท่ากับ 20

$$\Delta O_2 = \frac{120(200-20)}{0.7} \times 10^{-3} = 30.86 \text{ กก./วัน}$$

3.2) ปริมาณสลัดจ์ที่ต้องทิ้งต่อวัน เป็นสัดส่วนของ BOD_5 ของน้ำเสียที่ถูกกำจัดแต่ไม่ได้ใช้ออกซิเจน เนื่องจากสารอินทรีย์ทั้งหมดไม่ได้ถูกออกซิไดซ์เป็น CO_2 เพื่อให้ได้พลังงาน แต่สารอินทรีย์ส่วนหนึ่งถูกจุลินทรีย์นำไปสังเคราะห์เซลล์ใหม่ ซึ่งเป็นส่วนของสารอินทรีย์ที่ไม่ต้องการออกซิเจน ดังนั้นจึงต้องหักความต้องการออกซิเจนส่วนนี้ออกจากปริมาณออกซิเจนที่คำนวณได้ในขั้นแรก ซึ่งปกติปริมาณออกซิเจนส่วนนี้มีค่าเท่ากับ 1.42 เท่าของน้ำหนักมวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ดังนั้นปริมาณออกซิเจนที่ต้องจะเท่ากับ

ΔO_2 = (ปริมาณ BOD_U ที่ถูกใช้ไปทั้งหมด) - 1.42 (มวลชีวภาพที่เกิดขึ้นต่อวัน)

$$\Delta O_2 = \frac{Q(S_0-S_e)}{0.7} \times 10^{-3} - 1.42\,\Delta X_{VSS}$$

แทนค่าตัวแปรในสมการเพื่อคำนวณหาปริมาณออกซิเจนที่ต้องการต่อวัน

$$\Delta O_2 = \frac{120(200-20)}{0.7} \times 10^{-3} - 1.42(5.4) = 23.2 \text{ กก./วัน}$$

3.3) ปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน เป็นปฏิกิริยาที่ใช้ออกซิเจนอีกชนิดหนึ่งที่เกิดขึ้นในถังเติมอากาศโดยจุลินทรีย์กลุ่มพิเศษที่เปลี่ยนแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_4^+–N) เป็นไนเตรทไนโตรเจน (NO_3^-–N) และปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นเมื่ออายุสลัดจ์ในถังเติมอากาศมีค่ามากกว่า 10 วัน ระบบเอเอสของโรงพยาบาลส่วนใหญ่ออกแบบในช่วงเติมอากาศยืดเวลาที่อายุสลัดจ์สูงกว่าค่าดังกล่าว จึงเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันในระบบบำบัดน้ำเสียและช่วยลดค่า TKN ของน้ำทิ้งให้ได้ตามมาตรฐาน

ปกติ NH_4^+–N ที่มีอยู่ในน้ำเสียส่วนหนึ่งจะถูกแบคทีเรียใช้ไปในการสังเคราะห์เซลล์ใหม่ประมาณร้อยละ 12 ของน้ำหนักมวลชีวภาพที่เกิดขึ้นใหม่ [13] หรือเท่ากับ 5.4 มก./ล. ของ TKN เมื่อน้ำเสียมีค่า BOD_5 200 มก./ล.และค่า F/M 0.1 และ NH_4^+–N อีกส่วนหนึ่งยังคงค้างอยู่ในน้ำเสียที่บำบัดแล้ว ดังนั้นความเข้มข้นของ NH_4^+–N ที่ถูกใช้ในปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน (NO_x) หาได้จากสมการสมดุลมวลของไนโตรเจน (N) ดังต่อไปนี้

N ที่ถูกออกซิไดซ์ = ในน้ำเสีย – N ในน้ำทิ้ง – N ในมวลชีวภาพที่ผลิตขึ้น

หรือ $NO_x = TKN_0 - TKN_e - 0.12\Delta X_{VSS}/(Q\times10^{-3})$

เมื่อ **NO_x** = ความเข้มข้นของ ที่ถูกใช้ในปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน (มก./ล.)

TKN_0 = ค่าทีเคเอ็นในน้ำเสีย (มก./ล. เทียบเท่า NH_4^+–N)

TKN_e = ค่าทีเคเอ็นในน้ำทิ้ง (มก./ล. เทียบเท่า NH_4^+–N)

ΔX_{VSS} = น้ำหนักมวลชีวภาพที่ทิ้งต่อวัน (กก.VSS/วัน)

0.12 = สัดส่วนของไนโตรเจนในมวลชีวภาพ

Q = อัตราการไหลของน้ำเสียต่อวัน (ลบ.ม./วัน)

10^{-3} = ตัวคูณสำหรับแปลงหน่วยให้เป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการสำหรับออกซิไดซ์ $NH_4^+ - N$ ไปเป็น $NO_3^- - N$ ซึ่งหักปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนที่ถูกนำไปผลิตมวลชีวภาพแล้วมีค่าเท่ากับ 4.3 มก.O_2 /มก. $NH_4^+ - N$

$$NOD = 4.3\ Q\ (NO_x) \times 10^{-3}$$

เมื่อ NOD = ความต้องการออกซิเจนจากปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน (กก. O_2/วัน)

10^{-3} = ตัวคูณสำหรับแปลงหน่วยให้เป็นกิโลกรัม

แทนค่าตัวแปรในสมการเพื่อคำนวณหาปริมาณออกซิเจนที่ต้องการต่อวัน

$$NO_x = 45 - 15 - 0.12\ (5.4/(200 \times 10^{-3}))$$

$$= 26.8 \text{ มก./ล.}$$

$$NOD = 4.3\ (200)(26.8) \times 10^{-3}$$

$$= 23 \text{ กก. } O_2 \text{ /วัน}$$

ดังนั้นเมื่อรวมสมการความต้องการออกซิเจนทั้งหมด สามารถเขียนใหม่ได้ดังนี้

$$\Delta O_2 = \frac{Q(S_0 - S_e)}{0.7} \times 10^{-3} - 1.42\,\Delta X_{VSS} + 4.3\ Q\ (NO_x) \times 10^{-3}$$

แทนค่าตัวแปรในสมการเพื่อคำนวณหาปริมาณออกซิเจนที่ต้องการต่อวัน

$$\Delta O_2 = \frac{120(200-20)}{0.7} \times 10^{-3} - 1.42(5.4) + 4.3\ (200)(26.8) \times 10^{-3}$$

$$= 30.86 - 7.7 + 23.2 = 46.36 \text{ กก./วัน}$$

จากผลการคำนวณจะพบว่าปริมาณออกซิเจนที่ต้องใช้ในปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันมีค่าค่อนข้างสูง ซึ่งจะขึ้นกับค่า TKN ของน้ำเสียและ TKN ที่เหลือในน้ำทิ้งและปริมาณมวลชีวภาพที่เกิดขึ้นใหม่

3.4) เครื่องเติมอากาศแบบเครื่องกล ในถังเติมอากาศจะต้องติดตั้งเครื่องเติมอากาศเพื่อให้ปริมาณออกซิเจนที่เพียงพอสำหรับการกำจัดสารอินทรีย์และ TKN และทำหน้าที่ผสมน้ำเสียกับ MLSS เครื่องเติมอากาศที่นิยมใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลเป็นเครื่องเติมอากาศแบบเครื่องกล ซึ่งอัตราการถ่ายเทออกซิเจนที่ระบุในแคตาลอกมีค่าแตกต่างกันอยู่ในช่วง 1.5 ถึง 2.4 กก. O_2/กิโลวัตต์-ชม. ภายใต้สภาวะมาตรฐาน ซึ่งเป็นสภาวะที่ใช้ทดสอบเครื่องเติมอากาศโดยใช้น้ำประปาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส แต่ในการทำงานจริงอุณหภูมิของน้ำเสียในถังเติมอากาศจะสูงกว่า 20 องศาเซลเซียสและในน้ำเสียประกอบมลพิษหลากหลายชนิด จึงทำให้อัตราการถ่ายเทออกซิเจนที่สภาวะการใช้งานจริงของเครื่องเติมอากาศมีค่าลดลง ซึ่งอาจลดลงถึงร้อยละ 50 ของค่าที่ผู้ผลิตแจ้งไว้ เช่น ตัวอย่างเครื่องเติมอากาศแบบเจ๊ทที่ผู้ผลิตแจ้งไว้ในตารางที่ 2-6 ขนาด 1.5 kW ให้ปริมาณออกซิเจน 3 กก.O_2/ชม. ซึ่งเท่ากับอัตราการให้ออกซิเจน 2 กก.O_2/kW-ชม. ที่สภาวะมาตรฐาน ดังนั้นอัตราการถ่ายเทออกซิเจนที่สภาวะใช้งานจริงจะมีค่าประมาณ 1.0 กก. O_2/kW-ชม.

ตารางที่ 2-6 ตัวอย่างอัตราการให้ออกซิเจนของเครื่องเติมอากาศแบบเจ๊ทที่ขนาดของมอเตอร์ต่าง ๆ

ขนาดมอเตอร์		อัตราการถ่ายเทออกซิเจน	อัตราการถ่านเทออกซิเจน	ปริมาตรบ่อ	ความลึกน้ำ ต่ำสุด
HP	kW	(กก.O_2/-ชม.)	(กก.O_2/kW-ชม.)	(ลบ.ม.)	และสูงสุด (ม.)
2	1.5	3	2	100	1.5 – 2.5
3	2.2	4.5	2.25	150	1.5 – 2.5
5.5	4	8.2	2	300	1.5 – 3.5
7.5	5.5	11.2	2	400	1.5 – 3.5

ขนาดมอเตอร์ของเครื่องเติมอากาศสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลขนาด 120 ลบ.ม./วัน สามารถคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\text{ขนาดมอเตอร์ของเครื่องเติมอากาศ} = \frac{\text{ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการต่อชั่วโมง}}{\text{อัตราการให้ออกซิเจนต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง}}$$

อัตราการถ่ายเทออกซิเจนที่สภาวะใช้งานจริงของเครื่องเติมอากาศแบบเจ๊ทเท่ากับ 1.0 กก. O_2/kW-ชม. แทนค่าตัวแปรในสมการเพื่อคำนวณหาขนาดของมอเตอร์ของเครื่องเติมอากาศ

$$\text{ขนาดมอเตอร์ของเครื่องเติมอากาศ} = \frac{43.36 \text{ กก./วัน}}{1 \text{ กก./kW.ชม}} \frac{1 \text{ วัน}}{24 \text{ ชม.}} = 1.8 \text{ kW}$$

ดังนั้นเลือกใช้เครื่องเติมอากาศแบบเจ๊ทขนาด 2.2 kW

4) ถังตกตะกอน ตัวแปรสำหรับการคำนวณออกแบบขนาดของถังตกตะกอนได้แก่ อัตราน้ำล้นถังและระยะเวลาเก็บกักน้ำ อัตราน้ำล้นถังใช้สำหรับคำนวณหาพื้นที่หน้าตัดของถังตกตะกอน ส่วนระยะเวลาเก็บกักน้ำใช้สำหรับตรวจสอบความสูงของถังตกตะกอน และระยะเวลาเก็บกักน้ำควรมีค่ามากกว่า 2 ชม. ซึ่งอัตราน้ำล้นถังตกตะกอนสำหรับระบบเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลามีค่าเท่ากับ 8 - 16 ลบ.ม/ตร.ม.-วัน (ตารางที่ 2-3)

$$A = \frac{Q}{L_A}$$

เมื่อ A = พื้นที่หน้าตัดถังตกตะกอน (ตร.ม.)

Q = อัตราการไหลของน้ำเสียต่อวัน (ลบ.ม./วัน)

L_A = อัตราน้ำล้นผิวถังตกตะกอน เลือกที่ 10 ลบ.ม/ตร.ม.-วัน

แทนค่าตัวแปรในสมการเพื่อคำนวณหาขนาดพื้นที่หน้าตัดของถังตกตะกอน

$$A = \frac{120}{10} = 12 \text{ ตร.ม.}$$

เลือกก่อสร้างถังตกตะกอนแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ความกว้างและความยาวของถังตกตะกอน = $\sqrt{12}$ = 3.46 3.5 ม.

ปกติความสูงของถังตกตะกอนจะเท่ากับ = 2 ม. (ไม่รวมความสูงของกรวย)

ปริมาตรถังตกตะกอน = 3.5 x 3.5 x 2 = 24.5 ลบ.ม.

ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (HRT) = $\frac{V}{Q}$

เมื่อ HRT = ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (ชม.)

V = ปริมาตรน้ำในถังตกตะกอน (ลบ.ม.)

Q = อัตราการไหลของน้ำเสียต่อวัน (ลบ.ม./ชม)

แทนค่าตัวแปรในสมการเพื่อคำนวณหาระยะเวลาเก็บกักน้ำของถังตกตะกอน

$$HRT = \frac{24.5}{(120/24)} = 4.9 \text{ ชม.}$$

2.5.5 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบสำเร็จรูป (Package wastewater treatment plant)

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบสำเร็จรูปเป็นถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายในปัจจุบัน แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ (1) ถังบำบัดแบบไร้อากาศ ที่ใช้เป็นถังพักของกากตะกอนจากห้องน้ำเป็นหลัก ไม่สามารถบำบัดน้ำเสียได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้ง และ (2) ถังบำบัดแบบใช้อากาศ ซึ่งออกแบบและเดินระบบเช่นเดียวกับระบบเอเอส ในหลายประเทศจะใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบสำเร็จรูปสำหรับบ้านเรือนที่ไม่อยู่ในพื้นที่ให้บริการระบบท่อรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียส่วนกลาง และอาจใช้ระบบซึมน้ำในกรณีที่ไม่สามารถระบายน้ำทิ้งลงแหล่งน้ำสาธารณะ ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปแบบใช้อากาศหลายแบบมีช่องแบ่งภายในที่ประกอบด้วยช่องเก็บกากตะกอนที่ไม่เติมอากาศและช่องเติมอากาศเพื่อให้ได้น้ำทิ้งที่ผ่านมาตรฐานน้ำทิ้ง และในถังบำบัดสำเร็จรูปบางชนิดมีการเพิ่มประสิทธิภาพด้วยการเพิ่มตัวกลางให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตแบบเกาะติดบนตัวกลาง มีทั้งแบบตัวกลางอยู่กับที่และแบบตัวกลางเคลื่อนที่ ซึ่งใช้เป็นการเพิ่มความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ และยังเป็นการป้องการหลุดออกของจุลินทรีย์ในกรณีที่มีน้ำไหลเข้าระบบในอัตราสูงเกินค่าออกแบบ

2.6 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศ (Aerated Lagoon)

ระบบสระเติมอากาศเป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้บ่อน้ำขนาดใหญ่ที่ได้ออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศเปรียบเสมือนระบบเอเอสที่ไม่มีการสูบสลัดจ์กลับ เครื่องเติมอากาศทำหน้าที่ถ่ายเทออกซิเจนลงสู่น้ำและทำให้เกิดการผสมของน้ำภายในบ่อ ดังนั้นน้ำในสระจึงปั่นป่วนและมีความขุ่นตลอดเวลา แสงแดดไม่สามารถส่องผ่านได้ ทำให้สาหร่ายเจริญเติบโตได้น้อยหรือไม่ได้เลย มีตะกอนสารอินทรีย์จะสะสมอยู่ที่ก้นบ่อและเกิดการย่อยสลายแบบไร้อากาศ น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากบ่อเติมอากาศแล้วจะเข้าสู่บ่อตกตะกอน เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพการบำบัดสูงและไม่ต้องการผู้ควบคุมที่มีความรู้ทางด้านเทคนิคมากนัก แต่ต้องการพื้นที่ในการก่อสร้างระบบมากกว่าระบบเอเอส (รูปที่ 2-39)

ระบบสระเติมอากาศเป็นระบบที่สามารถดัดแปลงจากระบบบ่อปรับเสถียรได้ง่ายโดยติดตั้งเครื่องเติมอากาศเพิ่มเติมเมื่ออัตราภาระ BOD สูงเกินกว่าที่ระบบบ่อปรับเสถียรจะสามารถรองรับได้ นอกจากนี้ยังสามารถดัดแปลงให้เป็นระบบเอเอสได้โดยติดตั้งถังตกตะกอนเพิ่มเติมพร้อมกับระบบสูบสลัดจ์กลับ ระบบสระเติมอากาศที่นิยมใช้สำหรับโรงพยาบาลเป็นระบบสระเติมอากาศแบบผสมบางส่วน ตารางที่ 2-7 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างระบบสระเติมอากาศและระบบเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลา ซึ่งระบบสระเติมอากาศต้องใช้ถังเติมอากาศที่มีปริมาตรใหญ่กว่าระบบเอเอสแบบยืดเวลา 5 – 8 เท่า

รูปที่ 2-39 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศ

ตารางที่ 2-7 ลักษณะของสระเติมอากาศเปรียบเทียบกับระบบเอเอส

รายการ	หน่วย	สระเติมอากาศแบบผสมบางส่วน	ระบบเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลา
MLSS	มก./ล.	50 – 200	1500 – 3000
อายุสลัดจ์	วัน	–	10 – 20
ระยะเวลาเก็บกักน้ำ	วัน	4 – 10	0.25 – 2
ความลึก	ม.	2 – 5	2 – 5
ลักษณะการผสม	–	ผสมบางส่วน	ผสมสมบูรณ์
พลังงานต่ำสุด	กิโลวัตต์/10^3 ลบ.ม.	1 – 1.25	16 – 20
การสะสมสลัดจ์	–	สลัดจ์สะสมอยู่ภายในบ่อ	สลัดจ์ถูกสูบย้อนกลับและระบายออกไปกำจัด
ไนตริฟิเคชัน	–	ไม่เกิด	เกิดได้ดี

ที่มา: [13]

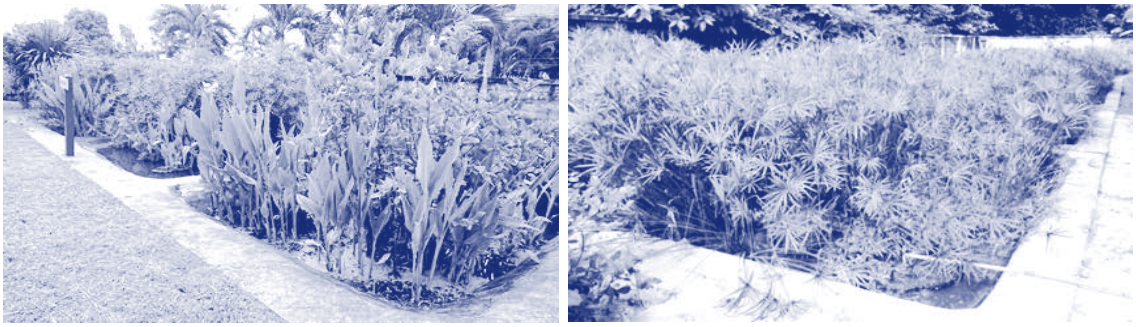
2.7 บ่อปรับเสถียร

บ่อปรับเสถียรเป็นบ่อที่มีความลึกไม่มาก เกิดปฏิกิริยาสังเคราะห์แสงของสาหร่ายได้ตลอดความลึกของบ่อที่แสงแดดส่องถึง ในช่วงกลางวันที่มีแสงแดดออกซิเจนจะถูกผลิตขึ้นอย่างมากมายจากกระบวนการสังเคราะห์แสง ส่วนในช่วงกลางคืนกระแสลมที่พัดผ่านผิวน้ำของบ่อตื้นจะทำให้เกิดคลื่นและเกิดการผสมของน้ำภายในบ่อ ทำให้การถ่ายเทออกซิเจนจากอากาศลงสู่ผิวน้ำมีค่าสูงขึ้น การกำจัดสารอินทรีย์เกิดจากการย่อยสลายของแบคทีเรียแบบใช้ออกซิเจน แบคทีเรียและสาหร่ายมีความสัมพันธ์กันแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน สาหร่ายผลิตออกซิเจนให้แบคทีเรียและแบคทีเรียผลิตคาร์บอนไดออกไซด์ให้สาหร่าย บ่อปรับเสถียรต้องการพื้นที่ขนาดใหญ่ในการบำบัดน้ำเสีย แสดงรูปที่ 2-40

รูปที่ 2-40 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร

2.8 บึงประดิษฐ์

บึงประดิษฐ์ถูกสร้างขึ้นเพื่อจำลองสภาพของพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีในธรรมชาติด้วยการปลูกพืชในบ่อที่เก็บกักน้ำ พืชที่ปลูกอาจเป็นพืชที่โตจากดินจำพวก กก แฝก ธูปฤาษี หรือพืชลอยน้ำเช่น บัว ผักตบชวา จอก แหน และผักกระเฉด เป็นต้น (รูปที่ 2-41) ความลึกน้ำในบึงประดิษฐ์มีค่าประมาณ 0.6 ถึง 0.8 ม. และน้ำจะไหลผ่านพื้นที่ที่มีพืชขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น โดยปกตินิยมใช้บึงประดิษฐ์ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว หรือบำบัดน้ำเสียที่มีค่า BOD ไม่สูงมาก เช่น น้ำเสียชุมชน เป็นต้น



รูปที่ 2-41 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์

2.9 ระบบรีดน้ำสลัดจ์

วัตถุประสงค์ของระบบบำบัดน้ำเสีย คือการกำจัดสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ออกจากน้ำทิ้ง โดยเปลี่ยนให้เป็นมวลชีวภาพที่ไม่ละลายน้ำและรวบรวมให้มีความเข้มข้นสูงขึ้นและกำจัดออก ตะกอนจุลินทรีย์ที่มีความเข้มข้นสูงนี้เรียกว่าสลัดจ์ ปกติระบบบำบัดสลัดจ์ที่ใช้เครื่องรีดน้ำสลัดจ์ทางกลจะมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูงถึงร้อยละ 40 ถึง 60 ของงบลงทุนก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย และมีค่าใช้จ่ายสูงถึงร้อยละ 50 ของค่าใช้จ่ายในการเดินระบบของระบบเอเอส

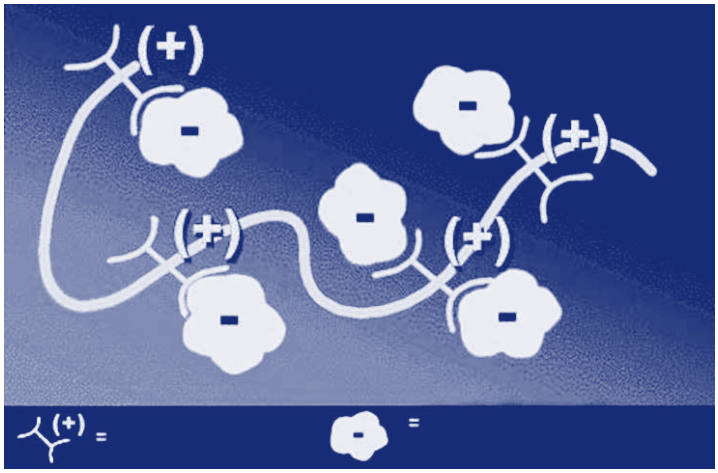
ระบบเอเอสแบบธรรมดาหรือแบบผสมสมบูรณ์ที่เดินระบบด้วยค่า F/M สูง ในสลัดจ์จะมีองค์ประกอบสารอินทรีย์สูงถึงร้อยละ 70 ทำให้ไม่สามารถนำสลัดจ์ที่รีดน้ำแล้วไปทิ้งโดยตรงในธรรมชาติได้เพราะจะเกิดการเน่าและเกิดกลิ่นเหม็น จึงจำเป็นที่จะต้องย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในสลัดจ์ให้กลายเป็นสารที่ไม่ย่อยสลาย

ในธรรมชาติ กระบวนการย่อยสลายสลัดจ์ที่นิยมใช้คือการย่อยสลายทางชีวภาพทั้งแบบใช้อากาศและแบบไม่ใช้อากาศ นอกจากจะลดสัดส่วนของสารอินทรีย์ในสลัดจ์แล้ว ยังช่วยฆ่าเชื้อโรคที่มีอยู่และลดปริมาตรสลัดจ์ด้วย แต่สำหรับระบบเอเอสที่เดินระบบแบบเติมอากาศยืดเวลาที่ค่า F/M ต่ำ สลัดจ์ที่ได้จะมีองค์ประกอบของสารอินทรีย์ต่ำกว่าร้อยละ 70 ทำให้สามารถทิ้งสลัดจ์ที่ผ่านการรีดน้ำสลัดจ์แล้วได้โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการย่อยสลัดจ์

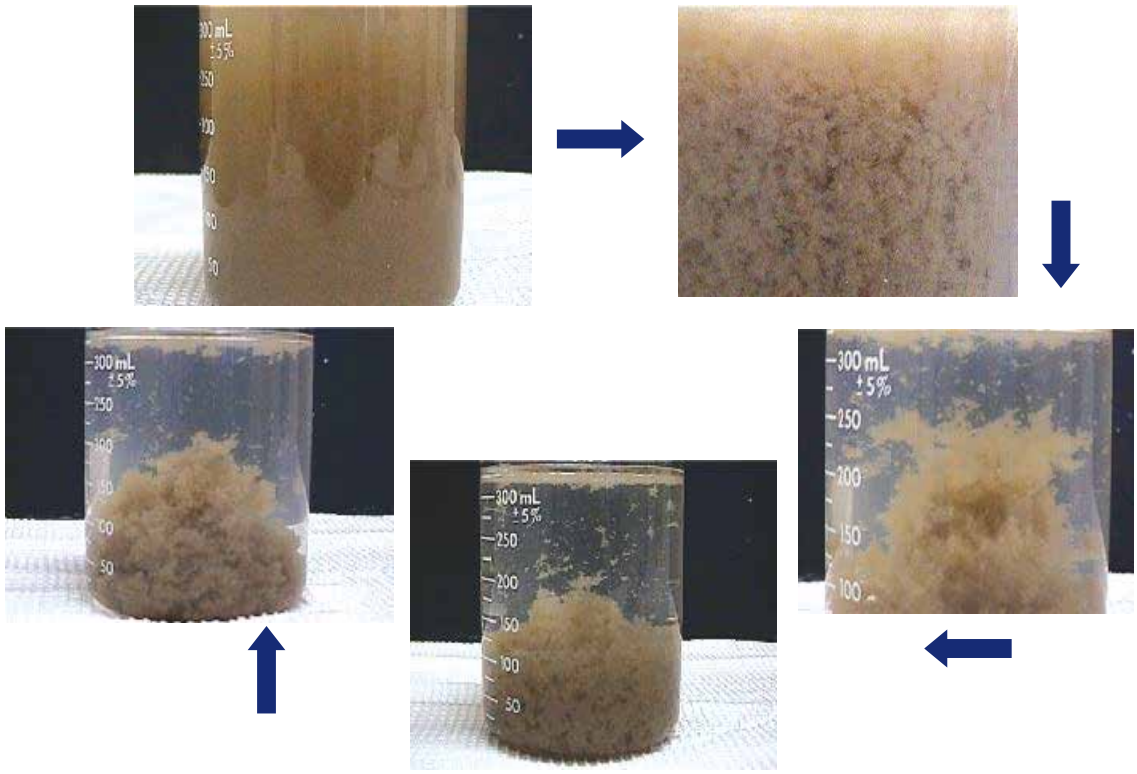
การรีดน้ำออกจากสลัดจ์จะช่วยลดปริมาตรของสลัดจ์ที่ต้องนำไปกำจัดในขั้นสุดท้าย เป็นการช่วยลดค่าใช้จ่ายและช่วยให้ขนส่งตะกอนแห้งได้ง่ายขึ้น ระบบรีดน้ำสลัดจ์ที่ใช้ในโรงพยาบาลมี 2 ระบบ ได้แก่ (1) ระบบรีดน้ำสลัดจ์ด้วยเครื่องกล เช่น Belt press และ Filter press และ (2) ระบบรีดน้ำด้วยแรงโน้มถ่วงของโลกด้วยการใช้ลานทรายตากสลัดจ์ ในกรณีของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลขนาดเล็กที่มีพื้นที่เพียงพอนิยมใช้ลานตากตะกอน สำหรับระบบที่มีที่ดินใช้สอยน้อยจะต้องใช้เครื่องจักรกลในการรีดน้ำสลัดจ์

2.9.1 ระบบรีดน้ำสลัดจ์ด้วยเครื่องกล

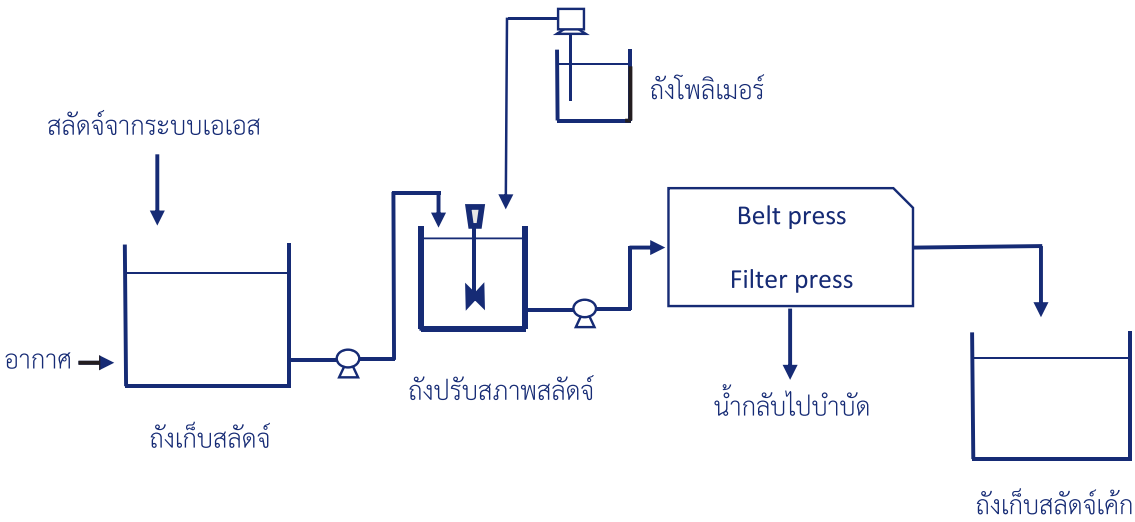
ระบบรีดน้ำสลัดจ์ด้วยเครื่องกลจะต้องใช้ควบคู่กับการปรับสภาพสลัดจ์เพื่อให้รีดน้ำออกได้ง่ายขึ้น สารเคมีจะถูกใช้ปรับสภาพสลัดจ์เพื่อให้เกิดกระบวนการฟล็อกกูเลชันเพื่อให้ของแข็งจับตัวกันและปลดปล่อยน้ำอิสระออกจากสลัดจ์ ทำให้ความเข้มข้นของแข็งในสลัดจ์จะเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 1 ไปเป็นร้อยละ 2 ถึง 4 ขึ้นกับชนิดและความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้ สารเคมีที่นิยมมากที่สุดคือ polyelectrolyte เป็นสารอินทรีย์โพลิเมอร์ที่มีโมเลกุลยาวและละลายน้ำได้ เนื่องจากของแข็งในสลัดจ์มีประจุลบอยู่บนผิวจึงนิยมใช้โพลิเมอร์ประจุบวก (รูปที่ 2-42 และ 2-43) สารอินทรีย์โพลิเมอร์ละลายน้ำได้ไม่มาก ปกติเตรียมที่สารละลายร้อยละ 0.05 - 1 และเมื่อละลายน้ำแล้วจะทำให้สารละลายมีความหนืดสูงขึ้น ในการใช้งานจะต้องทำการทดสอบหาปริมาณการใช้สารเคมีที่เหมาะสมในปรับสภาพสลัดจ์ก่อนเริ่มรีดน้ำสลัดจ์ อัตราการใช้โพลิเมอร์จะอยู่ในช่วงร้อยละ 0.3 - 1 ของน้ำหนักแห้ง องค์ประกอบของระบบรีดน้ำสลัดจ์ด้วยเครื่องกล ได้แก่ ถังเก็บสลัดจ์ ถังปรับสภาพสลัดจ์พร้อมชุดจ่ายโพลิเมอร์ เครื่องรีดน้ำสลัดจ์และถังเก็บสลัดจ์เค้ก ดังแสดงในรูปที่ 2-44 และรูปที่ 2-45 แสดงเครื่องรีดน้ำสลัดจ์แบบ filter press และ belt press



รูปที่ 2-42 การปรับสภาพสลัดจ์ด้วยโพลิเมอร์



รูปที่ 2-43 สภาพของสลัดจ์ที่ถูกปรับสภาพด้วยโพลิเมอร์



รูปที่ 2-44 องค์ประกอบของระบบรีดน้ำสลัดจ์ด้วยเครื่องกล

1) เครื่องรีดสลัดจ์แบบ Belt Press

การรีดน้ำสลัดจ์ด้วยเครื่อง Belt Press จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ คือ (1) ส่วนปรับสภาพสลัดจ์ที่ประกอบด้วยถังเตรียมสารละลายโพลิเมอร์และถังผสมโพลิเมอร์ และ (2) เครื่องกลรีดน้ำสลัดจ์ ซึ่งประกอบด้วยส่วนระบายน้ำด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก (gravity drainage) และส่วนรีดน้ำด้วยเครื่องกล (mechanical press) เครื่องรีดสามารถเดินได้อย่างต่อเนื่อง สลัดจ์ที่ปรับสภาพทางเคมีแล้วจะถูกส่งเข้าสู่ส่วน Gravity drainage น้ำที่แยกออกจากตะกอนจะไหลออกสู่ด้านล่างและสลัดจ์จะมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น จากนั้นตะกอนเหล่านี้จะถูกรีดด้วยแผ่นรีด (Belt) ที่มีรูพรุนน้ำไหลผ่านได้ สลัดจ์ที่ผ่านการรีดน้ำแล้วจะออกจากเครื่องอีกด้านหนึ่ง น้ำที่ผ่านการกรองจะถูกนำกลับเข้าไปบำบัดที่ระบบบำบัดน้ำเสีย

2) เครื่องรีดสลัดจ์แบบ Filter Press

Filter press ประกอบด้วยแผ่นโลหะหรือพลาสติกสี่เหลี่ยมหลายแผ่นประกบกันโดยมีช่องว่างอยู่ภายในแต่ละด้านของแผ่นโลหะจะประกบด้วยผ้ากรอง สลัดจ์จะถูกสูบอัดเข้าช่องว่างของแผ่นด้วยความดันไม่ถึง 5 บาร์ น้ำจะถูกดันผ่านผ้ากรองและของแข็งจะถูกกักไว้ภายในรวมกันเป็นก้อนสลัดจ์ที่เรียกว่าสลัดจ์เค้ก สลัดจ์จะถูกเติมเข้าจนกระทั่งเต็มความจุของช่องว่างระหว่างแผ่น การดำเนินงานเป็นแบบไม่ต่อเนื่องโดยเดินระบบละรอบระยะเวลาแต่ละรอบของการเติมสลัดจ์เข้าจนเต็มเท่ากับ 20 ถึง 30 นาที และรักษาความดันนี้ไว้ประมาณ 1 ถึง 4 ชม. ในช่วงนี้น้ำที่ผ่านการกรองจะเพิ่มมากขึ้น และสลัดจ์เค้กจะมีสัดส่วนของแข็งเพิ่มขึ้นอาจสูงถึงร้อยละ 30 ถึง 40 แล้วจะเริ่มกรองยาก (กรองได้ช้ามาก) แรงดันจะสูงขึ้นประมาณ 7-10 บาร์ ถือว่าเสร็จสิ้นการกรองแล้ว จากนั้นแผ่นกรองจะถูกเปิดออกและสลัดจ์เค้กที่แห้งแล้วจะตกลงสู่ภาชนะที่จัดเตรียมไว้และนำไปกำจัดต่อไป น้ำที่ผ่านการกรองจะถูกนำกลับเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย

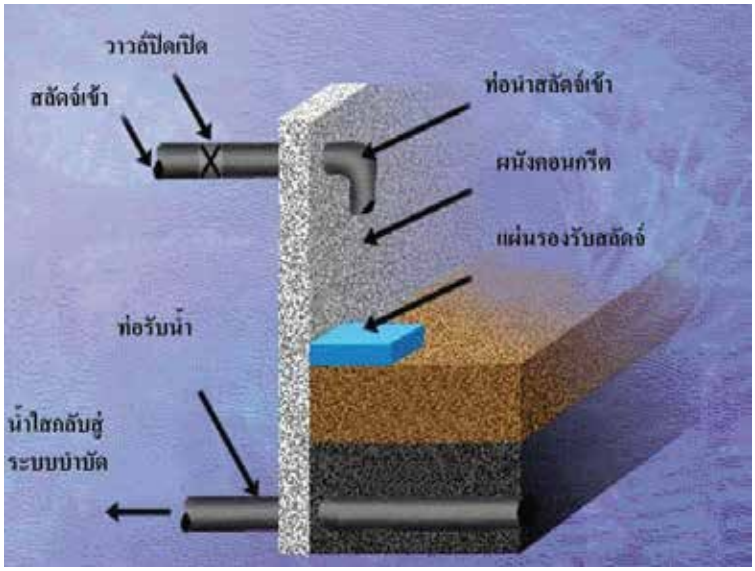
(ก) (ข)

รูปที่ 2-45 เครื่องรีดน้ำสลัดจ์ (ก) Filter press (ข) Belt press

2.9.2 ระบบรีดน้ำสลัดจ์ด้วยลานทรายตากสลัดจ์

ลานทรายตากสลัดจ์เป็นลานทรายที่ประกอบด้วยชั้นทรายหยาบอยู่ด้านบน และมีชั้นกรวดรองรับด้านล่าง แต่ละหน่วยของลานตากสลัดจ์จะประกอบด้วยกำแพงคอนกรีตและท่อเจาะรูด้านล่างสำหรับระบายน้ำ สลัดจ์ที่แห้งแล้วจะถูกกำจัดออกด้วยแรงงานคนโดยใช้พลั่ว น้ำสลัดจ์จะถูกถ่ายใส่ในลานจนมีความสูง 20 - 30 ซม. แล้วปล่อยให้แห้ง น้ำส่วนใหญ่จะซึมผ่านชั้นทรายและถูกรวบรวมเข้าท่อที่อยู่ด้านล่างของลานทราย ท่อรวบรวมน้ำจะติดตั้งตามความยาวของลาน นิยมใช้ท่อพลาสติก เช่น PE หรือ PVC เจาะรูและจัดวางให้มีความลาดเอียง

อย่างน้อยร้อยละ 1 ควรติดตั้งระบบรองรับท่อรวบรวมน้ำที่เหมาะสมและหุ้มด้วยชั้นกรวดหยาบหรือหินบด (ขนาด 0.3 ถึง 2.5 ซม.) ชั้นทรายควรมีความหนาประมาณ 25 ถึง 30 ซม. และควรเผื่อสำหรับทรายที่จะหลุดออกไปกับสลัดจ์แห้งไว้ด้วย รูปที่ 2-46 แสดงองค์ประกอบของลานทรายตากสลัดจ์



รูปที่ 2-46 องค์ประกอบของลานทรายตากสลัดจ์

ลานทรายควรแบ่งออกเป็นหน่วยย่อยหลายลาน และออกแบบให้แต่ละหน่วยย่อยรองรับปริมาณการเติมน้ำสลัดจ์ได้ 1 รอบ (เช่นรองรับปริมาณน้ำสลัดจ์ที่ต้องกำจัด 1 สัปดาห์) ท่อส่งสลัดจ์เข้าลานทรายอาจใช้ท่อเหล็กหรือท่อพีวีซี เพื่อให้สามารถส่งน้ำสลัดจ์เข้าหน่วยย่อยของลานที่ต้องการ และติดตั้งแผ่นปูนรองรับน้ำสลัดจ์ (Splash slab) บริเวณที่น้ำสลัดจ์ไหลลงสู่ลานเพื่อกระจายน้ำสลัดจ์ให้ทั่วและป้องกันการกัดกร่อนของชั้นทราย (รูปที่ 2-45) ระยะเวลาในการตากแห้งอาจอยู่ในช่วง 10 ถึง 15 วันขึ้นกับสภาพอากาศ และได้สลัดจ์เค้กที่มีความชื้นร้อยละ 60 ถึง 70

ลานทรายตากสลัดจ์เหมาะสำหรับใช้กับระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็กที่มีพื้นที่ก่อสร้างเพียงพอ เนื่องจาก (1) การเดินระบบง่ายและมีความยืดหยุ่น (2) ไม่ต้องใช้ผู้ปฏิบัติงานที่มีความรู้ (3) ใช้พลังงานและสารเคมีต่ำ และ (4) การบำรุงรักษาต่ำ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการทำให้สลัดจ์คือการระบายน้ำและการระเหยของน้ำ เมื่อปล่อยน้ำสลัดจ์เข้าลานทราย น้ำส่วนใหญ่จะซึมลงผ่านชั้นทรายและชั้นกรวดเข้าสู่ท่อรวบรวมน้ำด้านล่าง ปกติการซึมน้ำจากสลัดจ์ผ่านชั้นทรายจนเกิดการอุดตันจะใช้เวลา 2 ถึง 3 วัน จะเริ่มสังเกตเห็นผิวหน้าสลัดจ์เค้กแตกเป็นทาง (รูปที่ 2-47)

อัตราการซึมน้ำจะลดลงเมื่อชั้นทรายอุดตันด้วยอนุภาคขนาดเล็กที่มาจากสลัดจ์ จากนั้นการระเหยของน้ำจะเป็นวิธีที่ทำให้สลัดจ์แห้ง ซึ่งต้องใช้เวลาหลายวันถึงอาทิตย์ขึ้นกับสภาพอากาศ เช่น ฝน แดด อุณหภูมิ ลมและความชื้นสัมพัทธ์ เมื่อสลัดจ์แห้งจนมีความชื้นร้อยละ 60 ถึง 70 จะรวมตัวกันเป็นก้อนและสามารถกำจัดออกด้วยมือและอาจมีทรายติดไปไม่มาก

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 2-47 สลัดจ์ในลานทรายตากสลัดจ์ (ก) สลัดจ์เริ่มแห้ง (ข) สลัดแห้ง (ค) เก็บสลัดจ์แห้งออก

ลานทรายแบบมีหลังคาถูกใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลหลายแห่งแม้ว่าการใช้ลานทรายแบบเปิดโล่งจะทำให้สลัดจ์แห้งเร็วกว่า แต่การใช้หลังคาจะเหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีฝนตกหลายเดือนต่อปี หลังคาที่ใช้ควรเป็นหลังคาให้แสงผ่านได้ มีรูปทรงสูงโปร่งเพื่อระบายอากาศและความชื้นได้ดี (รูปที่ 2-48)

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 2-48 หลังคากันฝนลานตากสลัดจ์ (ก) หลังคาสูงโปร่ง (ข) และ (ค) หลังคาเลื่อนได้

2.10 การฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน

น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วเมื่อระบายลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น แม่น้ำ ลำคลองหรือซึมลงสู่ใต้ดิน มีโอกาสที่น้ำเหล่านี้จะไปสัมผัสกับมนุษย์ ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยจึงต้องฆ่าเชื้อโรคก่อนระบายทิ้งสู่สิ่งแวดล้อม การฆ่าเชื้อโรคในน้ำเสียจะทำเช่นเดียวกันกับการฆ่าเชื้อโรคในระบบการผลิตน้ำประปา สารเคมีที่นิยมใช้มากที่สุดคือคลอรีน แต่ปริมาณการเติมคลอรีนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรคในน้ำเสียจะสูงกว่าในน้ำประปา เนื่องจากในน้ำเสียมีสารประกอบที่ทำปฏิกิริยาได้ดีกับคลอรีนปะปนอยู่ เช่น สารอินทรีย์ ของแข็งแขวนลอยและแอมโมเนีย เป็นต้น

สารประกอบคลอรีนที่ในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล ได้แก่ สารละลายคลอรีนในรูปของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaOCl) และคลอรีนผงในรูปของแคลเซียมไฮโปคลอไรท์ ($Ca(OCl)_2$) ส่วนคลอรีนเม็ดที่ใช้ในสระว่ายน้ำมีใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบสำเร็จรูปของโรงพยาบาลหลายแห่ง ปกตินิยมใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์เมื่อสามารถจัดหาได้ในท้องถิ่น เนื่องจากเป็นสารละลายสามารถเจือจางน้ำแล้วใช้ได้ทันที สำหรับแคลเซียมไฮโปคลอไรท์ไม่นิยมใช้เมื่อต้องใช้ในปริมาณมาก เนื่องจากจะเกิดตะกอนปูนขาวที่ทำให้เกิดการอุดตันเครื่องสูบสารเคมี และท่อจ่ายสารเคมี นิยมใช้กรณีที่ใช้ไม่มากหรือไม่ต่อเนื่อง สารคลอรีนทั้งสองชนิดแตกตัวในน้ำได้ OCl^- ดังสมการต่อไปนี้

$$Ca(OCl)_2 + 2H_2O \longrightarrow 2HOCl + Ca(OH)_2 \quad (2\text{-}2)$$

$$NaOCl + H_2O \longrightarrow HOCl + NaOH \quad (2\text{-}3)$$

$$\text{และ} \quad HOCl \longrightarrow OCl^- + H^+ \quad (2\text{-}4)$$

จากสมการแสดงว่าเมื่อใช้ไฮโปคลอไรท์ทั้งสองชนิดจะทำให้ค่า pH ของน้ำสูงขึ้น และเมื่อค่า pH สูงขึ้นจะทำให้ได้ OCl- สูงขึ้นและ HOCl ลดลง และการใช้สารละลายไฮโปรคลอไรท์จะทำให้ค่า TDS ของน้ำเพิ่มสูงขึ้นด้วย

ความเข้มข้นของ HOCl และ OCl^- ที่มีอยู่ในน้ำรวมกันเรียกว่าคลอรีนอิสระที่เหลืออยู่ (free chlorine residuals) และ HOCl มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคสูงกว่า OCl^- 40 ถึง 60 เท่า และที่ pH 7 จะพบ HOCl ร้อยละ 75 และที่ pH 8 จะพบ HOCl เพียงร้อยละ 49 จึงทำให้การฆ่าเชื้อโรคในน้ำเสียที่มีค่า pH ≤ 7 ให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่า

เมื่อเติมสารประกอบคลอรีนลงในน้ำเสีย ไฮโปคลอไรท์เป็นสารออกซิไดซ์ที่รุนแรง จะทำปฏิกิริยากับสารต่าง ๆ ที่มีในน้ำเสียได้อย่างรวดเร็ว เช่น สารรีดิวซ์ แอมโมเนียและสารอินทรีย์ เป็นต้น ดังนั้นจะไม่พบคลอรีนอิสระที่เหลืออยู่ที่ความเข้มข้นที่ต้องการจนกว่าสารต่าง ๆ เหล่านี้ถูกทำปฏิกิริยาจนหมด จากนั้นจึงจะพบคลอรีนอิสระที่เหลืออยู่สำหรับฆ่าเชื้อโรคในน้ำเสีย ทำให้การฆ่าเชื้อโรคจะเป็นไปได้เมื่อเติมคลอรีนในปริมาณมากพอ (Excess) เกินความต้องการคลอรีนในการทำปฏิกิริยา (Chlorine demand) กับสารต่าง ๆ ในน้ำ

2.10.1 ประสิทธิภาพของการฆ่าเชื้อโรค

ประสิทธิภาพของการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีนจะขึ้นกับตัวแปรดังต่อไปนี้ (1) ระยะเวลาสัมผัส (Contact time) (2) ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระที่เหลืออยู่ (3) อุณหภูมิ (4) pH (5) คุณลักษณะของน้ำและของแข็งแขวนลอย และ (6) ชนิดและจำนวนของจุลินทรีย์ สำหรับการฆ่าเชื้อโรคในน้ำเสียควรมีระยะเวลาสัมผัส 30 นาที และหลังทำปฏิกิริยาแล้วควรมีความเข้มข้นคลอรีนอิสระที่เหลืออยู่ 0.5 มก./ล. น้ำเสียที่จะเข้าสู่กระบวนการฆ่าเชื้อโรคจะต้องมีความเข้มข้นของสารอินทรีย์และของแข็งแขวนลอยต่ำ

ในกรณีที่ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลมีปัญหาไม่สามารถเดินระบบได้ และต้องการระบายน้ำเสียที่ยังไม่ผ่านการบำบัดออกสู่สิ่งแวดล้อม ทางโรงพยาบาลจะต้องเติมคลอรีนสูงกว่าปกติเพื่อให้มีความเข้มข้นของคลอรีนอิสระที่หลงเหลืออยู่เพียงพอในการฆ่าเชื้อโรค ตารางที่ 2-8 แสดงตัวอย่างความเข้มข้นของคลอรีนที่เติมสำหรับการฆ่าเชื้อโรคในน้ำเสียและน้ำทิ้งจากแหล่งต่าง ๆ แสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2-8 ความเข้มข้นของคลอรีนที่เหมาะสมสำหรับน้ำทิ้งจากระบบต่าง ๆ

แหล่งน้ำทิ้ง	ปริมาณคลอรีนที่เติม (มก./ล.)
น้ำเสียที่ยังไม่ผ่านการบำบัด	6-25
ระบบเอเอส	2-8
น้ำทิ้งจากระบบเอเอสที่ผ่านการกรองด้วยถังกรองทราย	1-5

ที่มา: [11]

จำนวนและชนิดของจุลินทรีย์มีผลต่อประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อโรค น้ำเสียที่มีปริมาณจุลินทรีย์เป็นจำนวนมากจะต้องใช้ระยะเวลาสัมผัสที่มากขึ้น ปกติแต่ละคนจะระบายโคลิฟอร์มแบคทีเรียจำนวน 100 – 400 ล้านตัวต่อวันรวมทั้งแบคทีเรียประเภทอื่น ๆ ทำให้ในน้ำเสียก่อนการบำบัดมีจำนวนโคลิฟอร์มประมาณ 26 – 100 x 10^6 ต่อ 100 มล. [14] การคงอยู่ของโคลิฟอร์มในน้ำเสียแสดงว่าในน้ำเสียอาจมีเชื้อโรคทางเดินอาหารปนเปื้อนอยู่

2.10.2 ถังสัมผัสคลอรีน

โดยปกติจะออกแบบถังผสมคลอรีนให้เป็นรางคดเคี้ยว (รูปที่ 2-49) เพื่อให้น้ำเสียไหลไปตามความยาวของรางในถัง เป็นลักษณะของการไหลแบบตามกัน คลอรีนที่เติมลงในน้ำเสียจะทำให้ปฏิกิริยาฆ่าเชื้อโรคไปตามการไหลของน้ำ ถังในลักษณะนี้จะช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการไหลลัดวงจร และถังสัมผัสควรมีปริมาตรเพียงพอให้มีระยะเวลาเก็บกักน้ำอย่างน้อย 30 นาที อาจต้องเติมคลอรีนให้มีความเข้มข้นเริ่มต้นประมาณ 2 ถึง 4 มก./ล. ลงในน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว เพื่อให้ได้คลอรีนอิสระที่เหลืออยู่ 0.5 มก./ล. หลังจากทำปฏิกิริยาไปแล้ว 30 นาที ถ้าระยะเวลาทำปฏิกิริยาหรือระยะเวลาสัมผัสน้อยกว่า 30 นาที จะต้องเพิ่มความเข้มข้นคลอรีนอิสระที่เหลืออยู่ให้มีค่ามากกว่า 0.5 มก./ล.

รูปที่ 2-49 ถังสัมผัสคลอรีน

2.10.3 อัตราการใช้คลอรีน

โซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่นิยมใช้ในโรงพยาบาลอยู่ในรูปสารละลายเข้มข้นร้อยละ 10 มีคลอรีนอิสระที่มีความเข้มข้น 100,000 มก./ล. เป็นของเหลวสีเหลืองอ่อน กัดกร่อนปานกลาง เป็นสารเคมีที่ไม่เสถียร ส่วนใหญ่บรรจุอยู่ในถัง 20 ลิตร ความเข้มข้นของสารละลายนี้จะเปลี่ยนแปลงน้อยมากภายใน 10 วัน [15] สามารถเก็บไว้ใช้งานได้แต่ไม่ควรเก็บไว้นานเกินไป เนื่องจากสารละลายมีความเข้มข้นสูงดังนั้นเวลานำไปใช้จึงต้องปรับความเข้มข้นให้เหมาะสม และโซเดียมไฮโปคลอไรท์เป็นสารที่กัดกร่อนรุนแรงผู้ปฏิบัติงานควรใช้ถุงมือและแว่นตาทุกครั้งที่ผสมสารละลายเพื่อความปลอดภัย

แคลเซียมไฮโปคลอไรท์มีจำหน่ายในรูปของแข็งที่มีคลอรีนร้อยละ 60 ถึง 70 โดยน้ำหนัก เป็นสารเคมีที่เสถียร มีพิษมาก กัดกร่อนปานกลาง ไม่เป็นนิยมใช้เนื่องจากการเตรียมให้เป็นสารละลายยุ่งยาก ฟุ้งกระจาย และพบตะกอนปูนขาวเกิดขึ้นจำนวนมากและทำให้ค่า pH ของน้ำทิ้งเพิ่มขึ้น การเตรียมเป็นสารละลายให้ใส่ผงปูนคลอรีนลงในถังพลาสติกที่เตรียมน้ำตามปริมาตรที่ต้องการ ผสมให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้จนตะกอนนอนก้นประมาณ 20 นาทีแล้วจึงรินเอาน้ำใสใช้ในถังเตรียมสารละลายคลอรีน ไม่ควรผสมปูนคลอรีนกับน้ำในถังเตรียม

สารละลายคลอรีน เพราะว่าจะทำให้ท่อที่ปล่อยน้ำยาอุดตันด้วยผงคลอรีนได้ ควรใช้ถุงมือ แว่น ผ้ากันเปื้อน ผ้าปิดปากและจมูก ในขณะที่ทำการตัก ชั่งและผสมน้ำยาคลอรีนได้ หลังจากทำการผสมน้ำยาแล้วควรทำการล้างมือ ทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ให้สะอาดทุกครั้ง

การเสื่อมสภาพของคลอรีนจะเกิดได้เร็วขึ้นเมื่อเตรียมเป็นสารละลายเจือจาง คลอรีนจะสลายตัวไปจากการทำปฏิกิริยากับสารเคมีที่มีในน้ำและออกซิเจนที่ละลายลงในสารละลาย สารละลายคลอรีนจะสลายตัวได้เร็วขึ้นเมื่อโดนแสงแดดและความร้อน ดังนั้นจึงควรป้องกันถังเจือจางของสารละลายคลอรีนจากแสงแดดและความร้อน นอกจากนี้ถังเตรียมสารละลายคลอรีนควรสะอาดปราศจากตะกอนและสนิมเหล็ก ซึ่งจะทำตัวเป็นตัวเร่งการเสื่อมสภาพของคลอรีน สารละลายคลอรีนที่เตรียมทั้งจากโซเดียมไฮโปคลอไรท์และแคลเซียมไฮโปคลอไรท์ควรใช้ให้หมดภายใน 2 วัน

อัตราการเติมสารละลายคลอรีนจะขึ้นกับความเข้มข้นของสารละลายคลอรีนที่เตรียม อัตราการเติมจะสูงเมื่อใช้สารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำ นอกจากนี้จะต้องพิจารณาอัตราสูบจ่ายสารละลายของเครื่องสูบสารเคมีควบคู่ไปด้วย เนื่องจากเครื่องสูบสารเคมีรุ่นที่ให้ความดันสูงจะมีอัตราสูบจ่ายสารละลายต่ำ ส่วนเครื่องสูบสารเคมีรุ่นที่ให้ความดันต่ำกว่าจะให้อัตราสูบจ่ายที่สูง เช่น เครื่องสูบสารเคมีรุ่นความดันสูง 10 บาร์มีอัตราสูบจ่ายสารละลายตั้งแต่ 0 ถึง 0.7 ล./ชม. ส่วนรุ่นความดันต่ำ 3 บาร์มีอัตราสูบสารละลายตั้งแต่ 0 ถึง 8 ล./ชม. (รูปที่ 2-50) ดังแสดงในตัวอย่างการคำนวณต่อไปนี้

ตัวอย่าง จงคำนวณหาอัตราการเติมสารละลายคลอรีน ถ้าเตรียมสารละลาย NaOCl 1% (เจือจาง 10 เท่า) จะมีคลอรีนอิสระ 1% (= 10,000 มก./ล.) สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลรองรับน้ำเสีย 120 ลบ.ม./วัน (5 ล./ชม.) ต้องการความเข้มข้นคลอรีน 5 มก./ล. (เพื่อให้เหลือ 0.5 มก./ล.หลัง 30 นาที)

วิธีทำ

$N_1V_1 = N_2V_2$

(10,000 มก./ล.) V_1 = (5 มก./ล.)(5 ลบ.ม./ชม.)

$V_1 = \frac{5x5}{10,000}$ = 0.0025 ลบ.ม./ชม

= 2.5 ล./ชม. = 2500 มล./นาที

ปริมาตรสารละลาย NaOCl 1% ที่เตรียมสำหรับการใช้ 2 วัน

V = 2.5 ล./ชม. x 48 ชม.

= 120 ล./ครั้ง

(ตวงคลอรีน 10% จำนวน 12 ล. เติมน้ำ 108 ล. จนได้ปริมาตรรวม 120 ล.)

Concept PLUS Series

WINWIN POOL

ProMinent

The ProMinent Concept Plus Series covers a capacity range of 0.74 – 21.9 l/h at pressure up to 16 bar

It's compact construction and features make it ideal for use in flow proportional or on/off control applications The Concept Plus mounts easily onto a tank or wall bracket. Adjustment of the pump capacity is via the stroke length in the range of 10-100% or can be set at 1 of the 4 stroke frequency settings. This gives an adjustment ratio of 40:1

Type	Type Pump capacity at max back pressure			Pump capacity at medium back pressure			Stroke rate	Connection size out x in	suction lift	Shiping weight
	bar	l/h	ml/stroke	bar	l/h	ml/stroke	strokes/min.	mm	m WS	approx. kg.
CNPB 1000	10	0.74	0.07	5	0.97	0.09	180	6x4	6	1.8
CNPB 1601	16	1.10	0.10	8	1.4	0.13	180	6x4	6	1.8
CNPB 1602	16	1.50	0.10	8	1.9	0.13	240	6x4	6	1.8
CNPB 1002	10	2.10	0.19	5	2.6	0.24	180	6x4	5	1.8
CNPB 1003	10	3.00	0.21	5	4.3	0.24	240	6x4	5	1.8
CNPB 0704	7	3.90	0.36	3.5	4.4	0.41	180	6x4	4	1.8
CNPB 0705	7	5.20	0.36	3.5	5.87	0.59	240	6x4	4	1.8
CNPB 0309	3	9.00	0.83	1.5	13	1.2	180	8x5	2	1.8
CNPB 0312	3	12.00	0.83	1.5	17.3	1	240	8x5	2	1.8
CNPB 0215	1.5	16.40	1.45	1	18.3	1.7	180	8x5	1.5	1.8
CNPB 0223	1.5	21.90	1.52	1	25.2	1.63	240	8x5	1.5	1.8

Electrical: 100V-230V, 50/60Hz, 10-15W, 0.2-0.5A
Includes: Injection valve, Foot valve, 2m suction line, 5m discharge line

Optional: External control via Retrofit kit Order No. 1046731

รูปที่ 2-50 อัตราการสูบจ่ายสารละลายและความดันสูงสุดของสารละลาย

อัตราการใช้สารละลาย NaOCl 1% นี้เหมาะกับเครื่องสูบสารเคมีรุ่นความดันต่ำ 3 bar อัตราการจ่ายสารละลายเคมีตั้งแต่ 0 ถึง 8 ล./ชม. แต่ถ้าโรงพยาบาลใช้เครื่องสูบสารเคมีรุ่นความดันสูง 10 บาร์มีอัตราการจ่ายสารละลายเคมีตั้งแต่ 0 ถึง 0.7 ล./ชม. จะต้องเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายคลอรีนเป็นร้อยละ 5 เพื่อให้อัตราการจ่ายสารเคมีลดลง 5 เท่า ซึ่งจะเท่ากับ 0.5 ล./ชม. ทำให้สามารถใช้เครื่องสูบสารเคมีที่เหมาะกับอัตราการจ่ายสารเคมีได้ ตารางที่ 2-9 แสดงผลการคำนวณอัตราการเติมสารละลายคลอรีนเข้มข้น 1% สำหรับอัตราการไหลของน้ำเสีย 30 ถึง 300 ลบ.ม./วัน สำหรับอัตราการเติมคลอรีน 2 และ 5 มก./ล. (เพื่อให้เหลือ 0.5 มก./ล.หลัง 30 นาที) ผลการคำนวณอัตราเติมสารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้น 1 – 10% ที่ความเข้มข้นคลอรีน 2 และ 5 มก./ล. สำหรับอัตราการไหลของน้ำเสียตั้งแต่ 30 ถึง 300 ลบ.ม./วัน แสดงตารางที่ 2-10

เมื่อเติมสารละลายคลอรีน NaOCl จะมีผลทำให้ค่า TDS ของน้ำทิ้งเพิ่มขึ้นจาก Na และ Cl ที่คงค้างอยู่ในน้ำเสีย โดยทุก ๆ 1 มก. ของ NaOCl จะได้ TDS ในรูปของ NaCl เท่ากับ 0.78 มก.

ตารางที่ 2-9 อัตราการเติมสารละลายคลอรีนเข้มข้น 1% และปริมาตรสารละลายที่ต้องใช้ในเวลา 2 วัน สำหรับอัตราไหลของน้ำเสีย 30 ถึง 300 ลบ.ม./วัน

อัตราไหลของน้ำเสีย		สารละลายคลอรีน 1% (10,000 มก./ล.)		ปริมาตรสารละลายที่ใช้ใน 2 วัน	
ลบ.ม./วัน	ลบ.ม./ชม.	เติมคลอรีน 2 มก./ล.	เติมคลอรีน 5 มก./ล.	เติมคลอรีน 2 มก./ล.	เติมคลอรีน 5 มก./ล.
30	1.25	$= \frac{2x1.25x1000}{10,000}$ = 0.25 ล./ชม.	$= \frac{5x1.25x1000}{10,000}$ = 0.625 ล./ชม.	= 0.25 x 48 = 12 ล.	= 0.625 x 48 = 30 ล.
60	2.5	$= \frac{2x2.5x1000}{10,000}$ = 0.5 ล./ชม.	$= \frac{5x2.5x1000}{10,000}$ = 1.25 ล./ชม.	= 0.5 x 48 = 24 ล.	= 1.25 x 48 = 60 ล.
90	3.75	$= \frac{2x3.75x1000}{10,000}$ = 0.75 ล./ชม.	$= \frac{5x3.75x1000}{10,000}$ = 1.87 ล./ชม.	= 0.75 x 48 = 36 ล.	= 1.87 x 48 = 90 ล.
120	5	$= \frac{2x5x1000}{10,000}$ = 1 ล./ชม.	$= \frac{5x5x1000}{10,000}$ = 2.5 ล./ชม.	= 1 x 48 = 48 ล.	= 2.5 x 48 = 120 ล.
300	12.5	$= \frac{2x12.5x1000}{10,000}$ = 2.5 ล./ชม.	$= \frac{5x12.5x1000}{10,000}$ = 6.25 ล./ชม.	= 2.5 x 48 = 120 ล.	= 6.25 x 48 = 300 ล.

ตารางที่ 2-10 อัตราการเติมสารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้น 1 – 10% ที่ความเข้มข้นคลอรีน 2 และ 5 มก./ล. สำหรับอัตราการไหลของน้ำเสียตั้งแต่ 30 ถึง 300 ลบ.ม./วัน

อัตราไหลของน้ำเสีย		อัตราการเติมสารละลายคลอรีน 1% (ล./ชม.)		อัตราการเติมสารละลายคลอรีน 2% (ล./ชม.)		อัตราการเติมสารละลายคลอรีน 5% (ล./ชม.)		อัตราการเติมสารละลายคลอรีน 10% (ล./ชม.)	
ลบ.ม./วัน	ลบ.ม./ชม.	ที่ 2 มก./ล.	ที่ 5 มก./ล.	ที่ 2 มก./ล	ที่ 5 มก./ล.	ที่ 2 มก./ล.	ที่ 5 มก./ล.	ที่ 2 มก./ล.	ที่ 5 มก./ล.
30	1.25	0.25	0.625	0.125	0.3125	0.05	0.125	0.025	0.0625
60	2.5	0.5	1.25	0.25	0.625	0.1	0.25	0.05	0.125
90	3.75	0.75	1.875	0.375	0.9375	0.15	0.375	0.075	0.1875
120	5	1	2.5	0.5	1.25	0.2	0.5	0.1	0.25
300	12.5	2.5	6.25	1.25	3.125	0.5	1.25	0.25	0.625

ตัวอย่าง จงคำนวณหาอัตราการเติมสารละลายคลอรีนที่เตรียมจากคลอรีนผง คลอรีนผง $Ca(OCl)_2$ มีเนื้อคลอรีน (OCl) อยู่ร้อยละ 60 ถ้าเตรียมสารละลายด้วยการละลาย 2 กิโลกรัมในน้ำ 100 ลิตร (2%) ได้สารละลายคลอรีน 0.6 x 2 กก/100 ล. (= 12,000 มก./ล.) สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลรองรับน้ำเสีย 120 ลบ.ม./วัน (5 ล./ชม.) ต้องการความเข้มข้นคลอรีน 5 มก./ล. (เพื่อให้เหลือ 0.5 มก./ล. หลัง 30 นาที)

วิธีทำ

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

$$(12000 \text{ มก./ล.})\ V_1 = (5 \text{ มก./ล.})(5 \text{ ลบ.ม./ชม.})$$

$$V_1 = \frac{5x5}{12{,}000}$$

$$= 0.00208 \text{ ลบ.ม./ชม}$$

$$= 2.08 \text{ ล./ชม.}$$

$$= 34.7 \text{ มล./นาที}$$

ปริมาตรสารละลาย $Ca(OCl)_2$ 2% ที่เตรียมสำหรับการใช้ 2 วัน

$$V = 2.08 \text{ ล./ชม. x } 48 \text{ ชม.}$$

$$= 99.8 \text{ ล./ครั้ง}$$

(ชั่งผงคลอรีน 2 กก. เติมน้ำ 100 ล.)

เมื่อเติมสารละลายคลอรีน $Ca(OCl)_2$ จะมีผลทำให้ค่า TDS ของน้ำทิ้งเพิ่มขึ้นจาก Cl ที่คงค้างอยู่ในน้ำเสีย โดยทุก ๆ 1 มก. ของ $Ca(OCl)_2$ จะได้ TDS ในรูปของ Cl เท่ากับ 0.5 มก. ส่วน Ca จะทำปฏิกิริยากับน้ำได้ $Ca(OH)_2$ ที่ไม่ละลายน้ำ

บทที่ 3

การควบคุมและดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย

3.1 ระบบรวบรวมน้ำเสีย

ระบบท่อรวบรวมน้ำเสียของโรงพยาบาลทำหน้าถ่ายเทน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ ไปยังระบบบำบัดน้ำเสีย ทั้งอัตราการไหลน้ำเสีย องค์ประกอบทางเคมีและทางชีวภาพมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา การเปลี่ยนแปลงอาจเกิดขึ้นตามช่วงเวลาของวันหรือตามฤดูกาล เพื่อให้ระบบท่อรวบรวมสามารถรวบรวมน้ำเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นไปบำบัดอย่างถูกต้อง การควบคุมดูแลระบบท่อรวบรวมน้ำเสียเป็นสิ่งที่สำคัญ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1.1 ความปลอดภัย

สิ่งแรกที่ต้องคำนึงถึงคือความปลอดภัยตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน เพราะอาจเกิดอุบัติเหตุที่ทำให้สูญเสียชีวิตและทรัพย์สิน เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียและระบบท่อรวบรวมน้ำเสียจัดเป็นพื้นที่อับอากาศ ควรมีข้อแนะนำด้านความปลอดภัยแจ้งเตือนผู้ปฏิบัติงานให้เข้าใจตลอดเวลา โรงพยาบาลควรมีนโยบายด้านความปลอด และมีคณะกรรมการความปลอดภัยในการจัดการประชุม จัดเตรียมอุปกรณ์ที่จำเป็นและฝึกอบรมด้านความปลอดภัยให้กับผู้ปฏิบัติงาน โดยเฉพาะการปฏิบัติงานในพื้นที่อับอากาศ

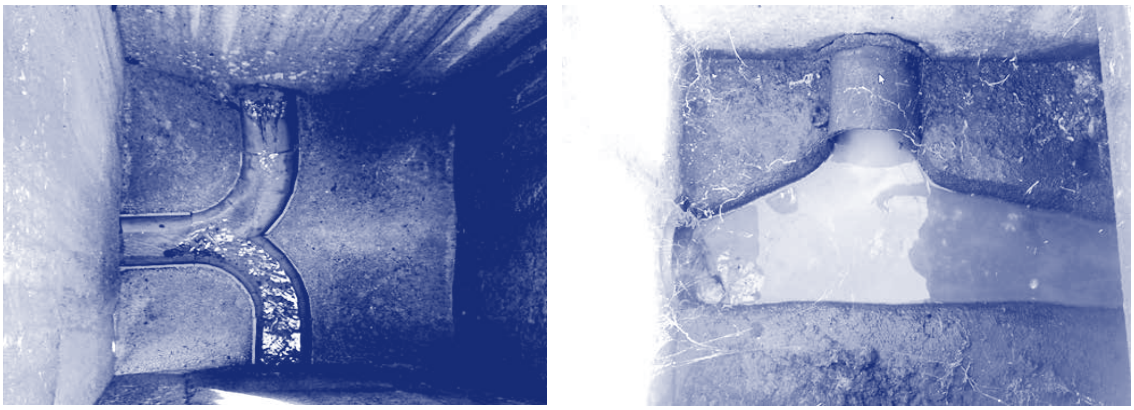
3.1.2 กลิ่น

ปกติท่อรวบรวมน้ำเสียถูกออกแบบให้น้ำเสียไหลในท่อด้วยความเร็วสูงกว่า 0.6 ม./วินาที ด้วยการวางท่อให้มีความลาดเอียงเพื่อป้องกันตะกอนสารอินทรีย์ขนาดเล็กสะสมในท่อ ในช่วงเวลาที่มีน้ำเสียไหลน้อยอาจมีตะกอนสารอินทรีย์ตกค้างสะสมอยู่ แต่ในช่วงกลางวันที่มีน้ำเสียปริมาณมากตะกอนเหล่านี้จะถูกชะเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย กลิ่นที่เกิดขึ้นจากท่อระบายน้ำส่วนใหญ่เป็นกลิ่นที่เกิดจากการย่อยสลายแบบไร้อากาศของสารอินทรีย์ซึ่งอาจเกิดจากน้ำเสียที่ท่วมขังอยู่ภายในท่อตลอดเวลา หรือเกิดจากการเน่าสลายของตะกอนสารอินทรีย์ที่สะสมอยู่ในท่อ ดังนั้นเมื่อได้รับรายงานหรือข้อร้องเรียนเรื่องของกลิ่นที่ออกจากท่อรวบรวมน้ำเสีย ผู้ปฏิบัติงานควรเปิดฝาท่อบ่อตรวจหาสาเหตุและรีบหาทางแก้ไข อาจพิจารณาล้างท่อด้วยน้ำจำนวนมากก่อนกำหนด ในท่อที่มีน้ำท่วมขังเป็นประจำอาจใช้เครื่องสูบจมน้ำถ่ายเทน้ำเสียเข้าท่อรวบรวมที่ใช้งานได้ปกติ

3.1.3 การควบคุมดูแลท่อรวบรวมน้ำเสีย

1) ควรจัดเตรียมแผนงานและตารางเวลาสำหรับการตรวจสอบท่อรวบรวมน้ำเสียหลักทุกปี ตรวจสอบบ่อตรวจ การตัดรากไม้ และการลอกตะกอน การดำเนินงานอาจทำโดยผู้ปฏิบัติงานภายในโรงพยาบาลหรืออาจจ้างหน่วยงานภายนอก

2) การตรวจสอบสภาพภายในท่อรวบรวมน้ำเสียอาจทำได้ยากเนื่องจากการขาดแคลนอุปกรณ์ เช่น กล้องตรวจสอบท่อจากระยะไกล ทำให้ไม่สามารถประเมินสภาพด้านในของท่อ ซึ่งท่อรวบรวมอาจอยู่ในสภาพเสียหายหรือแตกหัก หรือท่อรวบรวมอาจอยู่ในสภาพที่ต้องซ่อมแซมหรือมีรากไม้ไชทะลุ จึงทำได้แต่เพียงเปิดบ่อตรวจและตรวจสภาพของการไหลของน้ำเสียดังแสดงในรูปที่ 3-1 ซึ่งวิธีการตรวจสอบพื้นฐานทำโดยเปิดฝาบ่อตรวจตลอดแนวของเส้นท่อและตรวจสอบการไหลของน้ำเสีย ควรทำการตรวจในช่วงที่มีน้ำเสียไหลในปริมาณมากหรืออาจเทน้ำลงในบ่อตรวจต้นทางและควรทำการตรวจสอบทีละแนวท่อ



(ก) (ข)

รูปที่ 3-1 การตรวจสอบไหลของน้ำเสียในท่อรวบรวมน้ำเสีย (ก) น้ำเสียไหลแบบปกติ (ข) น้ำขังในบ่อตรวจเนื่องจากท่อเกิดการอุดตัน

3) ตรวจสอบการสะสมของขยะ ดิน กรวดทรายและหินที่สะสมอยู่ภายในบ่อตรวจ ควรพิจารณากำจัดออกก่อนทำการล้างท่อ ตรวจสอบการไหลของน้ำเสียในรางรูปตัวยู ถ้าระดับของไหลของน้ำเสียสูงแสดงว่ามีตะกอนหรือสิ่งกีดขวางการไหลของน้ำเสียอยู่ภายในท่อ

4) การล้างระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย การไหลของน้ำเสียด้วยแรงโน้มถ่วงในท่อรวบรวมน้ำเสียจะเกิดจากการสะสมของวัสดุต่าง ๆ ภายในท่อ ได้แก่ ไขมัน ตะกอนดิน กรวดทราย หินและขยะ การล้างท่อรวบรวมน้ำเสียเป็นการกำจัดสิ่งแปลกปลอมที่ตกค้างอยู่ภายในท่อ ควรพิจารณาล้างท่ออย่างสม่ำเสมอปีละ 1 ครั้ง สำหรับแนวท่อที่เกิดการอุดตันบ่อยอาจทำการล้างหลายครั้งต่อปี อาจทำการล้างถี่ขึ้นเมื่อจำเป็น ในการล้างท่อรวบรวมน้ำเสียควรให้ความสำคัญตรวจสอบการไหลของน้ำเสียระหว่างบ่อตรวจ และสังเกตความผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นและหาทางแก้ไข ส่วนแนวท่อรวบรวมน้ำเสียรองควรทำการล้างเมื่อต้องการตรวจสอบหรือมีการร้องเรียนเรื่องกลิ่น

5) Flushing สำหรับช่วงท่อรวบรวมที่มีความชันไม่เพียงพอ รวมทั้งท่อรวมรวมน้ำเสียต้นทางที่มีปริมาณน้ำเสียไหลน้อย อาจเกิดการสะสมของตะกอนสารอินทรีย์ภายในท่อเป็นจำนวนมาก อาจพิจารณาล้างท่อเป็นครั้งคราว (flushing) เพื่อชะล้างตะกอนที่สะสมอยู่ภายในท่อ (ปริมาณการใช้น้ำล้างขึ้นกับขนาดท่อและความลาดเอียง) ในการล้างทำความสะอาดท่อ ควรเปิดฝาท่อช่วงต้นและช่วงท้ายของท่อแต่ละช่วง และควรกำจัดกรวดทรายออกบ่อตรวจที่อยู่ด้านปลายช่วงท่อ ไม่ควรปล่อยให้กรวดทรายไหลต่อไปยังปลายท่อเพื่อป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นที่สถานีสูบและระบบบำบัดน้ำเสีย

6) ควรรักษาระดับน้ำในบ่อสูบให้ต่ำกว่าปลายท่อที่ระบายน้ำเสียเข้าบ่อสูบ เนื่องจากถ้าน้ำเสียท่วมปลายท่อจะทำให้น้ำเสียค้างอยู่ภายในท่อ ตะกอนที่มีในน้ำเสียจะตกตะกอน อาจทำให้ท่ออุดตันในภายหลัง และให้นำขยะออกจากกตะแกรงดักขยะที่บ่อสูบเป็นประจำทุกวันเพื่อให้น้ำเสียไหลผ่านได้สะดวก

3.1.4 บ่อตรวจ

1) โรงพยาบาลจะต้องมีแบบแปลนแสดงตำแหน่งบ่อตรวจและแนวท่อรวบรวมน้ำเสียทั้งหมด และควรปรับปรุงให้ทันสมัยเมื่อมีการก่อสร้างเพิ่มเติมในโรงพยาบาล ฝาบ่อตรวจจะต้องไม่ถูกฝังดินหรือถูกเทปูนทับ การตรวจสอบทุกครั้งควรสรุปเป็นรายงานเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับจัดเตรียมเอกสารของบประมาณสำหรับการซ่อมแซมหรือการวางท่อรวบรวมน้ำเสียใหม่ในอนาคต บ่อตรวจทั้งหมดภายในโรงพยาบาลควรได้รับการตรวจสอบเป็นประจำทุก ๆ 1 – 2 ปี

2) ตรวจสอบสภาพภายนอก สภาพของกรอบและฝาของบ่อตรวจ บ่อตรวจควรอยู่สภาพดี ผนังของบ่อไม่มีรอยแตกหรือรอยรั่ว และไม่เกิดการทรุดตัวของผนังบ่อ ฝาบ่อตรวจควรมีความแข็งแรง สามารถรับแรงกดและแรงกระแทกได้ดี และสามารถเปิดเพื่อซ่อมแซมบำรุงได้ง่าย มีน้ำหนักไม่มากเกินไปและไม่มีข้อบกพร่องที่ทำให้น้ำฝนสามารถไหลเข้าท่อรวบรวมน้ำเสียได้ ตำแหน่งของบ่อตรวจที่อยู่ในบริเวณพื้นที่น้ำท่วมขังหรือเป็นทางไหลของน้ำฝนควรมีระดับของขอบฝาบ่อที่สูงกว่าระดับน้ำเพื่อป้องกันน้ำฝนไหลเข้าท่อ (รูปที่ 3-2) ตรวจสอบสภาพของเหล็กที่ติดตั้งบนฝาบ่อตรวจและถ้าผุกร่อนควรพิจารณาซ่อมแซม ฝาบ่อตรวจควรสามารถเปิดได้ทุกฝาและถ้าเกิดความเสียหายจากการเปิดฝาบ่อให้ทำการซ่อมแซมภายหลัง

3) ตรวจสอบความแข็งแรงบันไดเหล็ก (ถ้ามี) เพื่อให้สามารถลงไปในบ่อตรวจได้ ทาสีกันสนิมบันไดเหล็กสำหรับลงไปในบ่อตรวจ ตรวจสอบการผุกร่อนของอุปกรณ์โลหะใช้ยกบ่อตรวจซ่อมแซมฝาบ่อตรวจที่เสียหาย

4) ตรวจสอบสภาพภายในบ่อตรวจ ตรวจสอบสภาพด้านในของบ่อตรวจ สภาพของปูนด้านในและรอยแตกร้าวและการรั่วไหลของน้ำเสีย

5) ตรวจสอบการรั่วไหลเข้าของน้ำฝนโดยทำการตรวจสอบในช่วงที่ฝนตก ซึ่งอาจเกิดจากการแตกหักของท่อ หรือเกิดจากน้ำฝนท่วมเข้าท่อ ตรวจสอบการซึมน้ำเข้าบ่อตรวจ ถ้ามีข้อสงสัยอาจทำการตรวจสอบหลังฝนตก

(ก) (ข)

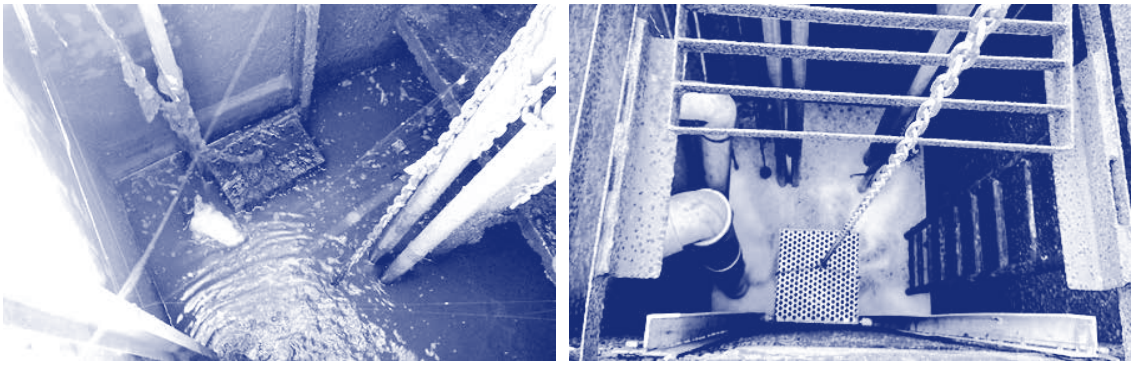
รูปที่ 3-2 ขอบบ่อตรวจ (ก) ขอบบ่อตรวจยกสูงเหนือพื้นดิน (ข) ขอบบ่อตรวจระดับเดียวกับพื้นดิน

3.2 การดูแลรักษาบ่อสูบ/เครื่องสูบน้ำ

ข้อปฏิบัติในการดูแลรักษาบ่อสูบน้ำเสีย ดังนี้

1) ผู้ปฏิบัติงานจะต้องดึงตะแกรงดักขยะที่ปลายท่อรวบรวมน้ำเสียในบ่อสูบขึ้นไป นำขยะออกจากตะแกรงและใส่ถุงขยะติดเชื้ออย่างน้อยวันละ 1 ครั้งเพื่อให้น้ำเสียในท่อไหลได้สะดวก

2) ลูกลอยควบคุมระดับน้ำเสีย ต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์สามารถสั่งงานได้ปกติ ปรับระดับความสูงของลูกลอยในบ่อสูบให้เหมาะสม เพื่อไม่ให้เครื่องสูบน้ำเดินเครื่องทำงานและหยุดทำงานถี่เกินไป ซึ่งจะช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องสูบให้นานขึ้น และปรับระดับความสูงของลูกลอยเพื่อให้ระดับน้ำเสียในบ่อสูบไม่สูงจนท่วมปลายท่อรวบรวมน้ำเสีย เพราะจะทำให้มีน้ำเสียขังอยู่ในท่อและอาจทำให้ท่ออุดตันจากตะกอนที่มากับน้ำเสีย โดยปกติให้ปรับระดับลูกลอยเพื่อให้เครื่องสูบทำงานเฉลี่ย 10-15 นาทีต่อครั้ง และมีเวลาหยุดทำงานไม่ต่ำกว่า 20-30 นาที ถ้าน้ำท่วมปลายท่อจะทำให้เกิดน้ำท่วมขังภายในท่อต้นทาง และทำให้ของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียตะกอนในท่อรวบรวม ซึ่งส่งผลให้เกิดการอุดตันของท่อและเกิดกลิ่นเหม็น นอกจากนี้ถ้าระดับน้ำเสียท่วมตะแกรงดักขยะแบบตะกร้าจะทำให้มีขยะลอดออกจากช่องว่างระหว่างตะแกรงกับปลายท่อรวบรวมน้ำเสียได้ ตรวจสอบระดับน้ำในบ่อสูบไม่ให้ท่วมปากท่อรวบรวมน้ำเสียที่ระบายลงสู่บ่อสูบน้ำเสีย (ดังรูปที่ 3-3)



(ก) (ข)

รูปที่ 3-3 ระดับน้ำในบ่อสูบน้ำเสีย (ก) ระดับน้ำท่วมด้านล่างของตะแกรง (ข) ระดับน้ำอยู่ต่ำกว่าตะแกรง

3) ในกรณีเครื่องสูบน้ำเสียขัดข้องเป็นเวลานาน ๆ จะทำให้น้ำเสียในบ่อสูบและบ่อพักต่าง ๆ สูงขึ้นจนกระทั่งล้นบ่อสูบและบ่อพัก จำเป็นต้องรีบแก้โดยเปิดวาล์วใช้ท่อระบายน้ำฉุกเฉินที่สามารถระบายน้ำเสียจากบ่อสูบผ่านไปยังถังสัมผัสคลอรีน ให้เพิ่มอัตราการเติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรคแล้วระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ในกรณีที่ไม่มีท่อระบายฉุกเฉินจำเป็นต้องจัดให้มีเครื่องสูบน้ำสำรองไว้ที่โรงบำบัดน้ำเสีย เพื่อทำการสูบแทนจนกว่าจะซ่อมเครื่องสูบน้ำในบ่อสูบแล้วเสร็จ

4) กรณีฝนตกหนักและมีน้ำฝนไหลเข้าสู่ท่อรวบรวมน้ำเสียจำนวนมากจนเครื่องสูบน้ำที่ติดตั้งไม่สามารถสูบน้ำได้ทัน เพื่อป้องกันไม่ได้เกิดอันตรายแก่เครื่องอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบ ให้เปิดวาล์วใช้ท่อระบายฉุกเฉินที่สามารถระบายน้ำเสียจากบ่อสูบไปยังถังสัมผัสคลอรีน ให้เพิ่มอัตราการเติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรคแล้วระบายลงแหล่งน้ำสาธารณะ ในกรณีที่ไม่มีท่อระบายฉุกเฉิน ให้จัดหาเครื่องสูบน้ำเพิ่มเติมสำหรับสูบน้ำจากบ่อสูบไปยังถังสัมผัสคลอรีนเพื่อทำการฆ่าเชื้อโรคแล้วระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

5) ในกรณีที่มีโรคระบาดและห้ามมิให้สูบน้ำเสียลงแหล่งน้ำสาธารณะ ควรจัดเตรียมบ่อพักสำหรับเก็บกักน้ำไว้ชั่วคราวเพื่อทำการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีนก่อนระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

6) ให้ทำการตัดไฟฟ้าทุกวงจรที่เดินเข้าไปในบ่อสูบก่อนทุกครั้งที่จะลงไปทำงานเพื่อซ่อมแซมอุปกรณ์ต่าง ๆ ในบ่อสูบ หรือเพื่อจุดประสงค์อื่นใดก็ตาม เพื่อป้องกันอันตรายซึ่งเกิดจากกระแสไฟฟ้ารั่วในน้ำ

7) สำหรับบ่อสูบที่มีฝาแบบปิดทึบก่อนลงไปในบ่อสูบน้ำทิ้งควรเปิดฝาบ่อสูบน้ำไว้ประมาณครึ่งชั่วโมง เพื่อให้ก๊าซที่เป็นอันตรายระเหยออกไปก่อน ควรพึงระวังก๊าซในนั้นอาจยังหลงเหลืออยู่ในส่วนลึกของถังได้ และห้ามสูบบุหรี่ไปในบ่อสูบน้ำเสียเพราะก๊าซบางชนิดไวไฟ

8) ก่อนลงไปในบ่อสูบจะต้องมีผู้ร่วมงานอยู่ด้านบนอย่างน้อยหนึ่งคน เตรียมพร้อมที่จะสาวเชือกที่ผูกติดตัวลงไปในบ่อสูบ เพื่อลากผู้นั้นกลับขึ้นมาจากบ่อโดยไม่จำเป็นต้องให้ผู้ช่วยเหลือลงไปในบ่อสูบน้ำเสีย

9) สำรวจบันไดลงบ่อน้ำว่าเกิดการผุกร่อนหรือไม่ ทุก 1 เดือน และทาสีกันสนิมบันไดลงบ่อสูบน้ำเสียและฝาตะแกรงเหล็กของบ่อสูบใหม่ ทุก 6 เดือน [16]

10) การตรวจสอบประจำเดือน ทำการตรวจสอบและดำเนินการทดสอบดังนี้

- ทดสอบการทำงานของเครื่องสูบน้ำเข้าระบบแต่ละตัว โดยใช้ระบบ Manual เพื่อตรวจสอบการทำงานผิดปกติหรือไม่ อาทิเช่น การไหลสม่ำเสมอ เสียงของเครื่องสูบน้ำ การสั่นสะเทือน เป็นประจำทุกวัน และตรวจสอบตะแกรงดักขยะน้ำเสียควรไหลผ่านสะดวก ไม่อุดตัน
- ชุดแกนบังคับเครื่องสูบและชุดยก ต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์ไม่มีรอยผุกร่อนของสนิม พวงมาลัยหมุนไม่ติดขัด
- ตะกร้าดักขยะ รางบังคับและชุดยก ต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์ไม่มีรอยผุกร่อนของสนิม พวงมาลัยหมุนไม่ติดขัด
- ชุดโซ่และอุปกรณ์ยึดเครื่องสูบ ต้องอยู่ในสภาพไม่มีรอยผุกร่อนของสนิม
- ทำความสะอาดของบ่อสูบน้ำเสียไม่ให้มีเศษใบไม้ พลาสติก หรือสิ่งสกปรก ซึ่งอาจทำให้เกิดความเสียหาย ทำให้เกิดการอุดตันแก่เครื่องสูบน้ำได้ โดยควรทำความสะอาดเดือนละครั้ง
- ทำความสะอาดลูกลอยและสายปรับระดับ ควรทำความสะอาดเดือนละครั้งหรือทำการเปลี่ยนหรือซ่อมแซมชิ้นที่ชำรุดตามคำแนะนำเกี่ยวกับการควบคุมด้วยลูกลอย

11) ตรวจสอบประจำปี ทำการตรวจสอบการสึกหรอของประเก็นกันน้ำ (รอยต่อ) และตรวจสอบมอเตอร์ไฟฟ้าและเติมน้ำมันหล่อลื่น ทุก 6 เดือน และตรวจสอบการสึกหรอของตลับลูกปืน ปอกเพลา และใบพัดประจำปี

3.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย

ผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลควรมีความรู้และความเข้าในระบบบำบัดน้ำเสียที่ดูแลอยู่ควรเริ่มจากการตรวจสอบเอกสารการออกแบบและการตรวจสอบภาคสนามของระบบบำบัดน้ำเสียจริงดังต่อไปนี้

3.3.1 การตรวจสอบการตรวจสอบเอกสาร

ผู้ควบคุมควรตรวจสอบเอกสารการออกแบบ แบบแปลนต่าง ๆ ของระบบบำบัดน้ำเสีย และรายการคำนวณออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อศึกษาข้อมูลและตัวแปรที่ใช้ออกแบบ ได้แก่ (1) อัตราการไหลของน้ำเสีย (2) คุณลักษณะของน้ำเสียได้แก่ค่า BOD_5 และ TKN เป็นต้น (3) ขั้นตอนและกระบวนการบำบัดน้ำเสีย (4) เกณฑ์การออกแบบหน่วยบำบัดต่าง ๆ และ (5) การคำนวณออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อให้สามารถนำข้อมูลที่เดินระบบจริงมาคำนวณเปรียบเทียบกับค่าที่ใช้ออกแบบ และสามารถปรับหรือควบคุมการเดินระบบให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด

เอกสารแบบแปลนของระบบบำบัดน้ำเสียประกอบด้วย (1) ที่ตั้งของระบบบำบัดน้ำเสีย (2) ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย (3) ผังบริเวณระบบบำบัดน้ำเสีย (4) ผังบริเวณระบบท่อ (5) หน้าตัดชลศาสตร์ (6) แปลนหน่วยบำบัด และ (7) รูปตัดแสดงรายละเอียดของหน่วยบำบัด นอกจากนี้ยังมีเอกสารที่เกี่ยวข้องได้แก่ (1) เอกสารประกอบแบบ (2) รายละเอียดในการก่อสร้างและรายการคำนวณ (3) รายละเอียดเกี่ยวกับอุปกรณ์เครื่องจักร และ (4) คู่มือการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย เอกสารทั้งหมดควรมีไว้ในโรงพยาบาลหรือเก็บไว้ที่โรงบำบัดน้ำเสีย

3.3.2 การสำรวจภาคสนาม

แบบก่อสร้างจริง (As-build Drawing) เป็นแบบที่ได้ทำการปรับรายละเอียดทุกอย่างให้ตรงกับการก่อสร้างจริง ผู้ควบคุมควรสำรวจระบบบำบัดน้ำเสียเปรียบเทียบกับแบบก่อสร้างจริงและรายการคำนวณเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ดังต่อไปนี้

1) สำรวจขนาดและปริมาตรของหน่วยบำบัดต่าง ๆ และตรวจสอบความถูกต้องของขนาดและปริมาตรเก็บกักน้ำของหน่วยบำบัดต่าง ๆ เทียบกับแบบก่อสร้างจริง จากนั้นนำข้อมูลอัตราไหลและลักษณะของน้ำเสียในปัจจุบันของโรงพยาบาลและข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนามมาคำนวณตามเกณฑ์ที่ใช้ออกแบบเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการควบคุมระบบ ได้แก่

1.1) ถังปรับเสมอ สำรวจขนาดพื้นที่หน้าตัดและความลึกน้ำ แล้วคำนวณหาปริมาตรน้ำของถัง จากนั้นคำนวณหาระยะเวลาเก็บกักน้ำ

1.2) ถังเติมอากาศ สำรวจขนาดพื้นที่หน้าตัดและความลึกน้ำ แล้วคำนวณหาปริมาตรน้ำของถัง จากนั้นคำนวณหาระยะเวลาเก็บกักน้ำ ตรวจสอบการติดตั้งเครื่องเติมอากาศ

1.3) ถังตกตะกอน สำรวจขนาดพื้นที่หน้าตัดและความลึกน้ำ แล้วคำนวณอัตราน้ำล้นผิว ปริมาตรและระยะเวลาเก็บกักน้ำ ตรวจสอบความถูกต้องของการติดตั้งเวียร์น้ำล้น และแผ่นกั้นตะกอนลอย

1.4) ถังสัมผัสคลอรีน สำรวจขนาดพื้นที่หน้าตัดและความลึกน้ำ มีแผ่นกั้นให้เกิดการไหลแบบตามกัน แล้วคำนวณหาปริมาตรเก็บกักน้ำของถัง จากนั้นคำนวณหาระยะเวลาสัมผัสคลอรีน

2) การตรวจสอบสภาพทั่วไปของระบบ ก่อนทำการทดสอบการเดินระบบจริง ต้องมั่นใจว่าเครื่องจักรอุปกรณ์ทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ ดังนั้นผู้ควบคุมจะต้องเข้าใจการทำงานของเครื่องจักรอุปกรณ์และระบบท่อ ได้แก่

2.1) ทิศทางการไหลของของน้ำในเส้นท่อ

2.2) เครื่องจักรจะต้องได้รับการหล่อลื่นและได้รับการทดสอบแล้ว

2.3) รางน้ำและถังทั้งหมดได้รับการทำความสะอาด และเอาวัสดุแปลกปลอมออก เช่น เศษหิน และกรวด เพราะจะทำให้เครื่องสูบน้ำและเครื่องเติมอากาศเกิดความเสียหาย

2.4) ไฟส่องสว่าง มิเตอร์ เครื่องมือวัดและเครื่องบันทึกทำงานได้ปกติ

2.5) ผู้ควบคุมได้ศึกษาคู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ และจัดเก็บไว้อย่างดีสำหรับอ้างอิงในอนาคต

2.6) มีตารางเก็บข้อมูลสำหรับบันทึกข้อมูลในแต่ละวัน

2.7) ตรวจสอบสภาพความแข็งแรง การชำรุด การทรุดตัว การรั่วซึมของโครงสร้าง ระบบท่อน้ำเสีย และระบบท่อสลัดจ์

2.8) หลังจากนั้นทำการทดสอบการทำงานของระบบ (Test run) ให้เดินระบบด้วยน้ำสะอาดเพื่อทดสอบด้วยอัตราการไหลตามที่ออกแบบไว้ ตรวจสอบระดับน้ำ ทดสอบการทำงานของเครื่องจักร เครื่องสูบน้ำ เครื่องรีดน้ำสลัดจ์ เครื่องจ่ายสารเคมีและตรวจสอบรอยรั่วของถัง ระบบท่อและเครื่องจักรต่าง ๆ จากนั้นจะเริ่มการเดินระบบจริงด้วยน้ำเสีย (Commissioning)

3) ตรวจสอบลักษณะการไหลและการผสมของน้ำในถัง การทำงานของหน่วยบำบัดและเครื่องจักรในถัง

3.1) ถังปรับเสมอ มีการเติมอากาศทำให้เกิดการผสมสมบูรณ์ ไม่มีกลิ่นเหม็นและไม่มีตะกอนนอนก้นถัง

3.2) ถังเติมอากาศแบบผสมสมบูรณ์และเอสบีอาร์ ลักษณะของการผสมจะต้องเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ ไม่มีจุดบอดของการผสม โดยเฉพาะตามมุมของถังและต้องไม่มีตะกอนสะสมที่ก้นถัง

3.3) ถังเติมอากาศแบบคูวนเวียน ลักษณะการไหลเป็นแบบไหลตามกัน ด้วยความเร็วที่เหมาะสม (> 0.3 ม./วินาที) MLSS แขวนลอยตลอดเวลาไม่มีจุดบอดและไม่มีตะกอนสะสมที่ก้นถัง

3.4) ถังตกตะกอน ตะกอนจมตัวได้ดี น้ำล้นถังตกตะกอนใส ลักษณะการไหลเข้าและออกของน้ำเข้าถังตกตะกอนไม่ทำให้เกิดการปั่นป่วน การติดตั้งเวียร์และแผ่นกั้นตะกอนลอยถูกต้อง

3.5) ถังสัมผัสคลอรีน: การไหลของน้ำเป็นแบบไหลตามกัน และมีระยะเวลาสัมผัสเหมาะสม

4) ตรวจสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์อื่น ๆ ทำหน้าที่ได้ตามที่ออกแบบไว้

4.1) ขนาดของเครื่องจักรกลต่าง ๆ สำรวจขนาดกิโลวัตต์ของมอเตอร์

4.2) เครื่องสูบน้ำเสียเข้าระบบ ตรวจสอบอัตราการสูบน้ำเสียเข้าระบบต่อวันและต่อชม.

4.3) เครื่องสูบสลัดจ์กลับ ตรวจสอบอัตราการสูบสลัดจ์กับค่าที่ออกแบบไว้

4.4) การควบคุมอัตราไหล ตรวจสอบการควบคุมอัตราการไหลให้ได้ตามค่าที่ออกแบบ เช่น การควบคุมด้วยการปรับวาล์ว หรือการควบคุมด้วยการปรับเวลาการเดินเครื่องสูบน้ำ

4.5) เครื่องเติมอากาศ ตรวจสอบประสิทธิภาพการถ่ายเทออกซิเจนด้วยการตรวจสอบค่า DO ตลอดความลึกและทั่วทั้งถัง และควรมีค่า ≥ 2 มก./ล. และตรวจสอบการผสมของน้ำในถังเติมอากาศ

3.3.3 การเริ่มต้นเดินระบบ (Start up) ระบบเอเอส

ประสิทธิภาพการทำงานของระบบเอเอสจะขึ้นกับกลุ่มของจุลินทรีย์ที่ประกอบด้วยแบคทีเรียเป็นส่วนใหญ่และโปรโตซัวที่สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีในน้ำเสีย และในถังเติมอากาศจะต้องมีจุลินทรีย์ที่มีชีวิตเหล่านี้จำนวนมากที่เรียกว่า MLSS แม้ว่าในน้ำเสียมีปริมาณจุลินทรีย์ปะปนอยู่ในระดับหนึ่ง แต่ไม่เพียงพอที่จะทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นในการเริ่มเดินระบบจริงหรือ startup ระบบจะต้องทำการเลี้ยงจุลินทรีย์เพิ่มความเข้มข้นของ MLSS ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม และอาจต้องใช้เวลา 6 ถึง 12 สัปดาห์ ขึ้นกับคุณภาพและปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นที่ใช้

การเลี้ยงจุลินทรีย์เพื่อเดินระบบจะเริ่มจากการใช้หัวเชื้อเติมลงในถังเติมอากาศ เพื่อให้จุลินทรีย์เพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว หัวเชื้อที่ดีที่สุดคือหัวเชื้อจากระบบเอเอส เช่น น้ำสลัดจ์ข้นจากถังเติมอากาศหรือถังตกตะกอน น้ำสลัดจ์จากถังย่อยสลัดจ์แบบเติมอากาศ สลัดจ์ที่เพิ่งรีดน้ำจากเครื่องรีดน้ำสลัดจ์ เช่น belt press ของระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอเอส อาจใช้น้ำสลัดจ์หรือสลัดจ์ที่รีดน้ำแล้วจากโรงงานอุตสาหกรรมประเภทอุตสาหกรรมอาหาร ถ้าหาไม่ได้หรือมีไม่เพียงพออาจใช้มูลสัตว์เสริม เช่น มูลสุกร หรือ จากรถสูบส้วมของเทศบาล ซึ่งในมูลสัตว์และสลัดจ์จากรถสูบส้วมมีสารอาหารจำนวนมากช่วยเร่งการเจริญเติบโต

ปกติความเข้มข้นของ MLSS ในน้ำสลัดจ์จากถังตกตะกอนจะมีความเข้มข้นประมาณ 6,000 ถึง 10,000 มก./ล. สำหรับสลัดจ์ที่ผ่านการรีดน้ำแล้วอาจมีของแข็งร้อยละ 20 จะต้องตรวจสอบคุณภาพน้ำสลัดจ์ที่เป็นหัวเชื้อ เช่น ค่า pH, กลิ่น (DO), สี (ไม่ดำสนิท) เพื่อให้ได้สลัดจ์ที่สามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ถ้านำหัวเชื้อมาจากถังย่อยสลัดจ์แบบเติมอากาศจะต้องปรับค่า pH ของน้ำในถังเติมอากาศ ผู้ควบคุมควรสามารถคำนวณปริมาณสลัดจ์ที่ต้องการสำหรับเริ่มระบบได้ ดังแสดงในตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่าง จงคำนวณปริมาณหัวเชื้อจากสลัดจ์ที่ผ่านการรีดน้ำ ถ้าต้องการใช้สลัดจ์ที่รีดน้ำแล้วที่มีปริมาณของแข็งร้อยละ 20 ซึ่งมีความเข้มข้นของแข็งเท่ากับ 20 กก./100 กก. สลัดจ์ ถังเติมอากาศมีปริมาตรน้ำเท่ากับ 100 ลบ.ม. ต้องการความเข้มข้น MLSS ในถังเติมอากาศเท่ากับ 1,000 มก./ล. (= ก/ลบ.ม.) เพื่อให้ระบบเอเอสสามารถเดินระบบได้ทันที

$$V_1 C_1 = W_2 S_2$$

เมื่อ V_1 = ปริมาตรน้ำในถังเติมอากาศ (ลบ.ม.)

W_2 = น้ำหนักสลัดจ์ที่รีดน้ำแล้ว (กก.)

C_1 = MLSS ในถังเติมอากาศ (มก./ล.)

S_2 = ร้อยละของแข็งในสลัดจ์ (ร้อยละ)

แทนค่าตัวแปรในสมการ

$$(100 \text{ ลบ.ม.}) \frac{1000 \text{ ก./ลบ.ม.}}{1000 \text{ ก./กก.}} = W_2 (20/100)$$

$$100 = 0.2W_2$$

$$W_2 = 100/0.2 = 500 \text{ กก.}$$

ตัวอย่าง จงคำนวณปริมาณหัวเชื้อจากน้ำสลัดจ์ ถ้าต้องการใช้หัวเชื้อจากถังเติมอากาศของโรงพยาบาลแห่งหนึ่งที่มีความเข้มข้น MLSS เท่ากับ 3,000 มก./ล. ถังเติมอากาศมีปริมาตรน้ำเท่ากับ 100 ลบ.ม. ต้องการความเข้มข้น MLSS ในถังเติมอากาศเท่ากับ 1,000 มก./ล. เพื่อให้ระบบเอเอสสามารถเดินระบบได้ทันที

$$(V_1+V_2)\ C_1 = V_2\ C_2$$

เมื่อ V_1 = ปริมาณน้ำในถังเติมอากาศ

V_2 = ปริมาณน้ำหัวเชื้อจากสลัดจ์

C_1 = MLSS ในถังเติมอากาศ

C_2 = MLSS ของหัวเชื้อจากสลัดจ์

แทนค่าในสมการ

$$(100 + V_2)\ (1{,}000 \text{ มก./ล.}) = V_2\ (3{,}000 \text{ มก./ล.})$$

$$100 + V_2 = 3\ V_2$$

$$2\ V_2 = 100$$

$$V_2 = 50 \text{ ลบ.ม.}$$

ในตัวอย่างนี้จะต้องใช้น้ำสลัดจ์จากระบบเอเอสสูงถึง 50 ลบ.ม. ถ้าความเข้มข้นของ MLSS ของน้ำสลัดจ์หัวเชื้อเพิ่มขึ้นเป็น 6,000 มก./ล. จะต้องใช้น้ำสลัดจ์เท่ากับ 25 ลบ.ม. ซึ่งยังคงมากเกินไป การสูบน้ำสลัดจ์ออกจากถังเติมอากาศในปริมาณมากจะทำให้ระบบเอเอสมีปัญหาเกิดขึ้นได้ และปกติการขนส่งน้ำสลัดจ์จะใช้รถสูบสิ่งปฏิกูลซึ่งมีความจุประมาณ 6 ลบ.ม. ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นอาจใช้ความเข้มข้นที่ต่ำลง และค่อย ๆ เพิ่มความเข้มข้นของจุลินทรีย์จากการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยขั้นตอนการเริ่ม startup ระบบเอเอสแต่ละประเภทมีดังต่อไปนี้

1) ระบบเอเอสแบบผสมสมบูรณ์

1.1) คำนวณปริมาตรถังเติมอากาศ

1.2) เติมน้ำเสียให้ได้ครึ่งหนึ่งของปริมาตรถัง

1.3) เติมสลัดจ์หัวเชื้อจากระบบเอเอส ถ้าเป็นไปได้ MLSS > 500 มก./ล.

1.4) เดินเครื่องเติมอากาศตลอดเวลา

1.5) วิเคราะห์ค่า pH, DO และ SV30 ของน้ำในถังทุกวัน ค่า DO เริ่มต้นอาจมีค่าเป็นศูนย์ ให้เติมอากาศไปเรื่อย ๆ เมื่อค่า DO > 2 มก./ล. แสดงว่าสารอินทรีย์ถูกย่อยสลายหมดแล้ว ปล่อยให้จุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์ที่สะสมภายในเซลล์ไปเรื่อย ๆ ตรวจสอบลักษณะการเกิดฟล็อกและการตกตะกอนจากการทดสอบ SV30 ขั้นตอนนี้อาจใช้เวลาหลายวันขึ้นกับคุณภาพและความเข้มข้นของหัวเชื้อ

1.6) การเติมน้ำเสียเพิ่มเติมลงในถังควรพิจารณาจากค่า DO และลักษณะฟล็อกของสลัดจ์และการตกตะกอน เมื่อพบว่าสลัดจ์ทำงานได้ดี (ดูจากการตกตะกอน SV30 แบคทีเรียเริ่มเป็นฟล็อกและน้ำเริ่มใส) เริ่มเติมน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศวันละร้อยละ 10 ถึง 20 ของปริมาตรถังจนเต็มถัง

1.7) เมื่อน้ำไหลเข้าถังตกตะกอนจนเต็มถัง เดินเครื่องสูบสลัดจ์กลับเข้าถังเติมอากาศตลอดเวลาหรือเดินเครื่องสูบให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของ MLSS ในถังเติมอากาศ ถ้าสลัดจ์ตกตะกอนได้ดี ความเข้มข้นของ MLSS จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ถ้าสลัดจ์ตกตะกอนไม่ดี (น้ำไม่ใส) อาจต้องใช้เวลานานในการเพิ่มความเข้มข้นของ MLSS

1.8) เติมน้ำเสียเข้าระบบให้เหมาะสมกับค่าที่ออกแบบไว้

2) ระบบเอเอสแบบคูวนเวียน

2.1) คำนวณปริมาตรถังเติมอากาศ

2.2) เติมน้ำเสียให้เต็มปริมาตรถัง ปรับให้เครื่องเติมอากาศแบบโรเตอร์จมน้ำอย่างน้อย 15 ซม.

2.3) เติมสลัดจ์หัวเชื้อจากระบบเอเอส ถ้าเป็นไปได้ MLSS > 500 มก./ล.

2.4) เดินเครื่องเติมอากาศตลอดเวลา

2.5) วิเคราะห์ค่า pH, DO และ SV30 ของน้ำในถังทุกวัน ค่า DO เริ่มต้นอาจมีค่าเป็นศูนย์ ให้เติมอากาศไปเรื่อย ๆ เมื่อค่า DO > 2 มก./ล. แสดงว่าสารอินทรีย์ถูกย่อยสลายหมดแล้ว ปล่อยให้จุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์ที่สะสมภายในเซลล์ ตรวจสอบลักษณะการเกิดฟล็อกและการตกตะกอน ขั้นตอนนี้อาจใช้เวลาหลายวันขึ้นกับคุณภาพและความเข้มข้นของหัวเชื้อ

2.6) พบว่าสลัดจ์ทำงานได้ดี (ดูจากการตกตะกอน SV30 แบคทีเรียเริ่มเป็นฟล็อกและน้ำเริ่มใส) เริ่มเติมน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ จนน้ำเต็มถังตกตะกอน เดินเครื่องสูบสลัดจ์กลับเข้าถังเติมอากาศตลอดเวลาหรือเดินเครื่องสูบให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของ MLSS ตรวจสอบความใสของน้ำล้นถัง ถ้าน้ำล้นขุ่นมากให้หยุดหรือลดอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าถัง จนกว่าความขุ่นของน้ำล้นน้อยลง

2.7) ถ้าสลัดจ์ตกตะกอนได้ดี ความเข้มข้นของ MLSS จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ถ้าสลัดจ์ตกตะกอนไม่ดี (น้ำไม่ใส) อาจต้องใช้เวลานานในการเพิ่มความเข้มข้นของ MLSS

2.8) เติมน้ำเสียเข้าระบบให้เหมาะสมกับค่าที่ออกแบบไว้

3) ระบบเอเอสแบบเอสบีอาร์

3.1) คำนวณปริมาตรถังเติมอากาศ

3.2) เติมน้ำเสียให้ได้ครึ่งหนึ่งของปริมาตรถัง

3.3) เติมสลัดจ์หัวเชื้อจากระบบเอเอส ถ้าเป็นไปได้ MLSS > 500 มก./ล.

3.4) เดินเครื่องเติมอากาศตลอดเวลา

3.5) เก็บตัวอย่างน้ำในถังเติมอากาศมาวิเคราะห์หาค่า pH, DO และ SV30 ของน้ำในถังทุกวัน ค่า DO เริ่มต้นอาจมีค่าเป็นศูนย์ ให้เติมอากาศไปเรื่อย ๆ เมื่อค่า DO > 2 มก./ล. แสดงว่าสารอินทรีย์ถูกย่อยสลายหมดแล้ว ปล่อยให้จุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์ที่สะสมภายในเซลล์ไปเรื่อย ๆ ตรวจสอบลักษณะการเกิดฟล็อกและการตกตะกอน ขั้นตอนนี้อาจใช้เวลาหลายวันขึ้นกับคุณภาพและความเข้มข้นของหัวเชื้อ

3.6) การเติมน้ำเสียเพิ่มเติมลงในถังควรพิจารณาจากค่า DO และลักษณะฟล็อกของสลัดจ์ เมื่อพบว่าสลัดจ์ทำงานได้ดี (ดูจากค่า DO และการตกตะกอน SV30 แบคทีเรียเริ่มเป็นฟล็อกและน้ำเริ่มใส) เริ่มเติมน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศวันละร้อยละ 10 ถึง 20 ของปริมาตรถังจนเต็มถัง เริ่มเดินเครื่องตามตารางเวลาการทำงานของระบบเอสบีอาร์

3.7) ถ้าสลัดจ์ตกตะกอนได้ดี ความเข้มข้นของ MLSS จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ถ้าสลัดจ์ตกตะกอนไม่ดี (น้ำไม่ใส) อาจต้องใช้เวลานานในการเพิ่มความเข้มข้นของ MLSS

3.8) เติมน้ำเสียเข้าระบบให้เหมาะสมกับค่าที่ออกแบบไว้

3.3.4 การควบคุมถังเติมอากาศ

1) การตรวจสอบและควบคุมสภาพแวดล้อมในถังเติมอากาศ

จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศเป็นสิ่งมีชีวิตทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ และเพิ่มจำนวนขึ้นเมื่ออยู่ในสภาวะที่เหมาะสม ดังนั้นผู้ควบคุมจะต้องทำการตรวจสอบสภาพแวดล้อมทางกายภาพ และปรับให้มีค่าอยู่ในช่วงที่จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ดี ได้แก่

1.1) ธาตุอาหาร อัตราส่วน BOD_5/N/P ที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์มีค่าเท่ากับ 100/5/1 ปกติในน้ำเสียของโรงพยาบาลจะมีองค์ประกอบของไนโตเจนและฟอสฟอรัสมากกว่าค่าดังกล่าว จึงไม่มีความจำเป็นต้องเติมสารประกอบไนโตรเจนหรือฟอสฟอรัสเพิ่มเติม

1.2) pH ค่า pH ที่เหมาะสมสำหรับจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศอยู่ในช่วง 6.5 ถึง 8.5 และเนื่องจากในน้ำเสียของโรงพยาบาลมีองค์ประกอบของไนโตรเจนที่ค่อนข้างสูง รวมทั้งการเดิมระบบเอเอสที่อายุสลัดจ์สูง ทำให้มีโอกาสที่จะเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันในถังเติมอากาศซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่ผลิตกรด จึงทำให้ค่า pH ในถังเติมอากาศลดต่ำลงได้ ผู้ควบคุมควรตรวจสอบค่า pH ในถังเติมอากาศทุกวัน และทำการปรับด้วยด่าง เช่น โซดาไฟ หรือปูนขาวเมื่อค่า pH ต่ำกว่า 6.5 ถ้าค่า pH สูงกว่า 8.5 แสดงว่ามีสารเคมีที่เป็นด่างจำนวนมากไหลเข้าระบบบำบัดน้ำเสียจะต้องปรับค่า pH ด้วยกรด และหาแหล่งที่มาของสารเคมีดังกล่าวด้วยการตรวจสอบค่า pH ของน้ำเสียจากแหล่งต่าง ๆ ทันทีและหาทางควบคุม

1.3) สารพิษ สารพิษทำให้จุลินทรีย์ตายหมดในเวลาสั้น เช่น ไซยาไนด์, คลอรีน, น้ำยาฆ่าเชื้อโรค เป็นต้น สารพิษออกฤทธิ์ช้าจะสะสมไว้ภายในเซลล์และตายในที่สุด เช่น โลหะหนัก เป็นต้น

1.4) ออกซิเจนละลาย (DO) เพื่อป้องกันสภาพไร้อากาศจะต้องมั่นใจว่าทุกตำแหน่งและตลอดความลึกในถังเติมอากาศมีค่า DO ≥ 0.5 มก./ล. จึงควรรักษาค่า DO ของน้ำที่ล้นออกจากถังเติมอากาศให้มีค่า ≥ 2.0 มก./ล. และเพื่อให้มั่นใจว่าในถังตกตะกอนยังคงมีออกซิเจนสำหรับสลัดจ์ที่ตกค้างอยู่ในถัง น้ำล้นถังตกตะกอนควรมีค่า DO ≥ 0.5 มก./ล. [6] ในกรณีที่ค่า DO สูงกว่า 2 มก./ล. จะไม่มีผลเสียต่อจุลินทรีย์แต่เป็นการสิ้นเปลืองพลังงาน ผู้ควบคุมจะต้องตรวจสอบค่า DO ในถังเติมอากาศในช่วงที่มีน้ำเสียเข้าระบบมากที่สุด เนื่องจากเป็นช่วงที่มีการใช้ออกซิเจนสูงสุด ในกรณีที่โรงพยาบาลต้องการประหยัดพลังงานด้วยการลดจำนวนการเดินเครื่องเติมอากาศ อาจปรับลดในช่วงกลางคืนที่มีน้ำเสียเข้าระบบน้อย ส่วนในเวลากลางควรเดินเครื่องเติมอากาศทุกเครื่อง

ค่า DO ที่หาได้จากเครื่องวัดค่า DO (DO meter) จะถูกต้อง เมื่อผู้ควบคุมสามารถดูแลรักษาและปรับเทียบค่าได้อย่างถูกต้อง เครื่องวัด DO มีราคาแพงหลายหมื่นบาทและต้องการผู้ควบคุมที่มีความรู้ในการบำรุงรักษาเครื่อง สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอเอสขนาดเล็กอาจพิจารณาซื้อชุดทดสอบ DO ด้วยสารเคมีที่มีราคาถูกกว่ามาใช้แทน และการใช้สารเคมีทดสอบค่า DO จะต้องใช้น้ำใสเท่านั้นมาเติมสารเคมี จึงควรใช้น้ำใสที่ล้นจากถังตกตะกอนมาวิเคราะห์และควรได้ค่ามากกว่า 0.5 มก./ล. แต่ถ้าใช้เครื่องวัด DO สามารถจุ่มหัววัดลงในถังเติมอากาศได้เลย

สำหรับระบบเอเอสแบบคูวนเวียนควรควบคุมค่า DO ของน้ำในถังเติมอากาศให้ ≥ 2 มก./ล.หลังเครื่องเติมอากาศ และ ≥ 0.5 มก./ล.ก่อนถึงเครื่องเติมอากาศ แม้ว่าระบบเอเอสแบบคูวนเวียนสามารถนำมาใช้กำจัดไนโตรเจน ด้วยการควบคุมค่า DO ให้มีค่าสูงหลังเติมอากาศ และมีค่าต่ำเกือบเป็นศูนย์ก่อนถึงเครื่องเติมอากาศควบคู่กับการปรับตำแหน่งจุดเติมน้ำเสียและจุดเติมสลัดจ์สูบกลับเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันก็ตาม การควบคุมค่า DO ให้มีค่าแตกต่างกันในลักษณะนี้ผู้ควบคุมต้องมีความเชี่ยวชาญในการควบคุมระบบและมีอุปกรณ์วัดพร้อมและต้องมั่นใจว่าในน้ำล้นถังตกตะกอนจะต้องมีค่า DO ≥ 0.5 มก./ล. ระบบคูวนเวียนที่ใช้เครื่องเติมอากาศแบบโรเตอร์ควรควบคุมระดับจมน้ำของชี่แปรงให้จมน้ำประมาณ 15 ซม. เพื่อควบคุมการให้ออกซิเจน ซึ่งทำได้โดยการใช้ประตูน้ำปรับระดับน้ำในถังเติมอากาศ

สำหรับระบบเอเอสแบบเอบีอาร์ค่า DO จะเริ่มจาก 0 มก./ล. ในช่วงที่ป้อนน้ำเสียเข้าถัง ซึ่งเป็นช่วงที่อัตราภาระ BOD มีค่าสูงกว่าอัตราการให้ออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศ เมื่อเติมอากาศไปเรื่อย ๆ ค่า DO ในถังจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนมีค่ามากกว่า 2 มก./ล. แสดงว่าสารอินทรีย์ในถังถูกย่อยสลายหมดแล้ว ควรรักษาค่า DO ≥ 2 มก./ล. ในช่วงเวลาหนึ่ง เพื่อให้แบคทีเรียย่อยสลายสารอินทรีย์ที่กักเก็บไว้ภายเซลล์จนหมดและเข้าสู่สภาวะการเจริญเติบแบบเอนโดจินัส ซึ่งจะทำให้กลุ่มของแบคทีเรียนี้สามารถดูดซับสารอินทรีย์ได้อย่างรวดเร็วเมื่อเข้าสู่ช่วงของการเติมน้ำเสียเข้าถัง

1.5) การผสม เครื่องเติมอากาศนอกจากทำหน้าที่ให้ออกซิเจนแก่จุลินทรีย์แล้วยังทำการผสมน้ำเสียกับจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ ทำให้จุลินทรีย์สัมผัสน้ำเสียอย่างทั่วถึงและป้องกันการตกตะกอนของจุลินทรีย์

สำหรับถังเติมอากาศแบบผสมสมบูรณ์ เช่น เอเอสแบบผสมสมบูรณ์และเอสบีอาร์ การผสมจะต้องเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ทำให้ทุกจุดในถังเติมอากาศมีความเข้มข้นเท่ากัน ไม่เกิดการไหลลัดวงจรของน้ำเสียออกจากถัง ผู้ควบคุมควรตรวจสอบการผสมที่เกิดจากเครื่องเติมอากาศที่ใช้ว่าเพียงพอหรือไม่

สำหรับระบบเติมอากาศทางกลในระบบเอเอสจะต้องให้พลังงานต่อปริมาตรน้ำในถังเติมอากาศ > 20 W/ลบ.ม. จึงทำให้เกิดการผสมสมบูรณ์ ดังนั้นเมื่อโรงพยาบาลต้องการประหยัดพลังงานโดยปิดเครื่องเติมอากาศบางตัวจะทำให้เกิดจุดบอดของการผสม สลัดจ์จะตกตะกอนตามมุมถัง เมื่อสลัดจ์ตายจะกลายเป็นตะกอนลอยบนผิวน้ำ นอกจากนี้การจัดตำแหน่งของเครื่องเติมอากาศในถังจะมีผลต่อการผสม เนื่องจากเครื่องเติมอากาศแต่ละชนิดและแต่ละกิโลวัตต์จะมีรัศมีของการผสมสมบูรณ์ค่าหนึ่ง ผู้ควบคุมควรทำการศึกษาลักษณะของการผสมของเครื่องเติมอากาศที่ใช้จากคู่มือของผู้ผลิต ส่วนระบบเติมอากาศแบบหัวฟู่จะต้องให้อากาศ > 1.5 ลบ.ม./ลบ.ม.-ชม. สำหรับการผสมสมบูรณ์

สำหรับระบบเอเอสแบบคูวนเวียน ลักษณะของการไหลเป็นแบบไหลตามกัน น้ำเสียจะผสมกับสลัดจ์และไหลตามกันไปตามความยาวของการไหลในถังเติมอากาศ การไหลในลักษณะนี้จะทำให้ค่า F/M ไม่เท่ากันตลอดทั้งถัง บริเวณที่น้ำเสียไหลเข้าถังผสมกับสลัดจ์จะมีค่า F/M สูง สารอินทรีย์จะถูกย่อยสลายไปเรื่อยตามการไหลของน้ำทำให้ค่า F/M ลดลง ซึ่งจะทำให้ได้สลัดจ์ที่ตกตะกอนได้ดี (ถ้าตัวแปรในการควบคุมอื่น ๆ อยู่ในช่วงปกติ เช่น pH และ DO) เครื่องเติมอากาศที่ใช้ทั้งแบบโรเตอร์และแบบเจ็ทจะทำให้น้ำในถังเติมอากาศไหลไปตามความยาวของถัง ผู้ควบคุมจะต้องมั่นใจว่าความเร็วของการไหลเพียงพอ (0.3 ม./วินาที) เพื่อไม่ให้สลัดจ์ตกตะกอนลงก้นถัง

1.6) อัตราการไหลของน้ำเสีย ปกติระบบเอเอสจะออกแบบที่อัตราไหลเฉลี่ยต่อวัน และอัตราการไหลเฉลี่ยต่อชม. ซึ่งมีค่าเท่ากับอัตราไหลของน้ำเสียต่อวันหารด้วย 24 ชม. ดังนั้นระบบเอเอสจะออกแบบให้เครื่องสูบน้ำส่งน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศที่อัตราไหลเฉลี่ยต่อชม. ปกติเครื่องสูบน้ำที่ติดตั้งมีความสามารถจ่ายน้ำได้มากกว่าค่าที่ออกแบบ ดังนั้นผู้ควบคุมจะต้องสามารถควบคุมอัตราไหลของน้ำเสียต่อชม. ที่เข้าถังเติมอากาศให้มีค่าใกล้เคียงกับค่าออกแบบมากที่สุด วิธีควบคุมที่ทำได้ได้แก่การปรับอัตราไหลด้วยวาล์ว และการควบคุมเวลาเดินเครื่องสูบน้ำในหนึ่งชม.

ผลกระทบที่เกิดขึ้นเมื่ออัตราไหลสูงเกินมากกว่าร้อยละ 25 ของค่าค่าเฉลี่ย ได้แก่ (1) ของแข็งแขวนลอยในน้ำทิ้งจากถังตกตะกอนเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากอัตราไหลที่สูงขึ้นจะทำให้ความเร็วของน้ำเสียที่ไหลล้นออกจากถังสูงขึ้นและพัดพาของแข็งแขวนลอยไหลล้นออกจากถังเพิ่มขึ้นกว่าปกติ (2) ประสิทธิภาพการกำจัด BOD และไนโตรเจนของระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพลดต่ำลง เนื่องจากของแข็งแขวนลอยที่หลุดออกไปจากถังตะกอนเป็นจำนวนมากคือเซลล์จุลินทรีย์ที่มีผลทำให้ค่า BOD_5 และไนโตรเจนรวมของน้ำทิ้งมีค่าสูงขึ้น และ (3) ประสิทธิภาพของระบบฆ่าเชื้อโรคลดลง เนื่องจากปริมาณคลอรีนที่ไม่เหมาะสมกับอัตราไหลที่เพิ่มขึ้นและระยะเวลาสัมผัสคลอรีนลดลง

ดังนั้นผู้ควบคุมต้องรู้ว่าในแต่ละชั่วโมงและในแต่ละวันมีน้ำเสียไหลเข้าระบบเท่าใด นำไปคำนวณสำหรับควบคุมระบบบำบัดนำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การปรับอัตราการสูบสลัดจ์กลับ การปรับอัตราการทิ้งสลัดจ์และอัตราการเติมคลอรีน เป็นต้น

การวัดอัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำสามารถทำได้ดังต่อไปนี้

(1) ใช้เครื่องวัดอัตราการไหล เครื่องวัดอัตราการไหลต่อชั่วโมงที่ใช้ต้องเป็นชนิดที่ใช้ได้กับน้ำเสีย เช่น เครื่องวัดอัตราไหลแม่เหล็ก (Magnetic flow meter) เครื่องวัดประเภทนี้มีราคาแพงและต้องตั้งอยู่ในร่ม เครื่องวัดอัตราการไหลและมิเตอร์น้ำที่ใช้สำหรับน้ำประปาไม่เหมาะสำหรับนำมาใช้กับน้ำเสีย เนื่องจากในน้ำเสียมีของแข็งแขวนลอยจำนวนมากที่จะไปอุดตันเครื่องวัดได้

(2) ใช้ถังรองน้ำจากปลายท่อของระบบสูบ อาจใช้ท่ออ่อนต่อจากปลายท่อของระบบสูบลงในถังรองน้ำ และเพื่อให้ค่าที่ได้มีความถูกต้องควรใช้ถังขนาดใหญ่รองน้ำ แล้วจับเวลาที่น้ำไหลเต็มถังและเวลาที่ใช้ควรไม่น้อยกว่า 1 นาที หรือวัดปริมาตรของน้ำเสียที่ไหลเข้าถังในระยะเวลาหนึ่งควรทำหลาย ๆ ครั้ง และคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$Q = 60\frac{V}{T}$$

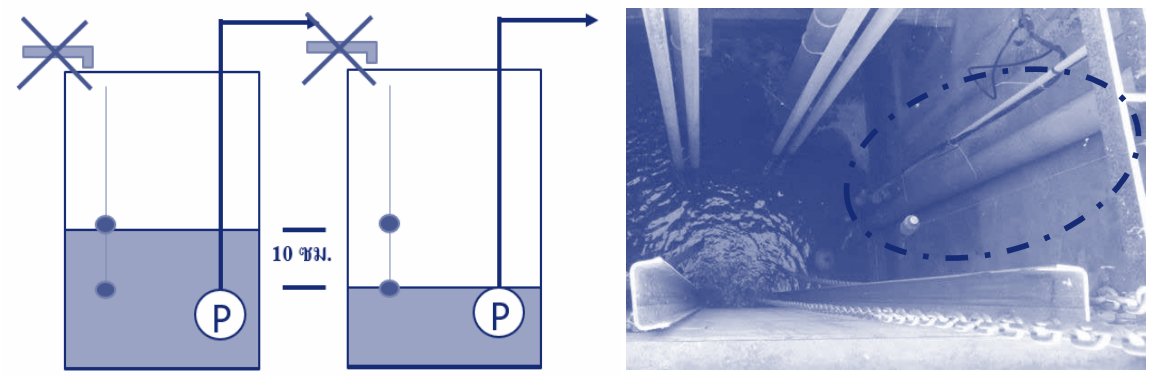
เมื่อ
- Q = อัตราไหลของน้ำ (ล./ชม.)
- V = ความจุน้ำเต็มถัง (ล.)
- T = เวลาที่น้ำเสียไหลเต็มถัง (นาที)
- 60 = ปรับเวลาจากนาทีให้เป็นชั่วโมง

(3) ใช้วิธีคำนวณปริมาตรน้ำที่ลดลงในถังพักน้ำเสียขนาดใหญ่ โดยไม่มีน้ำเสียเข้าถัง เช่น บ่อสูบบ่อพักน้ำเสีย ถังบำบัดน้ำเสียหรือ ถังปรับเสมอ

ตัวอย่าง ถ้าถังรองรับน้ำเสียมีขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 2 เมตร เครื่องสูบน้ำเดินเครื่องเป็นเวลา 5 นาที ทำให้ระดับน้ำลดลง 15 ซม. โดยไม่มีน้ำเสียเข้าถัง

อัตราการสูบน้ำเสียของเครื่องสูบ Q = $60\frac{(2)(2)(0.15)}{5}$ = 7.2 ลบ.ม./ชม.

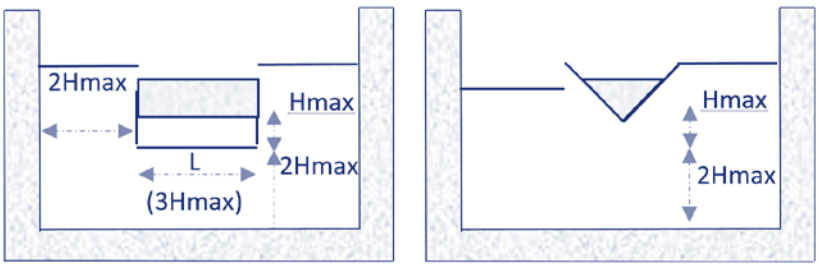
วิธีนี้อาจเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล โดยวัดระดับน้ำที่ลดลงในบ่อสูบ อาจทำเครื่องหมายหรือติดไม้วัดบริเวณผนังบ่อสูบ หรือใช้เชือกผูกกับขวดบรรจุน้ำ 2 ขวดห้อยลงในบ่อสูบที่ระยะห่างกัน 10 ถึง 20 ซม. (รูปที่ 3-4) ควรทดสอบในช่วงที่มีน้ำเสียเข้าบ่อสูบน้ำน้อยที่สุดหรือหาทางปิดกั้นน้ำไม่ให้เข้าบ่อสูบเป็นการชั่วคราว ปิดระบบควบคุมการเดินเครื่องสูบน้ำแบบอัตโนมัติ ปล่อยให้น้ำท่วมขวดน้ำทั้ง 2 ขวด จากนั้นเดินเครื่องสูบน้ำและจับเวลาที่ระดับน้ำลดลงจากขวดที่หนึ่งไปถึงระดับขวดที่สอง คำนวณอัตราการสูบของเครื่องตามสมการ เครื่องสูบน้ำเสียแต่ละเครื่องจะให้อัตราการสูบที่ไม่เท่ากัน ขึ้นกับสภาพของเครื่องสูบจึงต้องทดสอบทั้ง 2 เครื่อง (ถ้ามี)



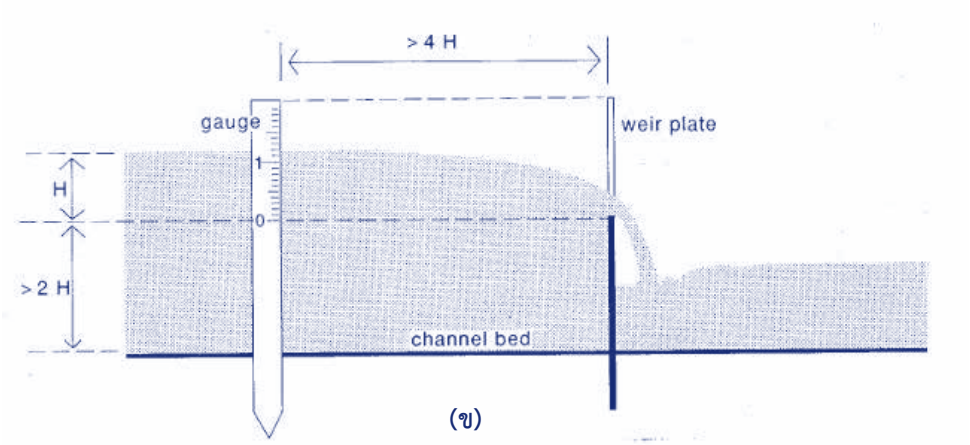
(ก) (ข)

รูปที่ 3-4 การวัดอัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำ (ก) การใช้ขวดน้ำ 2 ขวดในบ่อสูบ (ข) รูปจริงในบ่อสูบ

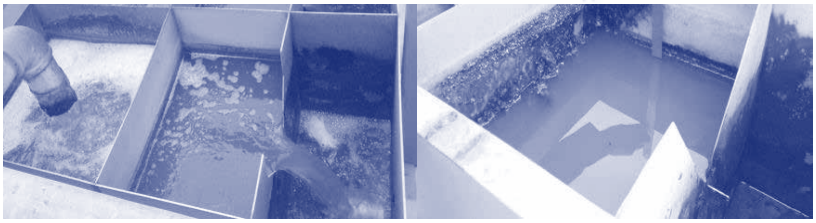
(4) การวัดอัตราการไหลของน้ำด้วยเวียร์ ซึ่งเวียร์เป็นโครงสร้างน้ำล้นสันคมที่ขวางการไหลของน้ำในรางเปิด สร้างได้ง่ายและสามารถวัดอัตราการไหลได้อย่างถูกต้องเมื่อติดตั้งได้ถูกต้อง สิ่งสำคัญคือระดับน้ำด้านหลังเวียร์จะต้องต่ำกว่าสันเวียร์เพื่อให้น้ำตกลงได้อย่างอิสระ สันเวียร์อาจเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือรูปตัว V ที่ทำมุม 60 หรือ 90 องศา (รูปที่ 3-5 ก) อัตราการไหลของน้ำจะเป็นสัดส่วนกับความสูงของน้ำเหนือสันเวียร์ โดยวัดความสูงของระดับน้ำเหนือเวียร์ H ที่ระยะห่างจากเวียร์ > 4H (รูปที่ 3-5 ข) และความสูงจากก้นรางถึงสันเวียร์ต้อง > 2H



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 3-5 เวียร์สันคมวัดอัตราการไหลของน้ำ (ก) เวียร์สี่เหลี่ยมและสามเหลี่ยม (ข) ระยะวัดระดับน้ำ (ค) ถัง V-notch ที่มีแผ่นขวางการไหลและตำแหน่งติดตั้งไม้บรรทัด

วิธีการวัดนี้ทำได้โดยใช้ถัง V-notch ที่มีเวียร์รูปตัว V หรือสี่เหลี่ยมขวางการไหลของน้ำและติดตั้งแผ่นกั้นที่มีช่องเปิดด้านล่างให้น้ำไหลเข้าเพื่อทำให้น้ำในถังนิ่งและสามารถวัดความสูงของระดับน้ำได้ (รูปที่ 3-5 ค) อัตราการไหลของน้ำผ่านเวียร์สามารถคำนวณได้ดังต่อไปนี้

(4.1) เวียร์ชนิดสี่เหลี่ยม $Q = 1.84\ LH^{1.5}$

(4.2) เวียร์ชนิดสามเหลี่ยมรูปตัว V 90 องศา $Q = 1.47\ H^{2.5}$

ช่องบากเป็นรูปตัว V 60 องศา $Q = 0.85\ H^{2.5}$

เมื่อ L = ความยาวของสันเวียร์ (ม.)

H = ความสูงของระดับน้ำเหนือสันเวียร์ (ม.)

Q = อัตราไหลของน้ำ (ลบ.ม./วินาที)

(5) การหาปริมาตรน้ำเสียเข้าระบบต่อวัน วิธีที่กล่าวมาทั้ง 4 วิธีเป็นวิธีการหาอัตราการไหลของน้ำจากเครื่องสูบน้ำต่อชั่วโมง ซึ่งเครื่องสูบไม่ได้เดินเครื่องตลอดเวลาแต่จะทำงานตามระดับน้ำในบ่อสูบและถูกควบคุมด้วยลูกลอย ดังนั้นในการหาปริมาณน้ำเสียเข้าระบบจริงต่อวันจะต้องจับเวลาทำงานของเครื่องสูบน้ำแต่ละเครื่องในแต่ละวัน ถ้ามีเครื่องสูบสองเครื่องสลับกันทำงานต้องนำผลของปริมาณน้ำเสียต่อวันมารวมกัน และทำได้ด้วยการใช้อุปกรณ์วัดเวลาทำงานของเครื่องสูบ (Counter meter) ซึ่งมีราคาไม่แพงและติดตั้งง่าย โดยผู้ควบคุมจะต้องตรวจสอบอัตราการสูบน้ำให้ได้ก่อน อัตราการไหลสามารถคำนวณได้จากเวลาทำงานของเครื่องสูบคูณด้วยอัตราสูบของเครื่องสูบดังสมการต่อไปนี้

$$Q_D = QT$$

เมื่อ Q_D = ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบต่อวัน (ลบ.ม./วัน)

Q = อัตราการไหลของน้ำเสียจากการสูบของเครื่องสูบน้ำเสีย (ลบ.ม./ชม.)

T = จำนวนชั่วโมงทำงานของเครื่องสูบใน 1 วัน (ชม./วัน)

2) การควบคุมมวลชีวภาพในถังเติมอากาศ

ประสิทธิภาพการทำงานของระบบเอเอสจะขึ้นกับในการควบคุมมวลชีวภาพในระบบเอเอสให้มีความเข้มข้นและมีอายุสลัดจ์ที่เหมาะสม ผู้ควบคุมจึงต้องมีความรู้และความเข้าใจในการตรวจสอบมวลชีวภาพดังต่อไปนี้

2.1) การตรวจสอบคุณภาพของสลัดจ์

(1) การสังเกตสี กลิ่น ฟองของสลัดจ์ในถังเติมอากาศ ผู้ควบคุมและผู้ปฏิบัติงานจะต้องสังเกตสี กลิ่นและฟองบนผิวน้ำในถังเติมอากาศทุกวัน ทั้งช่วงเช้าและช่วงบ่าย ทำให้สามารถบอกสภาพของสลัดจ์ในถังเติมอากาศได้ ผู้ควบคุมจะต้องหาทางแก้ไขเมื่อพบว่าสลัดจ์อยู่ในสภาวะที่ไม่ดี ดังแสดงในตารางที่ 3-1 และในรูปที่ 3-6

ตารางที่ 3-1 ลักษณะของสี กลิ่นและฟองในถังเติมอากาศ สภาพของสลัดจ์และแนวทางการแก้ไข

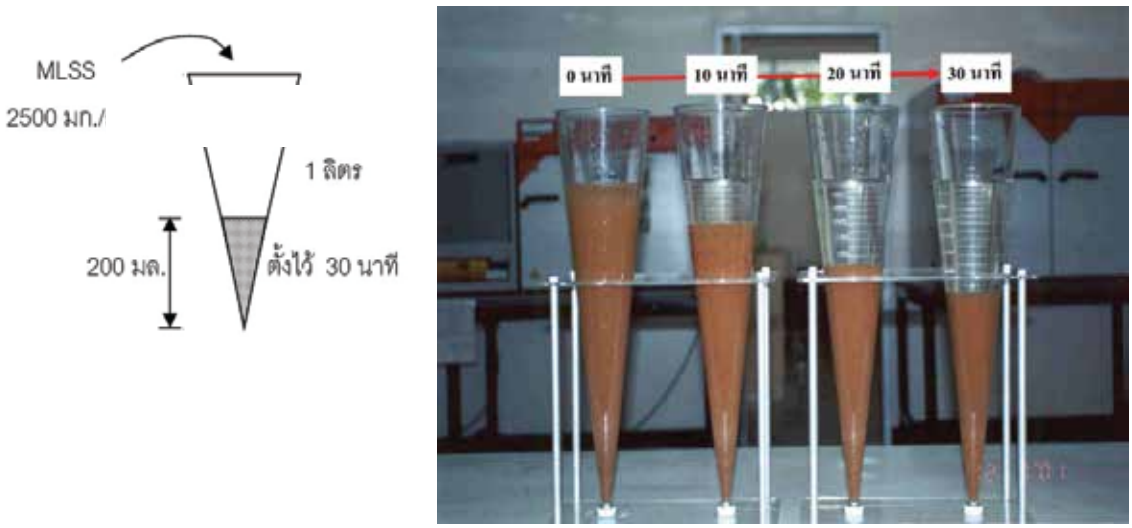
ข้อสังเกต	สภาพของสลัดจ์ในถังเติมอากาศ	แนวทางการแก้ไข
สลัดจ์มีสีน้ำตาลเข้ม	ระบบทำงานได้ดี	-
สลัดจ์มีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ	อายุของจุลินทรีย์สูงเกินไป	เพิ่มปริมาณสลัดจ์ที่กำจัดออก
สลัดจ์มีสีน้ำตาลอ่อน	อายุของจุลินทรีย์น้อยเกินไป	ลดปริมาณสลัดจ์ที่กำจัดออก
สลัดจ์มีสีดำ	เกิดสภาวะขาดออกซิเจน	เพิ่มเติมการเติมอากาศ
สลัดจ์มีกลิ่นอับคล้ายดิน	ค่า DO เพียงพอสำหรับจุลินทรีย์	-
สลัดจ์มีกลิ่นก๊าซไข่เน่า	ค่า DO ไม่เพียงพอสำหรับจุลินทรีย์	เพิ่มเติมการเติมอากาศ
ฟองสีน้ำขาวบนผิวน้ำ	อายุและจำนวนของจุลินทรีย์น้อยไป	หยุดการกำจัดสลัดจ์ออกชั่วคราว
ฟองสีขาวหรือสีน้ำตาลเข้มบนผิวน้ำ ฟองมีขนาดใหญ่ ลักษณะเหนียวแตกยาก	อายุและจำนวนของจุลินทรีย์มากไป	เพิ่มปริมาณสลัดจ์ที่กำจัดออก

รูปที่ 3-6 สีและฟองของสลัดจ์ในถังเติมอากาศ

(2) การวิเคราะห์หาความเข้มข้นของ MLSS ในถังเติมอากาศจะต้องมีความเข้มข้นของจุลินทรีย์ที่เหมาะสมซึ่งวิเคราะห์ได้จากความเข้มข้นของแข็งแขวนลอย (MLSS) และของแข็งแขวนลอยระเหย (MLVSS) ซึ่งค่า MLVSS เป็นตัวแทนจุลินทรีย์ที่ถูกต้องกว่า เพื่อนำไปคำนวณค่า F/M แต่การวิเคราะห์ของแข็งจะต้องทำในห้องปฏิบัติการ ทำให้โรงพยาบาลไม่สามารถทำการวิเคราะห์เองได้

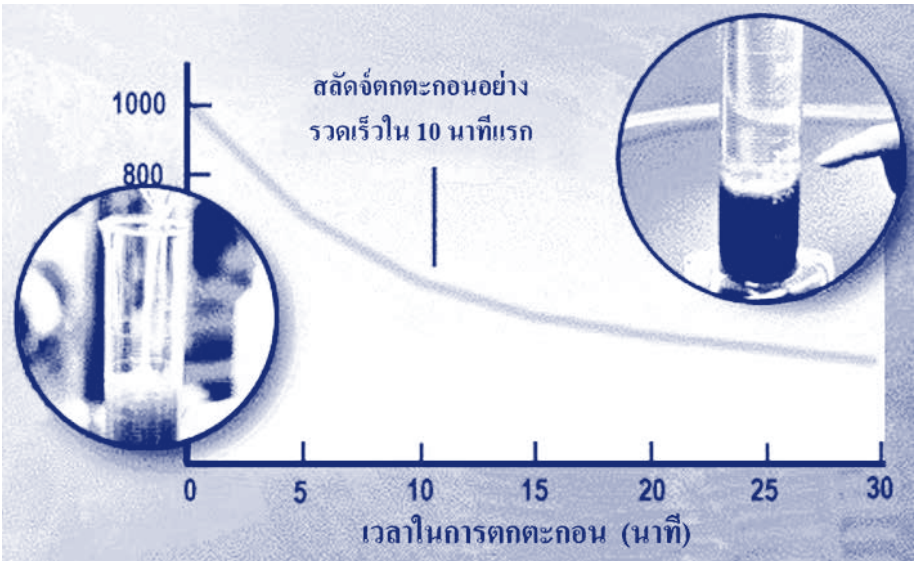
(3) ปริมาตรสลัดจ์ 30 นาที (SV30) การทดสอบหาค่าปริมาตรสลัดจ์หรือ SV30 เป็นการทดสอบที่ใช้สำหรับประเมินสภาพการตกตะกอนของสลัดจ์ในถังตกตะกอน และควรทดสอบอย่างน้อย 1 ถึง 2 ครั้งต่อวัน โดยนำน้ำสลัดจ์จากถังเติมอากาศปริมาตร 1 ลิตรเทลงในกระบอกตวงแก้วใสหรือกรวยอิมฮอฟฟ์ (Imhoff cone) ที่มีขีดบอกปริมาตร ปล่อยสลัดจ์ตกตะกอนโดยปราศจากการรบกวนเป็นเวลา 30 นาที แล้วอ่านปริมาตรของสลัดจ์สลัดจ์ที่ตกตะกอนดังแสดงในรูปที่ 3-7 กรวยอิมฮอฟฟ์มีราคาแพงสามารถใช้กระบอกตวงแก้วได้ ผลที่ได้จากการทดสอบเหมือนกัน

ผู้ปฏิบัติงานควรให้ความสนใจกับการสังเกตการตกตะกอนของสลัดจ์ในช่วงเวลา 5 นาทีแรก การรวมตัวกันเป็นฟล็อกและกลายเป็นชั้นสลัดจ์แล้วค่อย ๆ ลดระดับลงตามเวลา สำหรับสลัดจ์ที่ตกตะกอนได้ดีค่า MLSS ประมาณ 3000 มก./ล. ภายใน 10 นาทีแรกปริมาตรของสลัดจ์จะลดลงอย่างรวดเร็วเหลือประมาณ 0.5 ล. (รูปที่ 3-8) ผู้ควบคุมและผู้ปฏิบัติที่มีประสบการณ์มากพอจะสามารถตัดสินใจได้ว่าสลัดจ์มีคุณภาพดีหรือไม่จากการสังเกตการตกตะกอนของสลัดจ์ใน 5 นาทีแรก การสะสมประสบการณ์จะช่วยทำให้ควบคุมและผู้ปฏิบัติงานสามารถคาดการณ์ประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียได้จากการทดสอบ SV30



(ก) (ข)

รูปที่ 3-7 การทดสอบ SV30 (ก) การอ่านค่า SV30 (ข) ปริมาตรสลัดจ์ที่อ่านได้ตามเวลาจนครบ 30 นาที



รูปที่ 3-8 ลักษณะการตกตะกอนได้เร็วใน 10 นาทีปริมาตรสลัดจ์ลดลงครึ่งหนึ่งของกรวยในการทดสอบ SV30

(4) ดัชนีปริมาตรสลัดจ์ (SVI) หมายถึงปริมาตรสลัดจ์ที่มีน้ำหนักแห้ง 1 กรัม ค่า SVI แสดงให้เห็นถึงผลของการตกตะกอนของสลัดจ์ในถังตกตะกอน สลัดจ์ที่มีค่า SVI น้อยจะรวมกันตกตะกอนได้เร็วและอัดตัวกันแน่นในถังตกตะกอน ปกติค่า SVI ของสลัดจ์ในระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนมีค่าระหว่าง 80 – 120 มล./ก. ถ้าค่า SVI > 200 มล./ก. แสดงว่าสลัดจ์ตกตะกอนไม่ดีและไม่อัดตัวกันแน่น อาจมีสาเหตุมาจากสลัดจ์มีแบคทีเรียเส้นใยควรรีบทำการแก้ไข ค่า SVI คำนวณได้ดังนี้ (รูปที่ 3-9)

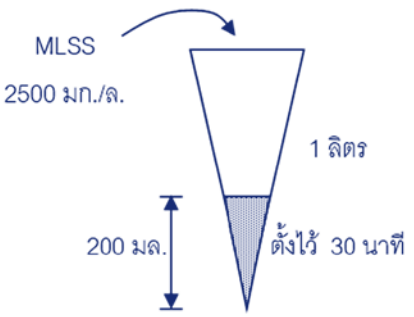
SVI = SV30/MLSSx1000

เมื่อ SVI = ดัชนีปริมาตรสลัดจ์ (มล./ก.)

SV30 = ปริมาตรสลัดจ์ที่ได้จากทดสอบการตกตะกอนใน 30 นาที (มล./ล.)

MLSS = ความเข้มข้นของมวลชีวภาพในถังเติมอากาศ (มก./ล.)

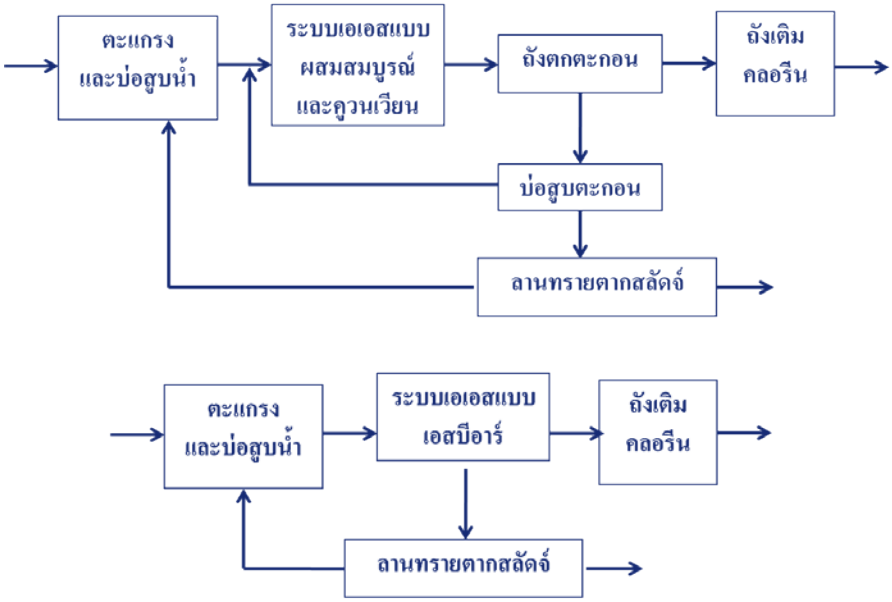
1000 = ตัวแปรแปลงหน่วย มก. ไปเป็น ก.



$$SVI = \frac{200 \times 1000}{2500} = 80 \text{ มล./ก.}$$

รูปที่ 3-9 การทดสอบ SV30 และคำนวณค่า SVI

2.2) การควบคุมความเข้มข้น MLSS ในถังเติมอากาศ รูปที่ 3-10 แสดงแผนภูมิการไหลของน้ำเสียและสลัดจ์ในระบบเอเอสแบบผสมสมบูรณ์และคูวนเวียน และระบบเอเอสแบบเอสบีอาร์ ระบบเอเอสแบบผสมสมบูรณ์และคูวนเวียนเป็นระบบที่มีน้ำเสียไหลเข้าถังอย่างต่อเนื่อง ความเข้มข้นของ MLSS จะถูกควบคุมด้วยการสูบสลัดจ์ทิ้งและการสูบสลัดจ์จากถังตกตะกอนกลับเข้าถังเติมอากาศ สำหรับระบบเอเอสแบบเอสบีอาร์เป็นระบบที่น้ำเสียไหลเข้าถังแบบไม่ต่อเนื่องและความเข้มข้นของ MLSS จะถูกควบคุมด้วยการสูบสลัดจ์ทิ้งอย่างเดียว



รูปที่ 3-10 แผนภูมิการไหลของน้ำเสียและสลัดจ์ในระบบเอเอสแบบผสมสมบูรณ์ คูวนเวียน และเอสบีอาร์

การควบคุมความเข้มข้นของ MLSS ในถังเติมอากาศทำได้ดังต่อไปนี้

2.1.1) การทิ้งสลัดจ์ นอกจากจะต้องกำจัดจุลินทรีย์ส่วนเกินที่เจริญเติบโตขึ้นทุกวันแล้วในน้ำเสียของโรงพยาบาลยังประกอบด้วยของแข็งแขวนลอยที่ย่อยสลายไม่ได้ซึ่งจะคงค้างอยู่ในฟล็อกจุลินทรีย์ ทำให้ในฟล็อกประกอบด้วยเซลล์ที่มีชีวิตและของแข็งอื่น ๆ การสะสมของของแข็งที่ย่อยสลายไม่ได้และการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จะทำให้ความเข้มข้นของ MLSS สูงขึ้นไปเรื่อย ๆ ถ้าไม่มีการกำจัดออก สลัดจ์จะไปสะสมอยู่ในถังตกตะกอน แม้ว่าการสูบสลัดจ์กลับเพิ่มเติมจะช่วยลดการสะสมในระยะสั้น ในท้ายที่สุดสลัดจ์จะล้นออกไปพร้อมน้ำทิ้งจากถังตกตะกอน ดังนั้นการควบคุมหลักของระบบเอเอสคือการทิ้งสลัดจ์ออกจากระบบ วิธีการควบคุมการทิ้งสลัดจ์มี 3 วิธีดังต่อไปนี้

(1) การควบคุมให้ค่า F/M คงที่ วิธีนี้จะควบคุมการทิ้งสลัดจ์เพื่อให้ได้ค่า F/M คงที่ ผู้ควบคุมจะต้องเพิ่มหรือลดการทิ้งสลัดจ์เพื่อควบคุมความเข้มข้นของ MLSS ให้สอดคล้องกับความเข้มข้นของ BOD_5 และอัตราการไหลของของน้ำเสียที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง ปกติค่า F/M ที่ใช้ในการควบคุมระบบจะอยู่ในช่วง 0.1 ถึง 0.3 ผู้ควบคุมสามารถใช้ประสบการณ์ในการควบคุมกำหนดค่า F/M ที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ประสิทธิภาพของระบบสูงสุด วิธีนี้เป็นวิธีควบคุมที่ยากที่สุด เพราะต้องใช้ผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการทุกวันจึงไม่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล

(2) การควบคุมให้อายุสลัดจ์คงที่ อายุสลัดจ์หรือระยะเวลาเก็บกักของแข็งจะขึ้นกับน้ำหนักของสลัดจ์ที่มีอยู่ในระบบ (คิดเฉพาะในถังเติมอากาศ) หารด้วยน้ำหนักของสลัดจ์ที่ออกจากระบบ สลัดจ์ออกไปจากระบบ 2 ทางคือไปกับน้ำทิ้ง (SS) และการสูบสลัดจ์ทิ้ง ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{อายุสลัดจ์} = \frac{\text{น้ำหนักของสลัดจ์ในถังเติมอากาศ}}{\text{น้ำหนักสลัดจ์ที่ออกจากระบบ}}$$

$$\theta_c = \frac{VX}{(Q_w X_w)+(Q_e X_e)}$$

$$Q_w = \left(\frac{VX}{\theta_c} - Q_e X_e\right)\frac{1}{X_w}$$

เมื่อ θ_c = อายุสลัดจ์ (วัน)

V = ปริมาตรถังเติมอากาศ (ลบ.ม.)

X = ความเข้มข้นของ MLSS (มก./ล.)

Q_w = ปริมาตรน้ำสลัดจ์ที่สูบทิ้งจากก้นถังตกตะกอน (ลบ.ม./วัน)

X_w = ความเข้มข้นของ MLSS ที่ก้นถังตกตะกอน (มก./ล.)

Q_e = ปริมาตรน้ำเสียที่ไหลล้นถังตกตะกอน (ลบ.ม./วัน)

X_e = ความเข้มข้นของ MLSS ที่ในน้ำทิ้ง (มก./ล.)

ตัวอย่าง ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลแบบคูวนเวียนขนาด 120 ลบ.ม./วัน และมีค่า BOD_5 เท่ากับ 200 มก./ล. ความเข้มข้นของ MLSS ในถังเติมอากาศเท่ากับ 3,500 มก./ล. อายุสลัดจ์ที่ต้องการ 25 วัน ถังเติมอากาศมีปริมาตร 95 ลบ.ม. ความเข้มข้นของ MLSS ในถังตกตะกอนเท่ากับ 9,000 มก./ล. น้ำทิ้งมี SS เท่ากับ 30 มก./ล. จงคำนวณหาปริมาณน้ำสลัดจ์ที่ต้องกำจัดทิ้งต่อวันและต่อสัปดาห์

แทนค่าในสมการ

$$\text{ปริมาตรน้ำสลัดจ์ที่ต้องสูบทิ้ง} = \left(\frac{98\ x\ 3500}{25} - 120\ x\ 30\right)\frac{1}{9000} = 1.1 \text{ ลบ.ม./วัน}$$

$$= 1.1 \times 7 = 7.7 \text{ ลบ.ม./สัปดาห์}$$

แม้ว่าในทางทฤษฎีการควบคุมอายุสลัดจ์เป็นวิธีดีที่สุดที่จำทำให้ได้ประสิทธิภาพการบำบัดสูงสุด แต่ในทางปฏิบัติทำได้ยากเนื่องจากต้องการผลของการวิเคราะห์ค่า MLSS จากห้องปฏิบัติการทุกวัน ตารางที่ 3-2 แสดงผลการคำนวณปริมาตรสลัดจ์ที่ต้องทิ้งต่อวันและต่อสัปดาห์ตามตัวแปรที่สมมติขึ้นในตาราง

(3) การควบคุมด้วยการรักษาความเข้มข้นของ MLSS คงที่ เป็นวิธีที่รักษาความเข้มข้นของจุลินทรีย์ให้มีค่าคงที่ในการบำบัดน้ำเสีย แม้ว่าอัตราการไหลของน้ำเสียจะเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละวัน ถ้าผู้ควบคุมตรวจสอบเป็นระยะเวลาหนึ่งแล้วพบว่าที่ SV30 เท่ากับ 300 มล./ล. ทำให้ระบบเอเอสมีประสิทธิภาพในการบำบัดที่ดี สลัดจ์ตกตะกอนได้ดี ผู้ควบคุมสามารถใช้ค่านี้เป็นค่าควบคุม โดยเริ่มสูบสลัดจ์ทิ้งเมื่อค่า SV30 > 300 มล./ล. เพื่อให้ความเข้มข้นของ MLSS กลับเป็นค่าเดิม และหยุดหรือลดการสูบสลัดจ์ทิ้งเมื่อค่า SV30 < 300 มล./ล.

ตารางที่ 3-2 แสดงผลการคำนวณหาปริมาตรน้ำสลัดจ์ที่ต้องทิ้งจากก้นถังตกตะกอนที่อัตราการไหลของน้ำเสียต่าง ๆ

(ลบ.ม./วัน)	(มก./ล.)		(วัน)	(มก./ล.)	(มก./ล.)	(มก./ล.)	(ลบ.ม.)	(ลบ.ม./วัน)	(ลบ.ม./สัปดาห์)
30	200	0.1	25	3500	9000	30	24	0.28	1.96
60	200	0.1	25	3500	9000	30	49	0.56	3.92
90	200	0.1	25	3500	9000	30	73	0.84	5.88
120	200	0.1	25	3500	9000	30	98	1.1	7.7
300	200	0.1	25	3500	9000	30	245	2.9	20.3

การควบคุมด้วย SV30 นี้เป็นวิธีที่เข้าใจง่ายและทำได้ง่ายที่สุด ไม่ต้องใช้การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการและได้ผลดีถ้าน้ำเสียที่เข้าระบบมีอัตราการไหลและความเข้มข้นค่อนข้างคงที่ แต่การควบคุมด้วยวิธีนี้มีข้อเสียที่ไม่ได้พิจารณาค่า F/M ยกตัวอย่างเช่นถ้าค่า BOD_5 ของน้ำเสียเพิ่มขึ้นร้อยละ 50 ในช่วงเวลาหนึ่ง และตัวแปรอื่น ๆ คงเดิม หมายความว่าระบบมีค่า F/M เพิ่มขึ้นร้อยละ 50 ค่า F/M ที่สูงขึ้นอาจทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดลดลง การแก้ไขทำได้โดยการปรับเพิ่มค่าความเข้มข้นของ MLSS (SV30) ที่ควบคุมตามความเข้มข้นของน้ำเสีย

การควบคุมด้วย SV30 นี้เหมาะสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียที่มีค่า F/M อยู่ในช่วงค่าที่ออกแบบ และมีน้ำเสียไหลเข้าในอัตราไหลปกติ เนื่องจากโรงพยาบาลบางแห่งก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียที่มีขนาดใหญ่เกินไป น้ำเสียที่ไหลเข้าระบบมีค่าน้อยจนทำให้ค่าระยะเวลาเก็บกักน้ำของถังเติมอากาศมีค่ามากกว่า 2-3 วัน จะทำให้ไม่สามารถเพิ่มค่า SV30 ได้ และอาจพบว่าค่า SV30 < 150 มล./ล.

อาจเลือกค่า SV30 ที่ควบคุมให้มีค่าอยู่ในช่วง 250 – 500 มล./ล. เมื่อพบว่า SV30 > 500 มล./ล. ให้สูบสลัดจ์ออกไปกำจัด ค่า SV30 หลังจากสูบสลัดจ์ทิ้งควรมีค่า ≥ 250 มล./ล. นอกจากนี้ในช่วงที่มีน้ำเสียไหลเข้าระบบน้อย ค่า SV30 จะมีค่าต่ำ และถ้าน้ำเสียเข้าระบบมากจะทำให้ SV30 สูง ควรพิจารณาสีของสลัดจ์ร่วมด้วย

ในการควบคุมการทิ้งสลัดจ์ ควรพิจารณาสีของสลัดจ์ร่วมกับค่า SV30 ดังนี้

(1) พิจารณาจากสีและฟองบนผิวหน้าของถังเติมอากาศ ถ้าฟองอากาศบนผิวน้ำมีสีขาวจำนวนมากและแตกง่าย สลัดจ์มีสีน้ำตาลอ่อนแสดงว่าอายุสลัดจ์ยังน้อยและการตกตะกอนไม่ดี เมื่อพบสลัดจ์ในลักษณะนี้ให้ตรวจสอบการตกตะกอนในช่วง 10 นาทีแรก ถ้าสลัดจ์รวมตัวกันเป็นฟล็อกไม่ดีและสลัดจ์ตกตะกอนไม่ดี ให้หยุดการสูบสลัดจ์ทิ้ง แต่ถ้าฟองอากาศเป็นสีขาวหรือสีน้ำตาลขนาดใหญ่ หนาและเหนียวแตกยาก สลัดจ์มีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำแสดงว่าสลัดจ์มีอายุมากให้สูบสลัดจ์ทิ้ง

(2) พิจารณาค่า SV30 (ใช้สำหรับกรณีสลัดจ์ตกตะกอนได้ดี) ถ้า SV30 > 450 - 500 มล./ล. สลัดจ์มีสีน้ำตาลดำให้สูบสลัดจ์ทิ้งลงลานทราย และปล่อยให้ท่วมลานทราย ≤ 30 ซม. (หรือคิดเป็น 1.5 – 2.5% ของถังเติมอากาศ) เนื่องจากลานทรายตากสลัดจ์ของระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละแห่งมีขนาดไม่เท่ากัน ผู้ควบคุมจะต้องตรวจสอบระดับความสูงของน้ำสลัดจ์ที่ลานทรายให้เหมาะสมจะต้องไม่สูบสลัดจ์ทิ้งเกินไป และตรวจสอบค่า SV30 หลังจากสูบสลัดจ์ทิ้งแล้วควรมีค่า ≥ 250 มล./ล.

(3) สำหรับระบบเอเอสที่มีอัตราภาระสารอินทรีย์ต่อปริมาตรต่ำ ค่า SV30 จะน้อยกว่า 300 มล./ล. อาจพบ SV30 อยู่ในช่วง 100 – 200 มล./ล. เมื่อทดสอบ SV30 แล้วพบว่าสลัดจ์มีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ น้ำเหนือชั้นสลัดจ์ขุ่นเป็นเม็ดเล็ก ๆ แขวนลอย ผิวน้ำถังเติมอากาศมีฟองขนาดใหญ่ เหนียว แตกยาก แสดงว่าสลัดจ์มีอายุมากให้พิจารณาสูบสลัดจ์ทิ้ง และพยายามหาค่า SV30 ที่เหมาะสมว่าช่วงใดให้ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียที่ดี

(4) ระบบเอเอสเป็นระบบชีวภาพ เมื่อสูบสลัดทิ้งและทำให้ค่า SV30 ลดลงแล้วก็ตาม สีของสลัดจ์จะไม่เปลี่ยนแปลงในช่วงแรก อาจต้องใช้เวลาหลายวันจึงจะเห็นการเปลี่ยนแปลงของสีสลัดจ์

2.1.2) การสูบสลัดจ์กลับ ถังตกตะกอนทำหน้าที่ตกตะกอนและรวบรวมสลัดจ์ที่มีความเข้มข้นสูงแล้วส่งกลับเข้าถังเติมอากาศเพื่อรักษาความเข้มข้นของ MLSS ให้มีค่าสูงตามที่ต้องการ ในการควบคุมระบบเอเอสปกติจะเดินเครื่องสูบสลัดจ์กลับตลอดเวลา อัตราการสูบสลัดจ์กลับในช่วงที่ระบบเดินแบบปกติมีค่าประมาณร้อยละ 50 ของอัตราการสูบน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ ผู้ควบคุมควรทดลองควบคุมอัตราการสูบสลัดจ์ไว้ที่ร้อยละ 50 ด้วยการปรับวาล์วจ่ายของเครื่องสูบสลัดจ์กลับให้เปิดเพียงครึ่งหนึ่งเป็นเวลา 1 เดือน ถ้าพบว่าค่าทุกอย่างปกติให้ใช้อัตราสูบสลัดจ์นี้ และให้ปรับวาล์วเพิ่มขึ้นเมื่อพบว่าค่า SV30 ต่ำกว่าที่กำหนด จากนั้นตรวจสอบผลที่ได้เทียบกับค่า SV30 ที่ต้องการ และหมุนปรับวาล์วเพิ่มขึ้นเมื่อความสูงของสลัดจ์ในถังตกตะกอนสูงเกิน 1 ใน 3 ของความสูงของถังตกตะกอน ในช่วง start-up ให้หมุนเปิดวาล์วร้อยละ 100 เพื่อสูบสลัดจ์ทั้งหมดกลับ

ไม่ควรใช้วิธีเพิ่มหรือลดอัตราการสูบสลัดจ์กลับเพื่อควบคุมค่า SV30 เพราะช่วงที่มีน้ำเสียไหลเข้าระบบน้อย ค่า SV30 จะมีค่าต่ำ และถ้าน้ำเสียเข้าระบบมาก อาจทำให้ SV30 สูง ให้ตรวจสอบสีของสลัดจ์และค่า F/M ร่วมด้วย

ระบบเอเอสแบบคูวนเวียนของโรงพยาบาลส่วนใหญ่ ใช้เครื่องสูบแบบจมน้ำสำหรับสูบสลัดจ์กลับและติดตั้งในบ่อเก็บสลัดจ์ข้างถังตกตะกอน และควบคุมการเดินเครื่องสูบสลัดจ์กลับด้วย Timer และเมื่อเดินเครื่องสูบสลัดจ์กลับเป็นระยะเวลาประมาณ 5 – 10 นาทีจะพบว่าระดับน้ำในบ่อเก็บสลัดจ์และระดับน้ำในถังตกตะกอนจะลดลงอย่างมาก เนื่องจากน้ำล้นจากถังเติมอากาศไหลมาไม่ทัน ทำให้ผู้ควบคุมสูบสลัดจ์กลับน้อยกว่าปกติ ควรปรับเวลาในการเดินและหยุดการทำงานของเครื่องสูบให้เหมาะสม เช่น เดินเครื่อง 10 นาที และหยุด 5 หรือ 10 นาที เป็นต้น เพื่อให้มีความเข้มข้น MLSS ที่เหมาะสมในถังเติมอากาศและไม่มีสลัดจ์สะสมในถังตกตะกอน

3.3.5 การควบคุมถังตกตะกอน

ถังตกตะกอนของระบบเอเอสขนาดเล็กที่ใช้ในโรงพยาบาลเป็นถังทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสด้านบน ส่วนด้านล่างถังเป็นเอียงทำมุมมากกว่า 45 องศาเข้าหากันเพื่อให้สลัดจ์ไหลลงด้านล่างเข้าทางออกของสลัดจ์ และทำให้สลัดจ์ไม่คงค้างอยู่ตามมุมของถัง และติดตั้งระบบท่อหรือระบบสูบสลัดจ์ สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลขนาดใหญ่จะให้ถังทรงกลมที่มีพื้นลาดเอียงและติดตั้งใบกวาดสลัดจ์ที่หมุนอย่างช้า ๆ เพื่อกวาดสลัดจ์ให้ไหลลงหลุมรับสลัดจ์ น้ำทิ้งที่ล้นออกจากถังตกตะกอนจะต้องใส ผู้ควบคุมจะต้องสามารถดูแลและควบคุมถังตกตะกอนดังหัวข้อต่อไปนี้

1) การกระจายน้ำ ถังตกตะกอนจะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพถ้าน้ำจากถังเติมอากาศกระจายตัวไหลล้นออกจากถังตกตะกอนอย่างเท่ากันในทุกด้านของถัง เวียร์น้ำล้นจะต้องสะอาดอยู่เสมอเพื่อรักษาระดับน้ำและความเร็วของน้ำบนผิวน้ำให้เท่ากัน บริเวณที่น้ำไหลเข้าถังจะต้องติดตั้งอุปกรณ์ช่วยกระจายน้ำเท่ากันทุกด้าน เช่น ถังป้อนน้ำ และควรรักษาให้สะอาดอยู่เสมอ

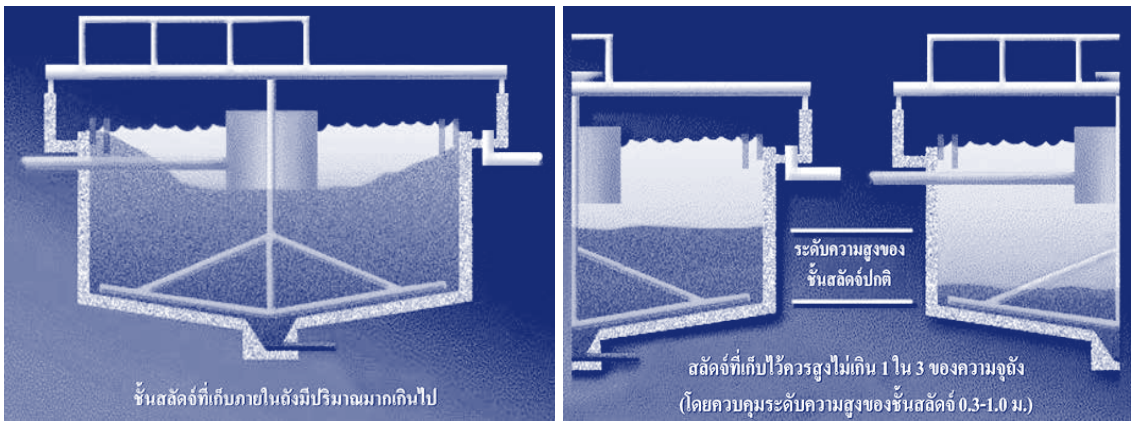
2) การตรวจสอบสภาพของถังตกตะกอน ผู้ปฏิบัติงานจะต้องทำการตรวจสอบสภาพของถังตกตะกอนหลายครั้งต่อวัน ได้แก่ สภาพของผิวน้ำและความใสของน้ำล้นถัง การทำงานของเครื่องสูบสลัดจ์กลับ อุปกรณ์กวาดสลัดจ์และตะกอนลอย ตรวจสอบความสูงของชั้นสลัดจ์ในถัง การเกิดฟองก๊าซลอยขึ้นผิวน้ำจากด้านล่างของถัง การลอยขึ้นของสลัดจ์ที่ตกตะกอนได้ไม่ดีและกำจัดตะกอนลอยที่ผิวน้ำ เมื่อพบความผิดปกติควรรีบหาสาเหตุ และรีบแก้ไขทันที ใช้แปรงแข็งทำความสะอาดถังและฝายน้ำล้นให้ปราศจากตะไคร่น้ำเป็นประจำ ปรับระยะห่างของแผ่นกั้นตะกอนลอยจากเวียร์น้ำล้นและปรับระดับความลึกของแผ่นกั้นให้เหมาะสม ไม่ให้ของแข็งลอยล้นหรือลอดแผ่นกั้นออกไป และตักตะกอนลอยออกอย่างสม่ำเสมอ

3) การรวบรวมสลัดจ์ สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอเอสที่ใช้ถังตกตะกอนทรงเหลี่ยมที่ผนังด้านล่างของถังเอียงเข้าหากันเป็นรูปทรงกรวย ผู้ควบคุมควรต้องใช้ไม้หรือท่อเหล็กที่มีความยาวติดอุปกรณ์กวาดตรงปลายท่อ (รูปที่ 3-11) ทำความสะอาดผนังวันละ 1 ครั้งเพื่อกวาดสลัดจ์ที่อาจค้างอยู่บนผนังเอียงลงสู่ด้านล่าง สำหรับถังทรงกลมควรตรวจสอบลักษณะการหมุนของใบกวาดสลัดจ์จะต้องไม่มีการสะดุดที่ทำให้สลัดจ์ด้านล่างฟุ้งกระจาย

รูปที่ 3-11 อุปกรณ์สำหรับทำความสะอาดผนังด้านในของถังตกตะกอนทรงสี่เหลี่ยม

4) การสูบสลัดจ์กลับ สลัดจ์ที่ตกตะกอนอยู่ในถังควรถูกส่งกลับเข้าถังเติมอากาศให้เร็วที่สุดเท่าที่ทำได้ และสูบกลับถังเติมอากาศอย่างต่อเนื่อง เครื่องสูบสลัดจ์กลับอาจทำงานแบบไม่สม่ำเสมอโดยควบคุมการทำงานด้วย timer แต่โดยปกติจะสูบสลัดจ์กลับแบบต่อเนื่องโดยการสลับทำงานของเครื่องสูบที่ติดตั้งไว้ 2 เครื่อง สำหรับระบบเอเอสที่ใช้ถังตกตะกอน 2 ใบและมีบ่อรวมสลัดจ์ใบเดียว ควรตรวจสอบความสม่ำเสมอของการไหลของสลัดจ์จากถังตะกอนทั้ง 2 ใบเข้าถังรวมตะกอน ถ้าการไหลเข้าของสลัดจ์เข้าถังรวมตะกอนไม่เท่ากันอาจเกิดปัญหาจากการอุดตันของท่อสลัดจ์จากถังตกตะกอน ควรหาทางแก้ไข

5) ควบคุมปริมาณสลัดจ์สะสมในถังตกตะกอน ถ้าชั้นสลัดจ์ในถังตกตะกอนมีความสูงเกินไปจะทำให้สลัดจ์หลุดออกไปพร้อมกับน้ำล้นถัง (รูปที่ 3-12 ก) และมีผลทำให้ความเข้มข้นของ SS ในน้ำทิ้งเกินมาตรฐาน ผู้ควบคุมควรรักษาระดับความสูงของชั้นสลัดจ์ในถังไม่ให้เกินไป 1/3 ของความสูงถังตกตะกอนดังแสดงในรูปที่ 3-12 ข) ถ้าระดับของชั้นสลัดจ์สูงเกินไปให้เพิ่มอัตราการสูบสลัดจ์กลับหรือทิ้งสลัดจ์เพิ่ม



(ก) **(ข)**

รูปที่ 3-12 (ก) ความสูงของชั้นสลัดจ์ที่สูงเกินไป (ข) ความสูงของชั้นสลัดจ์ควรสูงไม่เกิน 1/3 ของถัง

3.3.6 การรีดน้ำสลัดจ์

1) ลานทรายตากสลัดจ์ มีแนวทางปฏิบัติดังต่อไปนี้

(1) เติมน้ำสลัดจ์ลงบนแผ่นปูนเพื่อกระจายน้ำสลัดจ์และไม่ทำให้พื้นทรายเป็นรูเสียหาย ปล่อยให้น้ำสลัดจ์กระจายให้ทั่วทั้งลานทรายใกล้เคียงกัน ให้มีความสูงไม่เกิน 30 ซม. แล้วปล่อยให้สลัดจ์แห้ง อัตราการเติมสลัดจ์มากหรือน้อยขึ้นกับขนาดและสภาพของลานทราย รวมทั้งสภาพอากาศ ผู้ควบคุมควรใช้ประสบการณ์ในการตัดสินใจจากสภาพอากาศ โดยน้ำส่วนใหญ่จะไหลซึมลงชั้นทรายจะพบผิวหน้าสลัดจ์เค้กแตกเป็นทางภายใน 2 วันถ้าระบบระบายน้ำอยู่ในสภาพดี จากนั้นน้ำในสลัดจ์จะค่อย ๆ ระเหยไป

(2) ล้างสลัดจ์ที่ค้างในท่อออกด้วยน้ำเป็นครั้งคราว เพื่อป้องกันกลิ่นและการอุดตัน

(3) ให้นำสลัดจ์แห้งออกจากผิวทราย สลัดจ์แห้งจะจัดการได้ง่ายและมีทรายติดไปน้อยกว่า พยายามลดการสูญเสียทรายที่ติดไปกับสลัดจ์แห้ง

(4) หลีกเลี่ยงการใช้เครื่องมือที่มีน้ำหนักมาก พยายามไม่ทำให้ทรายอัดตัวกันแน่น ถ้าทรายอัดตัวทรายจะทำให้การระบายน้ำออกสลัดจ์ทำให้ยากขึ้น และต้องใช้เวลานานขึ้นกว่าสลัดจ์จะแห้ง

(5) ไถคราดผิวทรายให้ร่วนซุยหลังจากนำสลัดจ์แห้งออกแล้วและเกลี่ยให้ผิวหน้าทรายเรียบ เพื่อให้น้ำซึมผ่านได้สะดวก และเตรียมพร้อมสำหรับการใช้งานต่อไป

(6) ถ้าพบว่าความหนาของชั้นทรายลดลง ให้เติมทรายเพิ่มเติมให้มีความหนาของชั้นทรายเท่าเดิม

2) เครื่องรีดน้ำสลัดจ์แบบ filter press เครื่องรีดน้ำสลัดจ์แบบ filter press เป็นกระบวนการแบบไม่ต่อเนื่อง มีแนวทางปฏิบัติดังต่อไปนี้

(1) การปรับสภาพสลัดจ์ เตรียมสารละลายโพลิเมอร์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 ถึง 0.1 สูบสลัดจ์ลงในถังขนาดใหญ่ที่มีความจุเพียงพอสำหรับสูบสลัดจ์เข้า Filter press จนเต็ม เปิดเครื่องกวนและเติมสารละลายโพลิเมอร์ที่เตรียมไว้ลงในถังผสมด้วยปริมาณที่เหมาะสมที่จะทำให้เกิดฟล็อกกูเลชันและสลัดจ์รวมตัวกัน เดินเครื่องผสมเป็นเวลาอย่างน้อย 10 นาทีก่อนสูบสลัดจ์เข้าเครื่อง Filter press

(2) ขั้นตอนการทำงานของเครื่อง

• Close of the press ประกบแผ่นกรองที่ติดตั้งผ้ากรองเข้าด้วยกันให้สนิท มีช่องว่างอยู่ระหว่างแผ่น

• Filling สูบสลัดจ์ที่ปรับสภาพด้วยโพลิเมอร์แล้วเข้า Filter press เวลาที่ใช้ในการเติมสลัดจ์เข้าจะขึ้นกับอัตราการสูบของเครื่องสูบสลัดจ์ สลัดจ์ที่ถูกปรับสภาพได้ดีจะใช้เวลาในขั้นตอนนี้น้อย โดยไม่เกิดสลัดจ์เค้กในช่องแรกก่อนที่สลัดจ์จะถูกสูบเข้าห้องสุดท้าย

• Filtration เมื่อช่องต่าง ๆ ภายในถูกเติมด้วยสลัดจ์จนเต็มทุกช่องแล้ว ความดันจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเกิดชั้นสลัดจ์เค้กบนผิวผ้ากรอง เมื่อดันสูงขึ้นถึงค่าที่กำหนดเครื่องสูบสลัดจ์จะหยุดทำงาน การกรองยังคงดำเนินต่อไปด้วยแรงดันจากเครื่องอัดอากาศ (air compressor)

• Filter opening ลดความดันลงแล้วเปิดแผ่นกรองออกที่ละแผ่นเริ่มจากแผ่นแรก สลัดจ์เค้กจะล่วงลงด้านล่าง ผู้ปฏิบัติงานอาจต้องใช้อุปกรณ์ เช่น ไม้พาย ช่วยงัดสลัดจ์เค้กออกจากแผ่นกรอง เมื่อกำจัดสลัดจ์เค้กแล้วสามารถรีดน้ำสลัดจ์ต่อได้

• Washing ทำความสะอาดผ้ากรองอย่างสม่ำเสมอ โดยอาจใช้เครื่องฉีดน้ำความดันสูบฉีดทำความสะอาด หรือถอดผ้ากรองออกมาซักด้วยผงซักฟอก อาจต้องทำการล้างทุก ๆ 15 ครั้งของการรีดน้ำสลัดจ์ ขึ้นกับลักษณะของสลัดจ์และการปรับสภาพสลัดจ์ด้วยโพลิเมอร์

• ตรวจสอบระบบไฮโดรลิคเป็นประจำเพื่อเช็คหารอยรั่ว และทำการซ่อมบำรุงตามคู่มือของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด

3) เครื่องรีดน้ำสลัดจ์แบบ Belt press เครื่องรีดน้ำสลัดจ์แบบ belt press เป็นกระบวนการแบบต่อเนื่อง มีแนวทางปฏิบัติดังต่อไปนี้

(1) การปรับสภาพสลัดจ์ เตรียมสารละลายโพลิเมอร์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 ถึง 0.1 สูบสลัดจ์ลงในถังสลัดจ์และโพลิเมอร์ เปิดเครื่องกวน เติมสารละลายโพลิเมอร์ลงในถังผสมด้วยปริมาณที่เหมาะสมกับอัตราการสูบสลัดจ์ ทำให้เกิดฟล็อกกูเลชันและสลัดจ์รวมตัวกัน

(2) ขั้นตอนการทำงานของเครื่อง เปิดเครื่อง เครื่องอัดอากาศ เครื่องฉีดน้ำล้างผ้ากรอง เปิดเครื่อง Belt press ปรับความเร็วของเครื่องให้เหมาะสม ในช่วงแรกอาจปรับให้ช้า และปรับความเร็วเพิ่มเมื่อสภาวะเหมาะสม ตรวจสอบความหนาของสลัดจ์เค้กที่ได้ด้านปลายของเครื่อง ถ้าสลัดจ์เค้กบางเกินไปให้ปรับความเร็วลดลง และถ้าหนาเกินไปปรับให้เร็วขึ้น ปรับให้ได้ความหนาของสลัดจ์เค้กประมาณ 2 ถึง 3 ซม. เมื่อหยุดการรีดน้ำสลัดจ์ต้องมั่นใจว่าผ้ากรองได้รับการทำความสะอาดแล้ว น้ำที่ใช้ล้างผ่านหัวฉีดของเครื่องต้องเป็นน้ำสะอาดหรือน้ำที่ผ่านการกรองแล้วเท่านั้นเพื่อป้องกันหัวฉีดอุดตัน

3.3.7 การควบคุมถังฆ่าเชื้อโรค

การควบคุมระบบฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีนมีดังต่อไปนี้

1) การเตรียมสารละลาย เตรียมสารละลายคลอรีนตามความเข้มข้นที่ต้องการและในปริมาณที่เหมาะสม และควรใช้ให้หมดภายใน 2 วัน

2) การตรวจสอบ ผู้ปฏิบัติงานจะต้องทำการตรวจสอบสภาพของถังสัมผัสคลอรีน ล้างทำความสะอาดถังสัมผัสคลอรีนอย่างสม่ำเสมอ ถังสัมผัสคลอรีนต้องปราศจากตะกอนลอยบนผิวน้ำ ไม่มีตะกอนสะสมก้นถัง

3) ตัวแปรที่มีผลต่อการฆ่าเชื้อโรค ผู้ปฏิบัติงานจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีนในน้ำทิ้ง ได้แก่

3.1) คุณภาพน้ำทิ้ง ของแข็งแขวนลอยที่มากับน้ำทิ้งจะทำปฏิกิริยากับคลอรีน ทำให้มีคลอรีนอิสระเหลือน้อยลงในการฆ่าเชื้อโรค ดังนั้นน้ำทิ้งจะต้องใสและมีความเข้มข้นบีโอดีและของแข็งแขวนลอยต่ำ

3.2) เวลาสัมผัสหรือเวลาในการทำปฏิกิริยา ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคของคลอรีนจะขึ้นกับระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา ระยะเวลาสัมผัสต่ำสุดควรมีค่าเท่ากับ 30 นาที ซึ่งจะเท่ากับระยะเวลาเก็บกักน้ำของถังสัมผัสคลอรีน ผู้ปฏิบัติงานจะต้องรู้ค่าอัตราไหลของน้ำเสียและปริมาตรถังสัมผัส เพื่อนำมาคำนวณหาระยะเวลาเก็บกักน้ำ และจะต้องสามารถควบคุมอัตราการไหลของน้ำเสียเพื่อให้ได้ระยะเวลาสัมผัสที่เหมาะสม

3.3) ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ นอกจากประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคของคลอรีนจะขึ้นกับระยะเวลาสัมผัสแล้วยังขึ้นกับความเข้มข้นของคลอรีนอิสระที่หลงเหลืออยู่ สำหรับระบบฆ่าเชื้อโรคที่มีระยะเวลาสัมผัส ≥ 30 นาที ในน้ำทิ้งที่ออกจากถังสัมผัสคลอรีนควรมีคลอรีนอิสระที่หลงเหลืออยู่ ≥ 0.5 มก./ล. ถ้าระยะเวลาสัมผัสน้อยลงผู้ปฏิบัติงานจะต้องเพิ่มความเข้มข้นของคลอรีนด้วยการเพิ่มอัตราการเติมสารละลายคลอรีนเพื่อให้ในน้ำทิ้งมีฟีคัลโคลิฟอร์มได้ตามค่ามาตรฐาน แต่ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระในน้ำทิ้งต้องไม่เกิน 1 มก./ล.

3.4) การผสม คลอรีนที่เติมลงไปจะต้องกระจายตัวในน้ำทิ้งและทำปฏิกิริยาไปพร้อมกับการไหลของน้ำทิ้งในถังสัมผัส และจะต้องไม่เกิดการไหลลัดวงจร การไหลของน้ำในถังสัมผัสคลอรีนจะต้องมีลักษณะแบบไหลตามกัน

4) การทดสอบความเข้มข้นของคลอรีนอิสระที่เหลืออยู่ ประสิทธิภาพของการฆ่าเชื้อโรคจะพิจารณาจากจำนวนฟีคัลโคลิฟอร์มที่เหลืออยู่ในน้ำทิ้งขั้นสุดท้าย เพื่อให้มั่นใจว่าการดำเนินงานของระบบฆ่าเชื้อโรคถูกต้องผู้ปฏิบัติงานจะต้องทำการทดสอบหาความเข้มข้นคลอรีนอิสระที่เหลืออยู่ในน้ำทิ้งจากถังสัมผัสคลอรีนและควรทำการทดสอบอย่างน้อย 2 ครั้งต่อวัน

5) ตรวจสอบการทำงานของเครื่องจ่ายสารละลายคลอรีนทุกวัน การเดินของเครื่องจ่ายทำงานปกติ/ผิดปกติ รวมถึงเส้นท่อที่จ่ายคลอรีนไม่อุดตัน กรณีที่ใช้คลอรีนผงจะต้องหมั่นตรวจสอบการอุดตันของระบบท่อจ่ายสารเคมี

บทที่ 4

การบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ และระบบไฟฟ้าของระบบบำบัดน้ำเสีย

เครื่องจักรอุปกรณ์ และระบบไฟฟ้าของระบบบำบัดน้ำเสียถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย ผู้ปฏิบัติงานควรจัดให้มีการดูแลและบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน เพื่อทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียทำงานได้อย่างประสิทธิภาพ การบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์และระบบไฟฟ้าของระบบบำบัดน้ำเสียมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 เครื่องสูบน้ำแบบจุ่มใต้น้ำ (Submersible Pump)

ในกรณีที่ใช้เครื่องสูบน้ำแบบจมน้ำ ทั้งมอเตอร์และเครื่องสูบน้ำจะจมอยู่ใต้น้ำตลอดเวลา เครื่องสูบน้ำแบบนี้จึงมีการป้องกันพิเศษมิให้น้ำซึมเข้าไปในห้องขับเคลื่อนได้ ในการติดตั้งเครื่องสูบน้ำแบบจมน้ำจึงต้องระมัดระวัง ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1) ระหว่างการติดตั้งต้องระวังไม่ให้สายไฟด้านที่ต่อเข้าตู้ควบคุมเปียกน้ำ เพราะน้ำจะซึมเข้าไปในช่องว่างระหว่างสายไฟมอเตอร์

2) ระหว่างการติดตั้งให้ใช้เชือกผูกกับหูหิ้วของเครื่องสูบน้ำ เพื่อใช้ในการเคลื่อนย้ายยกขึ้นลง ห้ามดึงสายไฟที่ต่อจากเครื่องสูบน้ำโดยเด็ดขาด เพราะจะทำให้สายไฟหลุดหรือลัดวงจรได้

3) ควรตรวจสอบทุกอย่างให้พร้อมก่อนเริ่มเดินเครื่องสูบน้ำ หรือเริ่มเดินเครื่องสูบเมื่อไม่ได้ใช้งานเป็นเวลานาน สิ่งจำเป็นที่ต้องดำเนินการ

4) ทำความสะอาดบ่อสูบและภายในท่อ หากมีวัสดุหรือเศษขยะอยู่ในท่อจะทำความเสียหายอย่างมากให้ซีลของเครื่องสูบ และอาจทำให้เกิดการอุดตันในเครื่องสูบน้ำหรือในเส้นท่อได้

5) ตรวจสอบระบบไฟฟ้า ตรวจสอบขนาดของกระแสที่ตัดวงจร (Overload Relay) กับค่าที่ตั้งไว้ ขนาดของสายไฟที่ใช้เหมาะสมกับการใช้งานหรือไม่ ตรวจความต้านทานของฉนวนเพื่อให้มั่นใจว่ามีความต้านทานเพียงพอ สำหรับเครื่องสูบน้ำที่ไม่ได้ใช้งานนาน ต้องทำความสะอาดหน้าสัมผัสของตัวคอนแทคเตอร์

6) ตรวจสอบเพลาของเครื่องสูบน้ำโดยหมุนด้วยมือ หากปกติเพลาของเครื่องสูบน้ำจะหมุนได้คล่อง

7) ตรวจสอบทิศทางการหมุน เพราะการที่เครื่องสูบน้ำหมุนผิดทิศทางจะทำให้สูบน้ำได้น้อยหรือสูบไม่ได้เลย ซึ่งอาจทำให้เครื่องเสียหายได้ วิธีการตรวจสอบทิศทางการหมุนทำได้โดย

• แขวนเครื่องสูบน้ำให้สูงพอเหมาะ สังเกตการณ์หมุนของการใบพัด

• จ่ายไฟเข้าเครื่องสูบน้ำให้ใบพัดหมุน ใช้เวลาไม่เกิน 3 วินาที

• ตรวจสอบทิศทางการหมุนของใบพัดด้านดูดว่าหมุนไปทิศทางตามเข็มนาฬิกา หากใบพัดหมุนกลับทิศคือทวนเข็มนาฬิกาจะทำให้เกิดเสียงดังและสั่นมาก แสดงว่าต่อสายไฟกลับเฟสกัน ต้องปรับแก้ให้ถูกต้อง แต่เมื่อเริ่มเดินเครื่องใบพัดจะหมุนทวนเข็มนาฬิกาอยู่ในช่วงสั้นๆแล้วจะหมุนตามเข็มนาฬิกาตามเดิม

8) การตรวจสอบขณะเครื่องสูบน้ำกำลังทำงาน ควรตรวจว่ามีกระแสไฟฟ้าต่ำกว่าที่กำหนด ตามแผ่นข้อมูล (Name Plate) ที่อยู่กับมอเตอร์ และไม่มีการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าที่มากผิดปกติ

9) การถ่ายน้ำมันเครื่อง ทำเมื่อมีน้ำเข้าไปเจือปนในน้ำมันเครื่อง หรือเมื่อนำเครื่องสูบออกมาซ่อม โดยถ่ายน้ำมันเครื่องผ่าน “รูน้ำมันออก (Oil Out)” วิธีการคือคลายเกลียวออกวางเครื่องสูบน้ำในแนวนอน ให้รูน้ำมันออกอยู่ด้านล่างจากนั้นคลายเกลียว “รูน้ำมันเข้า (Oil In)” ยกเครื่องสูบน้ำเอียงขึ้นเล็กน้อย แล้ววางนอนลงสลับกัน น้ำมันเครื่องจะไหลออกมาเอง

10) การเติมน้ำมันเครื่อง ควรเปลี่ยนแหวนรองสลักเกลียวที่รูน้ำมันเข้า-ออก ขันเกลียวปิดรูน้ำมันออกและเติมน้ำมันเครื่องเข้าทางรูน้ำมันเข้าไป ในการเติมน้ำมันเข้าต้องจับเครื่องสูบให้เอียงวางในแนวนอนอีกครั้ง เพื่อให้น้ำมันไหลเข้าเต็มภายในตัวเครื่องทั้งหมด โดยการยกเครื่องสูบให้เอียงทำมุมประมาณ 18 องศา หากมีน้ำมันซึมออกมาที่รูน้ำมันเข้าถือว่าใช้ได้

11) การตรวจสอบกระแสไฟฟ้าที่เข้ามอเตอร์ ให้ดูที่แอมมิเตอร์ที่ตู้ควบคุม [14]

4.2 ระบบบำบัดน้ำเสีย

4.2.1 ระบบเติมอากาศ

ระบบเติมอากาศเป็นส่วนสำคัญในการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งเป็นทั้งการเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้กับจุลินทรีย์ในระบบและทำให้เกิดการผสมของน้ำเสียและจุลินทรีย์ในถัง ระบบเติมอากาศที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลแบ่งได้ 2 กลุ่มใหญ่คือ (1) เครื่องเติมอากาศแบบหัวฟู่ (Diffused Aerator) ซึ่งประกอบด้วยหัวฟู่และเครื่องเป่าอากาศ และ (2) เครื่องเติมอากาศทางกล ได้แก่ เครื่องเติมอากาศแบบผิวน้ำ (Surface Aerator) แบบต่าง ๆ และเครื่องเติมอากาศแบบดูด เช่น เครื่องเติมอากาศแบบเจ็ทแบบลอยน้ำและจมน้ำ (Jet Aerator) และเครื่องเติมอากาศจมน้ำ (Submersible Aerator) การตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบเติมอากาศมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1.1 เครื่องเติมอากาศแบบหัวฟู่

1) หัวฟู่แบบละเอียด (Fine Diffusor) หัวฟู่ที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลส่วนใหญ่เป็นหัวฟู่แบบละเอียดที่ให้ฟองอากาศขนาดเล็กซึ่งให้อัตราการถ่ายเทออกซิเจนสูง สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็กอาจเลือกหัวฟู่แบบหยาบซึ่งให้อัตราการถ่ายเทออกซิเจนที่ต่ำกว่า และในระบบบำบัดน้ำเสียแบบถังสำเร็จรูปอาจใช้หัวกระจายอากาศแบบท่อพลาสติกเจาะรู ที่มีอัตราการถ่ายเทออกซิเจนต่ำที่สุด แต่การบำรุงรักษาง่ายกว่า

หัวฟู่แบบละเอียดอาจเกิดการอุดตันอย่างรวดเร็วเมื่อในน้ำเสียมีสนิมเหล็ก และน้ำเสียที่มีความกระด้างสูง การอุดตันยังเกิดจากทรายละเอียดที่มีในน้ำเสีย หรือเกิดการอุดตันจากอากาศที่สกปรก ซึ่งอาจเป็นมลพิษทางอากาศจากพื้นที่ใกล้กับโรงบำบัดน้ำเสีย เช่น ฝุ่นละออง ควันไฟและความชื้น ในกรณีนี้ป้องกันได้ด้วยการติดตั้งแผ่นกรองที่ด้านดูดอากาศของเครื่องเป่าอากาศ และดำเนินการตรวจสอบเป็นประจำดังนี้

(1) สังเกตฟองอากาศที่ได้จากหัวฟู่ ผิวน้ำของถังเติมอากาศ ถ้าพบว่าฟองน้อยกว่าปกติหรือไม่มีฟองเลย แสดงว่าหัวฟู่อุดตัน ทำความสะอาดได้โดยสูบน้ำออกจากถังเติมอากาศ แล้วใช้น้ำที่มีแรงดันสูงฉีดทำความสะอาด ถ้าไม่ออกให้ใช้สารซักฟอกและอาจแช่ในกรดเกลือในช่วงเวลาหนึ่งแล้วล้างด้วยน้ำสะอาด ตรวจสอบโดยเติมน้ำให้ท่วมหัวฟู่แล้วเปิดเครื่องเป่าอากาศ สังเกตฟองที่ออกจากหัวฟู่

(2) ทำความสะอาดทุก 6 เดือน

(3) กรณีหัวฟู่ฉีกขาด สังเกตได้จากผิวน้ำเกิดความปั่นป่วนอย่างแรงจากฟองอากาศขนาดใหญ่ที่พุ่งออกจากหัวฟู่ที่เสียหาย ให้เปลี่ยนหัวฟู่ใหม่

(4) ตรวจสอบรอยรั่วตามท่อหลัก

(5) หมั่นทำการตรวจสอบตะกอนที่สะสมอยู่บริเวณก้นถัง เพราะอาจจะทำให้หัวฟู่อากาศเกิดการอุดตันได้ง่าย

หัวฟู่แบบฟองหยาบและท่อพลาสติกเจาะรูจะต้องการอากาศปริมาณมากเพื่อให้ได้อัตราการถ่ายเทออกซิเจนเท่ากับหัวฟู่แบบละเอียด แม้ว่าหัวฟู่แบบฟองหยาบแทบจะไม่ต้องการการบำรุงรักษา แต่อาจต้องทำความสะอาดเมื่อเกิดการอุดตัน การอุดตันอาจเกิดจากเมือก ตะกอนและขยะ ในถังเติมอากาศอาจมีขยะและวัสดุที่เกาะติดหัวฟู่และทำให้เกิดการอุดตัน จึงควรตรวจสอบหัวฟู่และท่ออากาศที่อยู่ใต้น้ำปีละ 1 ครั้ง

2) เครื่องเป่าอากาศ (Air Blower) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบสำเร็จรูปขนาดเล็กจะใช้เครื่องเป่าอากาศแบบที่มีแผ่นไดอะแฟรม 2 แผ่นติดกับแกนแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อถูกเหนี่ยวนำทำให้สามารถเป่าลมออกมาได้อย่างต่อเนื่องและควรทำความสะอาดแผ่นกรองลมทุก ๆ 3 เดือน การอุดตันทำให้เครื่องร้อนและเสียงดัง ถ้าสกปรกมากให้ใช้น้ำผสมผงซักฟอกอ่อน ๆ ล้างทำความสะอาด และปล่อยให้แห้งก่อนใช้งาน สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลทั่วไปที่ใช้เครื่องเป่าอากาศแบบ positive displacement ชนิด Root type rotary แบบ three lobes ที่ขับด้วยมอเตอร์ผ่านมูเล่ย์และสายพานที่ติดตั้งบนแท่นฐานเดียวกัน มีตัวกรองอากาศและ suction silencer ช่วยลดเสียง จะต้องเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นเป็นครั้งคราว ลมที่เครื่องดูดเข้าอาจมีฝุ่นละอองที่จะไปสะสมอยู่ในเครื่องเป่าอากาศ และทำให้เกิดการสึกหรอ และควรดำเนินการตรวจสอบเป็นประจำดังนี้

(1) ตรวจสอบความสม่ำเสมอของการไหลของอากาศ ระดับเสียงดังและความสั่นสะเทือน เป็นประจำทุกวัน ถ้าสูงมากผิดปกติ ควรตรวจสอบการหมุนของใบพัด และตรวจสอบระบบเกียร์

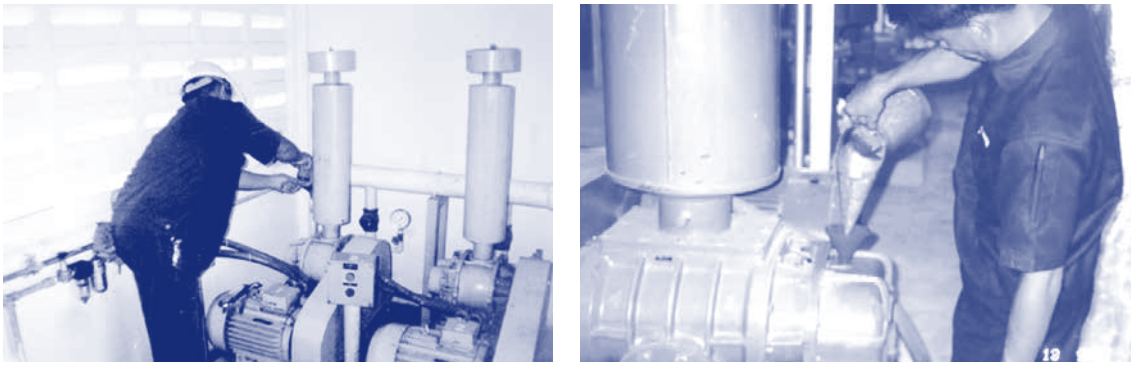
(2) หากเครื่องเป่าอากาศร้อนผิดปกติ ให้ทำการตรวจสอบน้ำมันหล่อลื่น

(3) ตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อลื่นอย่างสม่ำเสมอ ระดับของน้ำมันหล่อลื่นควรอยู่กึ่งกลางของระดับวัดน้ำมัน และควรเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นทุก ๆ 3 จำเดือน (รูปที่ 4-1)

(4) ทำความสะอาดไส้กรองทุก 6 เดือน (รูปที่ 4-2)

(5) ตรวจสอบความสึกหรอของตลับลูกปืน เพลาและใบพัดประจำปี

(6) เปลี่ยนสายพาน ทำความสะอาดท่อดูดและท่อส่งทุกปี เปลี่ยนลูกปืนและซิลน้ำมันทุก 2 ปี



รูปที่ 4-1 การบำรุงรักษาเครื่องเป่าอากาศ เติมน้ำมันหล่อลื่นประจำเดือน

รูปที่ 4-2 ไส้กรองอากาศของเครื่องเป่าอากาศสกปรก

4.2.1.2 เครื่องเติมอากาศทางกล เครื่องเติมอากาศผิวน้ำที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลอาจเป็นแบบลอยน้ำหรือแบบยึดอยู่กับที่ หรือแบบจมน้ำ เครื่องเติมอากาศต้องการการบำรุงรักษาแบบปกติของมอเตอร์ แบริ่ง และเกียร์ทดรอบ (ถ้ามี) รวมทั้งการตรวจสอบศูนย์เพลาและการติดตั้งเพื่อป้องกันการสั่นของเครื่อง และดำเนินการตรวจสอบเป็นประจำดังนี้

(1) ทำการตรวจสอบผนังถังเติมอากาศ ต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์ไม่แตกร้าวให้น้ำรั่วซึม

(2) เครื่องเติมอากาศ ต้องไม่มีเสียงดังผิดปกติและต้องไม่เกิดการรั่วลงดินของกระแสไฟฟ้า

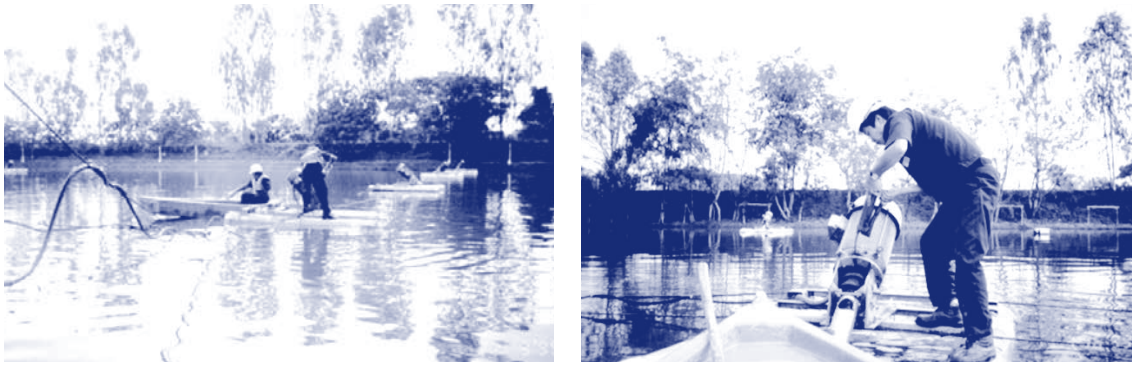
(3) ตรวจสอบสลิงและอุปกรณ์ยึดเครื่องเติมอากาศ ต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์ไม่มีรอยผุกร่อนของสนิมและปรับความตึงไว้พอดี เพื่อไม่ให้เกิดการกระตุกของเครื่องเติมอากาศ

(4) ตรวจสอบมอเตอร์ขับใบพัดเติมอากาศ ต้องไม่มีเสียงดังผิดปกติและต้องไม่เกิดการรั่วลงดินของกระแสไฟฟ้า

(5) ตรวจสอบสายพานขับใบพัดเติมอากาศ ต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์ไม่มีรอยฉีกขาด

(6) ตรวจสอบใบพัดเติมอากาศ ต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์ไม่บิดเบี้ยวและมีตะไคร่น้ำจับตัวมากลูกปืนรองรับและแกนเพลาใบพัดเติมอากาศ ลูกปืนต้องไม่คลอนและมีเสียงผิดปกติแกนเพลาไม่เยื้องศูนย์ ปรับระดับใบพัดให้เหมาะสม

(7) อัดจารบีลูกปืน สัปดาห์ละครั้ง และตรวจสอบศูนย์เพลา ทุก 6 เดือน (รูปที่ 4-3)



รูปที่ 4-3 การบำรุงรักษาเครื่องเติมอากาศแบบเจ็ท อัดจารบีลูกปืนสัปดาห์ละครั้ง

4.2.2 ถังตกตะกอน

ถังตกตะกอนทำหน้าที่ในการแยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำเสีย โดยสลัดจ์จะรวมตัวกันและตกลงบริเวณก้นถัง ส่วนน้ำใสจะไหลล้นออกไปยังระบบฆ่าเชื้อโรค ทั้งนี้สลัดจ์บริเวณก้นถังจะถูกสูบย้อนกลับไปยังถังเติมอากาศ และสลัดจ์ส่วนเกินจะระบายออกสู่ลานตากสลัดจ์ การตรวจสอบและบำรุงรักษาถังตกตะกอนมีรายละเอียดดังนี้

(1) ตักเศษขยะหรือตะกอนลอยบริเวณผิวน้ำถังตกตะกอนออกอย่างสม่ำเสมอ

(2) ผนังของถังตกตะกอนต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์ไม่แตกร้าวให้น้ำรั่วซึม

(3) เครื่องสูบสลัดจ์กลับต้องไม่มีเสียงดังผิดปกติ และไม่สั่นสะเทือน

(4) ตรวจสอบมอเตอร์ขับเครื่องสูบสลัดจ์ต้องไม่มีเสียงดังผิดปกติ ไม่สั่นสะเทือนและต้องไม่เกิดการรั่วลงดินของไฟฟ้า

(5) ตรวจสอบสายพานขับเครื่องสูบสลัดจ์กลับต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์ไม่มีรอยฉีกขาด

(6) ตรวจสอบท่อและวาล์วกันกลับของท่อสูบสลัดจ์กลับและท่อสูบตะกอนไปลานตากสลัดจ์ ต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์ไม่มีรอยรั่วซึม วาล์วกันกลับต้องไม่มีรอยรั่วซึม

(7) ตรวจสอบระยะห่างและระดับจมน้ำของแผ่นกั้นตะกอนลอยและเวียร์น้ำล้น ให้ถูกต้องและเหมาะสม

(8) ตรวจสอบสถานะการเปิด-ปิดของวาล์วระบายตะกอน วาล์วต้องทำงานได้ตามปกติ

(9) สำหรับถังตกตะกอนทรงกลมที่ติดตั้งใบกวาดตะกอน ให้ตรวจสอบการสั่นสะเทือนและการติดขัดของมอเตอร์และเกียร์ทดรอบเป็นประจำทุกวัน ตรวจสอบและเติมน้ำมันหล่อลื่นในกล่องเกียร์ทดรอบประจำสัปดาห์ ตรวจสอบการสึกหรอของตลับลูกปืน ปลอกเพลา ใบกวาดตะกอน ประจำปี และล้างทำความสะอาดและตรวจสอบสนิมโครงสร้างของเครื่องกวาดประจำปี

4.2.3 การฆ่าเชื้อโรค (Disinfection)

วัตถุประสงค์เพื่อฆ่าเชื้อโรคในน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว เพื่อทำลายหรือยับยั้งการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ได้แก่ ไวรัส แบคทีเรีย และอะมีบา ทั้งนี้การฆ่าเชื้อโรคไม่ได้ทำลายจุลินทรีย์ที่มีทั้งหมดในน้ำทิ้ง สำหรับการฆ่าเชื้อโรคในน้ำทิ้งสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน การฆ่าเชื้อโรคด้วยยูวี การฆ่าเชื้อโรคด้วยโอโซน เป็นต้น สำหรับการฆ่าเชื้อโรคที่นิยมใช้ในโรงพยาบาลคือ การฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน

การฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีนในโรงพยาบาล สารประกอบคลอรีนที่นิยมนำมาใช้มีหลายรูปแบบ ได้แก่ แคลเซียมไฮโปรคลอไรด์และโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ทั้งนี้การใช้คลอรีนทางเจ้าหน้าที่จะต้องใช้ความระมัดระวังและใช้อุปกรณ์ป้องกัน การตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบการฆ่าเชื้อโรคในน้ำทิ้ง มีรายละเอียดดังนี้

(1) ในแต่ละเดือน (เครื่องสูบทำงานปกติ) ควรตรวจสอบสายไฟฟ้า ทำความสะอาดท่อดูด และท่อจ่าย การรั่วไหลของสารเคมีและอัตราการจ่ายสารเคมี

(2) การถอดชิ้นส่วนองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบออกมาทำความสะอาด เช่น เครื่องสูบสารละลายคลอรีน ท่อสูบและท่อจ่ายสารละลายคลอรีนทุก ๆ 6 เดือน

(3) กำจัดตะกอนเหล็กและแมงกานีสที่อยู่ภายในถังสารละลายคลอรีน เนื่องจากเป็นตัวกระตุ้นการเสื่อมของคลอรีน ทุกอาทิตย์

(4) ตรวจสอบและทำความสะอาดวาล์วและสปริงของเครื่องสูบตามคู่มือของผู้ผลิต

(5) ดำเนินงานและบำรุงรักษาเครื่องสูบสารเคมีตามคู่มือของผู้ผลิต

(6) ตรวจสอบความถูกต้องอุปกรณ์และทดสอบอัตราการจ่ายสารเคมีตามข้อแนะนำในคู่มือของผู้ผลิต

4.2.4 การบำบัดและกำจัดสลัดจ์

สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอเอสของโรงพยาบาลจะต้องกำจัดสลัดจ์ส่วนเกินที่เกิดขึ้นในระบบ วิธีการกำจัดสลัดจ์ที่ใช้ในโรงพยาบาลส่วนใหญ่คือการใช้ลานทรายตากสลัดจ์

ลานทรายตากสลัดจ์เป็นวิธีกำจัดสลัดจ์ที่ง่าย เนื่องจากใช้เครื่องจักรน้อย วิธีการไม่ซับซ้อนและประหยัดพลังงาน โดยการตากสลัดจ์เป็นการแยกน้ำออกจากสลัดจ์โดยใช้ธรรมชาติ อาศัยกลไก 2 แบบคือ การกรองด้วยชั้นทรายและกรวด น้ำที่ผ่านชั้นกรองจะถูกรวบรวมเข้าสู่ระบบท่อที่ฝังใต้ลานตาก และน้ำในสลัดจ์ที่ติดค้างอยู่บริเวณด้านบนของผิวทรายก็จะถูกระเหยโดยแสงแดดและลม การตรวจสอบและบำรุงรักษาลานตากสลัดจ์หรือลานทราย มีรายละเอียดดังนี้

(1) ตรวจสอบความหนาและสภาพของชั้นทราย กรวด และใช้คราดเกลี่ยทรายให้ร่วนก่อนระบายน้ำสลัดจ์ลงลานทรายเพื่อให้มีการระบายน้ำที่ดี

(2) ตรวจสอบระบบท่อระบายใต้ลานตาก สามารถระบายน้ำได้ไม่อุดตัน

(3) เมื่อสลัดจ์ในลานทรายแห้งแล้วให้นำสลัดจ์ออกแล้วจึงใช้ลานทรายได้ใหม่ ห้ามสูบสลัดจ์เข้าถ้ายังไม่เอาสลัดจ์แห้งออก

(4) ควรใช้ลานทรายอย่างน้อยเดือนละ 2-4 ครั้ง โดยตรวจสอบจากค่า SV30

4.3 ระบบไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้าของระบบบำบัดน้ำเสียมีความสำคัญในการควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ต้องอาศัยพลังงานจากกระแสไฟฟ้าแทบทั้งสิ้น ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานหรือผู้ควบคุมระบบจะต้องทำความรู้จักกับระบบไฟฟ้าและหลักการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อให้การควบคุมการทำงานของระบบมีประสิทธิภาพ

4.3.1 อุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในควบคุมระบบไฟฟ้า

1) เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit breaker) ทำหน้าที่ป้องกันการใช้กระแสไฟฟ้าเกินพิกัดและการลัดวงจรไฟฟ้า ต่างจากฟิวส์ตรงที่สามารถรีเซ็ตได้ทำให้สะดวกต่อการใช้งาน หลักการทำงานคือเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรสูงกว่าที่กำหนดไว้จะเกิดการตัดวงจร โดยคันโยกจะเลื่อนไปยังตำแหน่งตัดวงจร (Trip) แต่ต้องแก้ไขสาเหตุที่เกิดขึ้นก่อนทำการรีเซ็ตเบรกเกอร์ให้ทำงานใหม่โดยเลื่อนไปยังตำแหน่ง On

2) ฟิวส์ (Fuse) ทำหน้าที่ป้องกันการใช้กระแสไฟฟ้าเกินพิกัดและการลัดวงจรไฟฟ้าเช่นเดียวกับเซอร์กิตเบรกเกอร์ โดยเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรสูงกว่าที่กำหนดไว้จะเกิดการหลอมละลายและตัดกระแสไฟฟ้าออกจากวงจรเพื่อป้องกันอุปกรณ์เสียหาย แต่จะต้องทำการเปลี่ยนฟิวส์ใหม่ต่างจากเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่สามารถใช้งานต่อได้ทันที

3) แมกเนติกคอนแทคเตอร์ (Magnetic contactor) คือสวิตช์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กช่วยให้เกิดการตัดต่อในวงจรกำลังใช้กระแสไฟฟ้าสูง เพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ผู้ควบคุม โดยมีหน้าที่ตัดและต่อวงจรไฟฟ้าในการควบคุมมอเตอร์หรือการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ

4) โอเวอร์โหลดรีเลย์ (Overload relay) เป็นตัวป้องกันมอเตอร์เสียหายเนื่องมาจากการทำงานเกินกำลัง เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลมากเกิดพิกัดที่ตั้งไว้จะตัดวงจร ซึ่งมักใช้คู่กับแมกเนติกคอนแทคเตอร์

5) ลูกลอย (Float switch) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับควบคุมการสูบน้ำของปั๊มโดยทำงานเหมือนเป็นสวิตช์แบบอัตโนมัติ ระดับน้ำที่อยู่ในบ่อสูบจะเป็นตัวบังคับการทำงานของลูกลอย โดยทั่วไปในบ่อสูบน้ำจะใช้ลูกลอย 4 ตัว คือ สำหรับหยุดเครื่องสูบน้ำ 1 ลูก (ลูกต่ำสุด) ใช้สำหรับสตาร์ทใช้ปั๊มสูบน้ำตัวที่ 1 และ 2 อย่างละ 1 ลูก และใช้เป็นตัวควบคุมสัญญาณเตือนน้ำสูงผิดปกติ 1 ลูก (ลูกสูงสุด)

6) อุปกรณ์ป้องกันปัญหาทางด้านแรงดันในเฟส (Phase protection relay) เป็นอุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์เสียหาย อันเนื่องมาจากสาเหตุต่าง ๆ อาทิเช่น แรงดันไฟฟ้าขาดหายไปเฟสหนึ่งเฟสใด แรงดันไฟฟ้าส่งมาผิดลำดับเฟส แรงดันไฟฟ้ามีค่าสูงเกิน (Over voltage) และแรงดันไฟฟ้าตก (Under voltage) จากที่กำหนดไว้ซึ่งสามารถปรับตั้งค่าต่าง ๆได้

7) วงจรควบคุมระบบและสวิทช์ควบคุมโซลีนอยด์ คือวงจรควบคุมระบบ ใช้ควบคุมการเปิด-ปิดการทำงานของแผงควบคุมบำบัดน้ำเสียและสวิทช์ควบคุมโซลีนอยด์ (Solenoid) ใช้ควบคุมการเปิด-ปิดการทำงานของตัวโซลีนอยด์วาล์ว โดยมีลักษณะการทำงานดังนี้

- กรณีบิดสวิทช์ไปที่ OFF เมื่อต้องการให้แผงควบคุมระบบไม่ทำงาน/โซลีนอยด์วาล์วไม่ทำงาน
- กรณีบิดสวิทช์ไปที่ ON เมื่อต้องการให้แผงควบคุมระบบทำงาน/โซลีนอยด์วาล์วทำงาน

4.3.2 การตรวจซ่อมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในระบบบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น

ควรจัดให้มีการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในระบบบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นเป็น เพื่อตรวจสอบความผิดปกติประจำ ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 การตรวจซ่อมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในระบบบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น

อาการ	สาเหตุ	ข้อแก้ไข
- เครื่องสูบน้ำทำงานปกติ แต่สูบน้ำไม่ขึ้น หรือขึ้นแต่น้อย	- เครื่องสูบน้ำเสียกลับทิศทาง - ใบพัดเครื่องสูบสึกหรอมาก - ความเร็วรอบลดลง	- แก้ไขแรงดันไฟฟ้าให้ถูกต้องโดยการปรับเฟสใหม่ - แก้ไขใบพัดใหม่ - ตรวจแก้ไขมอเตอร์เครื่องสูบน้ำเสีย
- เครื่องสูบน้ำเสียไม่สลับการทำงาน	- Latching relay เสีย	- ตรวจเปลี่ยน Latching relay
- เครื่องสูบน้ำเสียทำงานเมื่อระดับน้ำสูงถึงลูกลอยที่ 2	- ลูกลอยเสีย - โอเวอร์โหลดรีเลย์ตัดวงจรควบคุม - ไม่มีแรงดันไฟฟ้ามาที่เครื่องสูบน้ำเสีย - คอนแทคเตอร์คอยส์ไหม้ หรือขาด - ไม่มีไฟเลี้ยงวงจรควบคุมสาเหตุเนื่องจากฟิวส์วงจรควบคุมขาดหรือหม้อแปลงเสีย	- ตรวจแก้ไขลูกลอยที่ 2 - ตรวจแก้ไขโอเวอร์โหลดรีเลย์ - ตรวจสอบระบบไฟว่ามีมาครบเฟสหรือไม่ - ตรวจเปลี่ยนคอนแทคเตอร์ใหม่ - ตรวจเปลี่ยนฟิวส์และระบบไฟเลี้ยงวงจรควบคุม
- มอเตอร์ชุดขับเคลื่อนใบพัดเดิมอากาศมีเสียงสั่นดังและไม่ค่อยมีกำลังขับ	- แรงดันไฟฟ้ามาไม่ครบเฟส - สายไฟต่อเข้ามอเตอร์หลวม	- ตรวจแก้ไขระบบแรงดันไฟฟ้า - ต่อสายไฟฟ้าเข้ามอเตอร์ให้แน่น
- ไฟขาดหายไป 1 เฟส	- ฟิวส์ที่สายเมนใหญ่ขาด - สายเมนหลวม	- เปลี่ยนฟิวส์ใหม่ - ต่อสายเมนให้แน่น
- หม้อแปลงไฟ 220 โวลล์ / 24 โวลต์ไหม้	- หม้อแปลงช็อตรอบ - หม้อแปลงตัวเล็กเกินไป	- เปลี่ยนหม้อแปลงใหม่ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น
- ฟิวส์วงจรควบคุมขาด	- คอนแทคเตอร์ช็อต	- เปลี่ยนคอนแทคเตอร์ใหม่
- คอนแทคเตอร์สั่นมีเสียงดัง	- หน้าสัมผัสของแกนเหล็กมีฝุ่นเกาะจับหรือมีสนิม - หน้าสัมผัสของคอนแทคสกปรก	- ทำความสะอาดแกนเหล็กคอนแทคเตอร์ - ทำความสะอาดหน้าสัมผัสคอนแทคเตอร์
- โอเวอร์โหลดรีเลย์ตัด	- ตั้งกระแสที่ตัวโอเวอร์โหลดรีเลย์ต่ำเกินไป - มีขยะติดใบพัดของเครื่องสูบน้ำเสีย	-ปรับกระแสที่โอเวอร์โหลดให้เหมาะสม -เอาขยะที่ติดอยู่ใบพัดออก
- ลูกลอยไม่เอียงกระดกขึ้นหรือเอียงน้อยไป	- มีน้ำรั่วซึมเข้าไปในลูกลอย	-ตรวจเปลี่ยนลูกลอย
- ระดับน้ำสูงถึงลูกลอยที่ 4 แต่กริ่งสัญญาณฯไม่ดัง	- สวิทช์ on-off alarm เสีย - ลูกลอยเสีย - กริ่งสัญญาณไหม้	-ตรวจเปลี่ยนสวิทช์ -ตรวจเปลี่ยนลูกลอย -ตรวจเปลี่ยนกริ่งสัญญาณ

4.4 การวางแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบบำบัดน้ำเสีย (Preventive Maintenance: PM)

การซ่อมแซมและบำรุงรักษาเป็นส่วนประกอบสำคัญอย่างหนึ่งของกระบวนการบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากเป็นงานที่ช่วยให้ระบบบำบัดน้ำเสียทำงานได้มีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง การบำรุงรักษาเชิงป้องกันมีจุดประสงค์เพื่อให้เครื่องจักรและอุปกรณ์ สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพที่สุด ซึ่งเป็นการบำรุง รักษาก่อนที่จะมีอุปกรณ์ชำรุดเสียหาย เช่น การเปลี่ยนอะไหล่หรือมอเตอร์เมื่อครบอายุการใช้งานตามที่ผู้ผลิตกำหนดไว้ในคู่มือของผู้ผลิต แม้ว่าในความเป็นจริงอาจจะใช้ได้นานกว่านั้น การเปลี่ยนมอเตอร์เพื่อป้องกันไม่ให้มอเตอร์เสียจนทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียต้องหยุดทำงาน

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเป็นการดูแลรักษาตามกำหนดเวลาของทุกองค์ประกอบของระบบ ดังนั้นจะต้องมีการวางแผนและงบประมาณสำหรับการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง มีการตรวจติดตามการดำเนินงานสม่ำเสมอ และบันทึกการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อป้องกันการชำรุดและความเสียหายต่อการบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล ตัวอย่างแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบบำบัดน้ำเสีย ดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ตัวอย่างตารางบำรุงรักษาและแบบตรวจสอบรายการ สำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย

การเดินระบบและบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	ความถี่ในการตรวจบำรุง							ค่าใช้จ่าย (บาท)
	รายวัน	รายสัปดาห์	รายเดือน	รายไตรมาส	รายครึ่งปี	รายปี	เมื่อจำเป็น	
1. ระบบบำบัดน้ำเสียในภาพรวม								
ตรวจสอบแผงกั้น บันได ทางเดิน	×							
ตรวจสอบบริเวณโดยรอบถังบำบัด	×							
ตรวจไข SCUM หน้าถังและจุดปล่อยน้ำออก การสังเกต กลิ่นและความดำของน้ำ	×							
ความสึกหรอ ผุกร่อน รอยรั่ว		×						
2. ระบบบำบัดขั้นต้น								
เช็คอัตราการไหลเข้าของปริมาณน้ำเสีย	×							
กำจัดเศษขยะจากตะแกรงหรือเครื่องดักขยะ	×							
3. เครื่องสูบน้ำ (pump station)								
ตรวจสอบการทำงานของเครื่องสูบน้ำ		×						
ทำความสะอาดอุปกรณ์ควบคุมเครื่องเติมอากาศ		×						
เติมน้ำมันหล่อลื่นเครื่องสูบน้ำ		×						
4. เครื่องเติมคลอรีน								
เช็คระดับสารละลายในภาชนะ	×							
เช็คถังคลอรีน		×						
เช็คอัตราการจ่ายคลอรีน		×						
เปลี่ยนถังคลอรีน (ความเหมาะสมขึ้นอยู่กับสภาพการใช้งาน)			×					

การเดินระบบและบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	ความถี่ในการตรวจบำรุง							ค่าใช้จ่าย (บาท)
	รายวัน	ราย สัปดาห์	ราย เดือน	รายไตร มาส	ราย ครึ่งปี	รายปี	เมื่อ จำเป็น	
5. ถังเติมอากาศ								
เช็คการรั่วไหลของอากาศรอบฐานและ อุปกรณ์เติมอากาศ		×						
เช็คระบบเติมอากาศว่ามีเสียงหรือสั่นผิดปกติ	×							
จดเวลาเปิดปิดเครื่องเติมอากาศ	×							
เช็คกระแสไฟเครื่องเติมอากาศ		×						
โครงสร้างของถัง มีการรั่วหรือทรุดตัว						×		
6. ถังตกตะกอน (Sedimentation)								
ทำความสะอาดด้านข้างและด้านเอียงของถัง							×	
ตรวจดูการสะสมของตะกอน	×							
กำจัดตะกอนที่ลอยอยู่บนผิวน้ำในถังตกตะกอน	×							
เช็ดระบบเวียนตะกอน	×							
เช็คระบบกำจัดตะกอน	×							
เช็คสภาพของลานตากตะกอน		×						
7. ถังสัมผัสคลอรีน (Chlorine contact tank)								
กำจัดตะกอนที่ลอยอยู่บนผิวน้ำถังสัมผัส	×							
กำจัดตะกอนในถังเติมคลอรีน เมื่อจำเป็น			×					
ตรวจดูแผงกั้นน้ำเทียบกับระยะเวลาสัมผัส คลอรีนว่าเพียงพอหรือไม่	×							
8. เครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ (Pumps and motors)								
เช็คการอุดตันของเครื่องสูบ	×							
ทำความสะอาดตะแกรงด้านทางน้ำเข้าก่อนสูบ							×	
หล่อลื่นลูกปืนของเครื่องสูบ							×	
เช็คความสึกกร่อนของลูกปืนเครื่องสูบน้ำ								
ตรวจสอบการสึกกร่อนของแหวนเครื่องสูบ			×					
เปลี่ยนเพลาเครื่องสูบ			×					
เช็คเพลาของเครื่องสูบ			×					
เปลี่ยนกล่องเครื่องสูบ							×	
9. การควบคุมการเดินระบบ (Operational controls)								
สังเกตกลิ่น สี ฟองของถังเติมอากาศ	×							
เดินระบบและทดสอบค่าการควบคุมระบบ เช่น SV30 pH ค่าคลอรีนคงเหลือ	×							
ทดสอบน้ำทิ้งตามที่กฎหมายกำหนด							×	
10. ระบบรวบรวมน้ำทิ้ง (Collection system)								
ทำความสะอาดของแนวท่อรวบรวมน้ำเสีย						×		
สภาพของ Manhole รอยรั่ว และผนัง						×		

บทที่ 5

การติดตามผลการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจะต้องอยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานตลอดเวลา เครื่องจักรและอุปกรณ์ในระบบบำบัดน้ำเสียจะต้องได้รับการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ ในโรงพยาบาลจะต้องมีผู้ควบคุมและผู้ปฏิบัติงานที่ทำหน้าที่ควบคุมการเดินระบบอย่างถูกต้อง และตรวจสอบคุณภาพของน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดก่อนระบายออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะให้ได้ตามมาตรฐานของทางราชการ ได้แก่ มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และกำหนดปริมาณไข่หนอนพยาธิและแบคทีเรียอีโคไลในน้ำทิ้งและกากตะกอนที่บำบัดแล้วของกระทรวงสาธารณสุข นอกจากนี้โรงพยาบาลจะต้องจัดทำรายงานสรุปผลการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียในแต่ละเดือนส่งเจ้าหน้าที่ท้องถิ่นทุกเดือน

เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลมีขนาดเล็ก และขาดแคลนบุคลากรที่มีความชำนาญในการควบคุมระบบ ดังนั้นการติดตามตรวจสอบการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียควรเป็นวิธีการที่สะดวกง่ายและผู้ปฏิบัติงานสามารถนำไปปฏิบัติได้ ได้แก่การตรวจสอบทางเคมี จุลชีววิทยาและทางกายภาพ

5.1 การตรวจสอบทางเคมี

การติดตามตรวจสอบการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมีเป็นการตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งด้วยการวิเคราะห์ทางเคมี ซึ่งในโรงพยาบาลไม่สามารถดำเนินการได้เองเนื่องจากไม่มีห้องปฏิบัติการและบุคลากร จึงต้องเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วส่งไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของทางราชการหรืออาจใช้ห้องปฏิบัติการของเอกชนที่ได้ขึ้นทะเบียนไว้กับกระทรวงอุตสาหกรรมแล้ว ปกติจะส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์ทุก ๆ 3 เดือน พารามิเตอร์ที่ต้องวิเคราะห์ได้แก่ ค่าความเป็นกรดด่าง บีโอดี ของแข็งแขวนลอย ตะกอนหนัก สารที่ละลายได้ทั้งหมด ซัลไฟด์ ทีเคเอ็น น้ำมันและไขมัน ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่ระบุไว้ในข้อประกาศของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้ออกประกาศกระทรวงฯ เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุม การระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ลงวันที่ 7 พฤศจิกายน 2548 ในประกาศได้กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารทั้งหมด 5 ประเภทตามประเภทของอาคารดังแสดงในตารางที่ 5-1 ซึ่งโรงพยาบาลของทางราชการ รัฐวิสาหกิจหรือสถานพยาบาล ตามกฎหมายว่าด้วยสถานพยาบาลที่มีเตียงสำหรับผู้ป่วยไว้ค้างคืนรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 30 เตียงขึ้นไปเป็นอาคารประเภท ก. และกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 10 เตียง แต่ไม่ถึง 30 เตียง เป็นอาคารประเภท ข.

ตารางที่ 5-1 ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุดตามประเภทมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง				
		ก	ข	ค	ง	จ
1. ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)	-	5-9	5-9	5-9	5-9	5-9
2. บีโอดี (BOD)	มก./ล.	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 30	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 200
3.ปริมาณของแข็ง - ค่าสารแขวนลอย (Suspended Solids)	มก./ล.	ไม่เกิน 30	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 60
- ค่าตะกอนหนัก (Settleable Solids)	มล./ล.	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.5	-
- ค่าสารที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Dissolved Solid)	มก./ล.	ไม่เกิน 500*	ไม่เกิน 500*	ไม่เกิน 500*	ไม่เกิน 500*	-
4. ค่าซัลไฟด์ (Sulfide)	มก./ล.	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 3.0 -	ไม่เกิน 4.0	-
5. ไนโตรเจน (Nitrogen) ในรูป ที เค เอ็น (TKN)	มก./ล.	ไม่เกิน 35	ไม่เกิน 35	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 40	-
6. น้ำมันและไขมัน (Fat , Oil and Grease)	มก./ล.	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 100

ที่มา : [3]

การตรวจสอบทางจุลชีววิทยาที่ต้องส่งวิเคราะห์พร้อมกับการทดสอบทางเคมีเป็นการทดสอบหาค่าฟีคัลโคลิฟอร์ม (หมายถึงโคลิฟอร์มที่มาจากอุจจาระ) หรือเรียกว่าแบคทีเรียอีโคไล ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ใช้เป็นตัวชี้วัดถึงเชื้อโรคที่คาดว่าจะมีในน้ำเสีย เนื่องจากเป็นแบคทีเรียที่มีอยู่ในลำไส้ของสัตว์ เลือดอุ่นทุกชนิดรวมถึงมนุษย์ ดังนั้นถ้าพบว่าในน้ำมีแบคทีเรียอีโคไลปะปนอยู่แสดงน้ำนั้นได้รับการปนเปื้อนจากอุจาระ ทำให้มีโอกาสที่น้ำมีเชื้อโรคที่แพร่ระบาดทางน้ำปะปนอยู่ ปกติในน้ำเสียสดจากชุมชนจะมีฟีคัลโคลิฟอร์มสูงถึง 4×10^{-7} MPN /100 มล. และในประกาศของกระทรวงสาธารณสุขกำหนดให้น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากโรงพยาบาลจะต้องมีแบคทีเรียอีโคไลน้อยกว่า 1000 MPN/100 มล. และจะต้องมีไข่หนอนพยาธิน้อยกว่า 1 ฟอง/ลิตร ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องกำหนดปริมาณไข่หนอนพยาธิและแบคทีเรียอีโคไล (Escherichia Coli) และวิธีการเก็บตัวอย่าง และการตรวจหาไข่หนอนพยาธิและแบคทีเรียอีโคไล (Escherichia Coli) ในน้ำทิ้งและกากตะกอนที่ผ่านระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลแล้ว พ.ศ. 2561 ในประกาศกำหนดเกณฑ์มาตรฐานในการระบายน้ำทิ้งและกากตะกอนที่ผ่านระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลแล้ว น้ำทิ้งและกากตะกอนต้องมีปริมาณไข่หนอนพยาธิและแบคทีเรียอีโคไล (Escherichia Coli) ต่ำกว่าค่าที่กำหนดดังแสดงตารางที่ 5-2

คุณภาพของน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วของโรงพยาบาลจะต้องได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งของทั้งสองหน่วยงาน นอกจากนี้ผู้ควบคุมควรวิเคราะห์คุณภาพของน้ำเสียก่อนเข้าระบบ โดยเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากบ่อสูบ เพื่อนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย

ตารางที่ 5-2 เกณฑ์ปริมาณไข่หนอนพยาธิและแบคทีเรียอีโคไล (Escherichia Coli)

รายการทดสอบ	ประเภท	เกณฑ์ปริมาณที่กำหนด
ไข่หนอนพยาธิ	น้ำทิ้ง	น้อยกว่า 1 ฟองต่อลิตร
	กากตะกอน	น้อยกว่า 1 ฟองต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง)
แบคทีเรียอีโคไล (Escherichia Coli)	น้ำทิ้ง	น้อยกว่า 1,000 MPN (Most Probable Number) ต่อ 100 มิลลิลิตร
	กากตะกอน	น้อยกว่า 1,000 MPN (Most Probable Number) ต่อ 100 มิลลิลิตร (น้ำหนักแห้ง)

ที่มา : [4]

5.1.1 การเก็บตัวอย่างน้ำเสีย

ตัวอย่างน้ำเสียคือส่วนหนึ่งของน้ำเสียที่นำออกมาจากน้ำเสียส่วนใหญ่และเป็นตัวแทนของน้ำเสียทั้งหมด การเป็นตัวแทนของน้ำเสียทั้งหมดนั้นมีความสำคัญ ดังนั้นการเก็บตัวอย่างน้ำเสียจะต้องใช้เทคนิคที่ถูกต้องและมั่นใจว่าได้ตัวอย่างที่ได้เป็นตัวแทนที่แท้จริง และจะต้องเก็บรักษาสภาพตัวอย่างไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงใด ๆ จนกระทั่งถูกนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

วิธีการเก็บตัวอย่างมี 2 วิธีได้แก่ (1) การเก็บแบบจ้วง (Grab sample) คือการเก็บตัวอย่างแบบจ้วงเก็บและแยกกันวิเคราะห์แต่ละตัวอย่าง โดยปกติการเก็บตัวอย่างน้ำเสียในโรงพยาบาลจะใช้วิธีนี้ ตัวอย่างน้ำเสียที่เก็บจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันตามเวลาที่เก็บจึงทำให้ต้องพิจารณาถึงความถี่ในการเก็บที่จะทำให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง (2) การเก็บแบบรวม (Composite Samples) คือการเก็บตัวอย่างตามช่วงระยะเวลาที่เท่า ๆกัน เช่น ทุก ๆ 1 – 2 ชั่วโมง แล้วนำตัวอย่างทั้งหมดมาผสมกันเป็นตัวอย่างเดียวใน 24 ชั่วโมง การเก็บตัวอย่างวิธีนี้นิยมใช้เครื่องเก็บตัวอย่างแบบอัตโนมัติ และใช้เก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียขนาดใหญ่

5.1.2 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล

(1) ความถี่ในการเก็บตัวอย่างทุก ๆ 3 เดือน

(2) ตัวอย่างน้ำต้องมีปริมาตรเพียงพอสำหรับการตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

(3) ตัวอย่างน้ำต้องเป็นตัวแทนที่ดีของน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล

(4) เก็บรักษาตัวอย่างน้ำทิ้งและน้ำเสียให้เหมาะสม แยกตามประเภทของการตรวจวิเคราะห์ เก็บรักษาคุณภาพน้ำให้เหมือนเดิม บางพารามิเตอร์ต้องทำการวิเคราะห์ทันทีที่ระบบบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ pH และ DO

(5) ต้องระบุรายละเอียดของตัวอย่างน้ำ เช่น ตัวอย่างน้ำทิ้งหรือตัวอย่างน้ำเสีย วันที่ ผู้ทำการเก็บตัวอย่าง เป็นต้น โดยเขียนบนฉลากแล้วปิดไว้ที่ข้างขวด และต้องเขียนด้วยปากกาหมึกที่ไม่ละลายน้ำ

5.1.3 ลักษณะของภาชนะบรรจุ

(1) ภาชนะตัวอย่างบรรจุน้ำสำหรับตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี ควรใช้ขวดพลาสติกอย่างดี เช่น โพลีเอททิลิน และโพลีโพรพิลิน ฝาเกลียวทำด้วยวัสดุเดียวกันและปิดได้สนิท ภาชนะชนิดนี้ทำให้สะดวกในการขนส่ง และไม่ทำให้เกิดปฏิกิริยากับน้ำหรือสิ่งเจือปนต่าง ๆ ในน้ำ ขนาดของภาชนะเป็นขวดพลาสติก 4 ลิตร และ 1 ลิตร (ขึ้นอยู่กับจำนวนข้อมูลที่จะทำการตรวจวิเคราะห์ว่ามากน้อยเพียงใด)

(2) หากต้องการตรวจวิเคราะห์ไนโตรเจนหรือโลหะหนัก ใช้ภาชนะพลาสติกพวกโพลีเอททิลิน หรือโพลีโพรพิลิน มีฝาเกลียวทำด้วยวัสดุชนิดเดียวกัน ขนาด 1 ลิตร

(3) หากต้องการตรวจโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ต้องใช้ภาชนะบรรจุตัวอย่างน้ำที่เป็นขวดแก้ว ขนาดความจุประมาณ 125 มิลลิลิตร ให้ทำความสะอาดและผึ่งให้แห้ง ปิดฝาแล้วหุ้มด้วยกระดาษอลูมิเนียมบรรจุในกระป๋องโลหะ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนนำไปอบที่อุณหภูมิ 160-180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เพื่อฆ่าเชื้อโรค ตั้งทิ้งไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิห้องก่อนนำไปใช้

5.1.4 วิธีการเก็บรักษาคุณภาพตัวอย่างน้ำ

หลังจากเก็บตัวอย่างน้ำแล้วควรรวบรวมจัดส่งไปยังห้องปฏิบัติการโดยเร็วที่สุดที่จะสามารถทำได้ เนื่องจากองค์ประกอบในตัวอย่างอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงจากปฏิกิริยาทางกายภาพ เคมี และชีววิทยา นอกจากนี้ อุณหภูมิ ปริมาณแสง ชนิดภาชนะที่บรรจุตัวอย่างและระยะเวลาที่เก็บรักษาตัวอย่างก่อนวิเคราะห์ มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าการตรวจวิเคราะห์ได้ ดังนั้นในการส่งตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ ชนิดของตัวอย่างและภาชนะที่บรรจุ รวมทั้งวิธีการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำจะต้องทำอย่างถูกต้อง ดังตารางที่ 5-3

5.1.5 วิธีส่งตัวอย่างน้ำไปยังห้องปฏิบัติการ

(1) ให้บรรจุตัวอย่างน้ำลงในหีบบรรจุน้ำแข็ง สำหรับตัวอย่างที่เติมกรดให้ใส่ลังหรือหีบห่อพร้อมใบส่งตัวอย่าง ปิดผนึกหีบห่อให้แน่นหนา

(2) ติดใบปะหน้าที่มีรายละเอียด แจ้งชื่อผู้รับ หน่วยงาน พร้อมที่อยู่ และต้องแจ้งชื่อผู้ส่ง หน่วยงานของผู้ส่ง เบอร์โทรศัพท์ แล้วจัดส่งโดยทางรถทัวร์หรือรถไฟ หรือนำส่งเอง

ตารางที่ 5-3 วิธีการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำเพื่อนำส่งห้องปฏิบัติการ

ชนิดตัวอย่าง	ภาชนะบรรจุ	วิธีการเก็บรักษา	ระยะเวลาส่งถึงห้องปฏิบัติการ
1. วิเคราะห์ทางกายภาพและเคมี	น้ำที่ใช้ทั่วไปใช้ 2 ลิตร น้ำเสียใช้ 4 ลิตร	นำขวดตัวอย่างน้ำแช่เย็นในน้ำแข็งทันที และส่งห้องปฏิบัติการ	24 ชั่วโมง
2. วิเคราะห์หาสารประกอบไนโตรเจนหรือสารประกอบอินทรีย์บางชนิด	ขนาด 1 ลิตร	เติมกรดซัลฟูริก 1 มิลลิลิตร หรือ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าให้เข้ากัน บรรจุในลังไม่จำเป็นต้องแช่เย็น	24 ชั่วโมง
3. วิเคราะห์โลหะหนัก	ขนาด 1 ลิตร	เติมกรดไนตริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตร หรือ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าให้เข้ากัน บรรจุในลังไม่จำเป็นต้องแช่เย็น	24 ชั่วโมง
4. วิเคราะห์ยาฆ่าแมลง	เก็บใส่ขวดสีชาพร้อมฝาปิดที่เป็นพลาสติกเคลือบเทปล่อน ขนาด 2 ลิตร 1 ใบ หรือขนาด 1 ลิตร 2 ใบ	ปิดขวดบรรจุใส่ลัง	24 ชั่วโมง
5. วิเคราะห์แบคทีเรีย	ขวดแก้วอบฆ่าเชื้อโรค	รวบรวมใส่ถุงพลาสติกมัดให้แน่น แล้วแช่เย็นทันที	24 ชั่วโมง

ที่มา : [16]

5.2 การตรวจสอบทางกายภาพ

5.2.1 การสังเกต สี-กลิ่น-ฟอง-ตะกอนลอยในถังเติมอากาศ

ผู้ควบคุมควรสังเกตสี กลิ่นและฟองที่เกิดขึ้นในถังเติมอากาศและถังตกตะกอน ซึ่งจะบอกถึงสภาวะและการทำงานของจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ

1) สี ระบบเอเอสที่อยู่ในสภาวะปกติสลัดจ์ในถังเติมอากาศจะมีสีน้ำตาล ความเข้มของสีน้ำตาลจะเป็นตัวแสดงสภาพของสลัดจ์ดังแสดงรูปที่ 5-1 ตารางที่ 5-4 แสดงสภาพของสลัดจ์ที่สังเกตได้จากสีและแนวทางการแก้ไข

รูปที่ 5-1 สีที่สังเกตได้จากบนผิวน้ำของถังเติมอากาศ สีน้ำตาลอ่อน น้ำตาลเข้มและน้ำตาลดำ

ตารางที่ 5-4 สีและสภาพของสลัดจ์ และแนวทางการแก้ไข

สีของสลัดจ์	สภาพของสลัดจ์	แนวทางแก้ไข
สีน้ำตาลอ่อน	สลัดจ์มีอายุน้อย ความเข้มข้นของ MLSS ต่ำ ค่า SV30 ต่ำ ค่า F/M สูง น้ำล้นถังตกตะกอนไม่ใสหรือน้ำในช่วงหยุดเติมอากาศ (ระบบ SBR) ไม่ใส เมื่อทดสอบ SV30 น้ำเหนือชั้นสลัดจ์ไม่ใส อาจพบฟองสีขาวเหนือน้ำในถังเติมอากาศ	สูบสลัดจ์กลับให้มากที่สุดเท่าที่ทำได้ เพื่อเพิ่มความเข้มข้น MLSS และเพิ่มค่า SV30 เพื่อลดค่า F/M ยังไม่ต้องระบายสลัดจ์ทิ้งจนกว่าสีของสลัดจ์จะเป็นสีน้ำตาลเข้ม ตรวจสอบค่า DO ไม่น้อยกว่า 2 มก./ล.
สีน้ำตาลเข้ม	สลัดจ์มีอายุปกติ ทำงานได้ดี ค่า SV30 ควรอยู่ในช่วง 200 ถึง 300 มล./ล. อาจพบฟองสีน้ำขาวหรือน้ำตาล ฟองเล็ก แตกง่ายเหนือน้ำในถังเติมอากาศ	ควรสูบสลัดจ์ทิ้งออกไปกำจัดทุกสัปดาห์หรืออย่างน้อย 2 สัปดาห์ต่อครั้ง เพื่อควบคุมให้ค่า SV30 อยู่ในช่วง 200 ถึง 300 มล./ล. ขึ้นกับค่า BOD_5 และอัตราไหลของน้ำเสีย
สีน้ำตาลเกือบดำ	สลัดจ์มีอายุมาก ความเข้มข้นของ MLSS สูง ค่า SV30 สูง (500 มล./ล.) ค่า F/M ต่ำ น้ำล้นถังตกตะกอนไม่ใสหรือน้ำในช่วงหยุดเติมอากาศ (ระบบ SBR) ไม่ใส อาจพบฟองสีน้ำตาลเข้มหรือสีขาวเหนือน้ำในถังเติมอากาศที่มีลักษณะฟองใหญ่ เหนียว แตกยาก	สูบสลัดจ์ทิ้ง สูงสุดไม่เกินร้อยละ 10 ของปริมาตรถังเติมอากาศต่อวัน เพื่อลดอายุสลัดจ์ หลังจากสูบสลัดจ์ทิ้งตรวจสอบค่า SV30 ควรลดลงไม่เกิน 100 มล./ล. ต่อครั้ง

2) กลิ่น ระบบเอเอสที่อยู่ในสภาวะปกติจะมีกลิ่นที่รับรู้ได้จากถังเติมอากาศจะเป็นกลิ่นอับคล้ายดิน กลิ่นจากถังเติมอากาศแสดงสภาวะการให้ออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศ ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5-5 กลิ่นและสภาพของสลัดจ์ และแนวทางการแก้ไข

กลิ่นของสลัดจ์	สภาพของการให้ออกซิเจน	แนวทางแก้ไข
กลิ่นอับคล้ายดิน	เครื่องเติมอากาศให้ออกซิเจนเพียงพอสำหรับการรักษาสภาพมีออกซิเจนในถังเติมอากาศ	ตรวจสอบค่า DO ของน้ำล้นจากถังตกตะกอนไม่น้อยกว่า 2 มก./ล.หรือ DO หลังจากช่วงหยุดเติมอากาศของระบบ SBR ไม่น้อยกว่า 2 มก./ล.
กลิ่นเหม็น	เครื่องเติมอากาศให้ออกซิเจนไม่เพียงพอ	ตรวจสอบเครื่องเติมอากาศ และวัดค่า DO ถ้าเครื่องเติมอากาศน้อยไปให้เปิดเพิ่ม ถ้าเครื่องเติมอากาศเสียให้รีบแก้ไข และ startup ระบบใหม่

3) ฟอง ระบบเอเอสที่อยู่ในสภาวะปกติจะมีฟองสีน้ำขาวหรือน้ำตาล ฟองเล็ก แตกง่าย ปริมาณไม่มากนักเหนือน้ำในถังเติมอากาศ ลักษณะของฟองจะแสดงถึงสภาพของสลัดจ์ดังรูปที่ 5-2 ตารางที่ 5-6 แสดงสภาพของสลัดจ์ที่สังเกตได้จากสีของฟองที่เกิดขึ้นบนผิวน้ำของถังเติมอากาศและแนวทางแก้ไข

รูปที่ 5-2 ฟองที่สังเกตได้บนผิวน้ำของในถังเติมอากาศ ฟองขาวใหญ่ ฟองขาวเล็ก ฟองใหญ่เหนียว

4) ตะกอนลอย ระบบเอเอสที่อยู่ในสภาวะปกติจะไม่พบตะกอนลอย (scum) บนผิวน้ำในถังเติมอากาศ รูปที่ 5-3 แสดงตะกอนลอยผิวน้ำในถังเติมอากาศ ตารางที่ 5-7 แสดงสภาพของสลัดจ์ที่สังเกตได้จากตะกอนลอยที่เกิดขึ้นบนผิวน้ำของถังเติมอากาศและแนวทางแก้ไข

ตารางที่ 5-6 ฟองในถังเติมอากาศและสภาพของสลัดจ์ และแนวทางการแก้ไข

สีของฟอง	สภาพของสลัดจ์	แนวทางแก้ไข
ฟองสีขาวบนผิวน้ำจำนวนมาก	อาจอยู่ในช่วงเริ่มต้นเดินระบบ (star up) สลัดจ์มีอายุน้อย ความเข้มข้นของ MLSS ต่ำ ค่า SV30 ต่ำ ค่า F/M สูง น้ำล้นถัง ตกตะกอนไม่ใสหรือน้ำในช่วงหยุดเติมอากาศ (ระบบ SBR) ไม่ใส เมื่อทดสอบ SV30 น้ำเหนือชั้นสลัดจ์ไม่ใส	สูบสลัดจ์ให้มากที่สุดเท่าที่ทำได้ เพื่อเพิ่มความเข้มข้น MLSS และเพิ่มค่า SV30 ยังไม่ต้องระบายสลัดจ์ทิ้งจนกว่าสีของสลัดจ์จะเป็นสีน้ำตาลเข้ม ตรวจสอบค่า DO ไม่น้อยกว่า 2 มก./ล.
ฟองสีขาวหรือสีน้ำตาล ฟองเล็กแตกง่าย	สลัดจ์อยู่ในสภาวะปกติ ทำงานได้ดี ค่า SV30 ควรอยู่ในช่วง 200 ถึง 300 มล./ล.	ควรสูบสลัดจ์ทิ้งออกไปกำจัดทุกสัปดาห์หรืออย่างน้อย 2 สัปดาห์ต่อครั้ง เพื่อควบคุมให้ค่า SV30 อยู่ในช่วง 200 ถึง 300 มล./ล. ขึ้นกับค่า BOD_5 และอัตราไหลของน้ำเสีย
ฟองสีขาวหรือสีน้ำตาลดำ ข้นเหนียวแตกยากและมีตะกอนลอยปกคลุมผิวน้ำ	สลัดจ์มีอายุมาก สีน้ำตาลเกือบดำและสลัดจ์อยู่ในถังเติมอากาศนานเกินไปจนถูกย่อยสลายกลายเป็นตะกอนลอย ความเข้มข้นของ MLSS สูง ค่า SV30 สูง (≥500 มล./ล.) ค่า F/M ต่ำ น้ำล้นถังตกตะกอนไม่ใสหรือน้ำในช่วงหยุดเติมอากาศ (ระบบ SBR) ไม่ใส	สูบสลัดจ์ทิ้งสูงสุดไม่เกินร้อยละ 10 ของปริมาตรถังเติมอากาศต่อวัน เพื่อลดอายุสลัดจ์ หลังจากสูบสลัดจ์ทิ้งตรวจสอบค่า SV30 ควรลดลงไม่เกิน 100 มล./ล. ต่อครั้ง

รูปที่ 5-3 ตะกอนลอยที่สังเกตได้บนผิวน้ำของถังเติมอากาศ ตะกอนลอยสีน้ำตาล ตะกอนลอยสีดำ

ตารางที่ 5-7 ตะกอนลอยในถังเติมอากาศและสภาพของสลัดจ์ และแนวทางการแก้ไข

ตะกอนลอย	สภาพของสลัดจ์	แนวทางแก้ไข
ตะกอนลอยร่วมกับฟองสีน้ำตาลเข้ม	สลัดจ์มีอายุมาก ความเข้มข้นของ MLSS สูง ค่า SV30 สูง (500 มล./ล.) ค่า F/M ต่ำ น้ำล้นถังตกตะกอนไม่ใสหรือน้ำในช่วงหยุดเติมอากาศ (ระบบ SBR) ไม่ใส สลัดจ์ที่ตายแล้วจะเน่าสลายและตายลอยขึ้นผิวน้ำ	สูบสลัดจ์ทิ้งสูงสุดไม่เกินร้อยละ 10 ของปริมาตรถังเติมอากาศต่อวัน เพื่อลดอายุสลัดจ์ หลังจากสูบสลัดจ์ทิ้งตรวจสอบค่า SV30 ควรลดลงไม่เกิน 100 มล./ล. ต่อครั้ง
ตะกอนลอยสีดำลอยผิวน้ำ	เกิดขึ้นในถังที่มีการผสมไม่สมบูรณ์ เครื่องเติมอากาศอาจติดตั้งไม่เหมาะสม ทำให้สลัดจ์ตกตะกอนตามมุมของถัง เช่น ระบบ SBR และระบบเอเอสแบบผสมสมบูรณ์ ในระบบควนเวียนเกิดจากเครื่องเติมอากาศทำให้น้ำในถังไหลด้วยความเร็วต่ำกว่า 0.3 ม./วินาที สลัดจ์ตกตะกอนบริเวณที่ห่างจากเครื่องเติมอากาศเกิดการเน่าสลาย หรือสลัดจ์อยู่ในถังเติมอากาศนานเกินไปจนถูกย่อยสลายกลายเป็นตะกอนลอย	สูบสลัดจ์ทิ้ง สูงสุดไม่เกินร้อยละ 10 ของปริมาตรถังต่อวัน หลังจากสูบสลัดจ์ทิ้งตรวจสอบค่า SV30 ควรลดลงไม่เกิน 100 มล./ล. ตักตะกอนลอยออกทิ้ง ตรวจสอบการผสมของเครื่องเติมอากาศ ปรับทิศทางหรือตำแหน่งให้เหมาะสม ในกรณีที่มีการหยุดเครื่องเติมอากาศบางเครื่องเพื่อประหยัดพลังงานหรือเครื่องเสีย ให้ตรวจสอบตามมุมของถัง ปรับระยะเวลาการหยุดเครื่องให้เหมาะสม

5.2.2 การสังเกตถังตกตะกอน

ผู้ควบคุมควรสังเกตลักษณะของน้ำที่ผิวน้ำของถังตกตะกอนและน้ำล้นจากถังตกตะกอนอย่างสม่ำเสมอ ลักษณะของน้ำในถังตกตะกอนและน้ำล้นจะบอกสภาพการทำงานของระบบดังแสดงตารางที่ 5-8

ตารางที่ 5-8 ลักษณะของน้ำในถังตกตะกอนและน้ำล้น สภาพของถังตกตะกอนและแนวทางการแก้ไข

น้ำทิ้ง	สภาพของถังตกตะกอน	แนวทางแก้ไข
น้ำในถังและน้ำล้นถังใส	สลัดจ์จากถังเติมอากาศตกตะกอนได้ดี อัตราน้ำล้นถังตกตะกอนอยู่ในช่วงปกติ ความสูงของชั้นตะกอนปกติ	สูบสลัดจ์กลับอย่างสม่ำเสมอ รักษาระดับชั้นให้ต่ำกว่าร้อยละ 30 ของความสูง
น้ำขุ่นสีน้ำตาลอ่อน มีตะกอนขนาดเล็กไม่เกาะตัวแน่น น้ำหนักเบา	พบตะกอนไม่เกาะตัวแน่น น้ำหนักเบาลอยขึ้นในถังและหลุดออกไปกับน้ำล้น เมื่อทดสอบการตกตะกอนด้วย SV30 พบว่าสลัดจ์ตกตะกอนได้ไม่ดี น้ำเหนือชั้นสลัดจ์ขุ่น เกิดจากการควบคุมตัวแปรการเดินระบบไม่เหมาะสม สลัดจ์มีอายุน้อยเกินไป	ตรวจสอบค่า pH และ DO ในถังเติมอากาศ ตรวจสอบสีของสลัดจ์ ถ้าสลัดจ์มีสีน้ำตาลอ่อน หยุดสูบสลัดจ์ทิ้ง สูบสลัดจ์กลับเพิ่มขึ้นเพื่อเพิ่ม MLSS
น้ำขุ่นตะกอนเม็ดเล็ก 0.8 มม. แขวนลอยตะกอนขนาดเล็กอัดตัวแน่น	ตะกอนแขวนลอยในลักษณะนี้เรียกว่า pin floc แสดงว่าสลัดจ์มีอายุมากเกินไป สลัดจ์อยู่ในระบบนานจนถูกออกซิไดซ์ หรือเกิดจากเครื่องเติมอากาศมีปั่นป่วนสูงมากจนทำให้ฟล็อกแตกออก	ตรวจสอบสีของสลัดจ์ และทดสอบ SV30 สูบสลัดจ์ทิ้งอย่างสม่ำเสมอเพื่อควบคุมอายุสลัดจ์ และลดความปั่นป่วนจากเครื่องเติมอากาศก่อนน้ำสลัดจ์เข้าถังตกตะกอน

น้ำทิ้ง	สภาพของถังตกตะกอน	แนวทางแก้ไข
มีสลัดจ์หลุดไปกับน้ำทิ้ง	เมื่อทดสอบการตกตะกอนด้วย SV30 พบว่าสลัดจ์ตกตะกอนได้ดี แสดงว่าระดับของชั้นสลัดอาจสูงใกล้เวียร์น้ำล้น ทำให้สลัดจ์หลุดออกไปจำนวนมาก การติดตั้งระดับของเวียร์ไม่เหมาะสม อัตราน้ำล้นสูงเกินไป อัตราสูบสลัดจ์กลับน้อยเกินไป	ตรวจสอบระดับความสูงของชั้นสลัดจ์ สูบสลัดจ์กลับเพิ่มเติม สูบสลัดจ์ทิ้งอย่างเหมาะสม ตรวจการติดตั้งเวียร์ ตรวจสอบอัตราน้ำล้น โดยเฉพาะในช่วงกลางวันที่มีน้ำเสียเข้าระบบสูง พยายามปรับอัตราการไหลให้ลดลง แบ่งให้สูบเข้าในช่วงกลางคืน
มีตะกอนลอยสีดำบนผิวน้ำ	มีสลัดจ์คงค้างอยู่ในถังตกตะกอนนาน ทำให้สลัดจ์ตายและลอยขึ้น โดยเฉพาะบริเวณผนังเอียงของถังตกตะกอนแบบสี่เหลี่ยม สูบสลัดจ์กลับน้อย ทำให้สลัดจ์สะสมอยู่ในถังนานจนขาดออกซิเจน ไม่มีน้ำสลัดจ์ใหม่หมุนเวียน	ติดตั้งแผ่นกั้นตะกอนลอยและหมั่นตักออก ใช้ไม้ที่มีความยาวกวาดตามผนังของถังตกตะกอนแบบสี่เหลี่ยมวันละ 1 ครั้งเพื่อกวาดตะกอนลงด้านล่าง สูบสลัดจ์กลับสม่ำเสมอ และรักษาระดับความสูงของชั้นสลัดจ์
ตะกอนลอยมีฟองก๊าซจากดีไนตริฟิชัน	ถ้าในน้ำสลัดจ์ในเตรทและในถังตะกอนขาด DO จะส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชัน เกิดก๊าซไนโตรเจนไปเกาะกับสลัดจ์แล้วลอยขึ้นผิวน้ำ	ตรวจสอบค่า DO ในถังตกตะกอน เพิ่มอัตราการสูบสลัดจ์เพื่อลดความสูงของชั้นสลัดจ์และทำให้มีน้ำสลัดจ์ใหม่ที่มี DO เข้ามาแทนที่

5.2.3 การทดสอบการตกตะกอนของสลัดจ์ด้วยการหาปริมาตรสลัดจ์

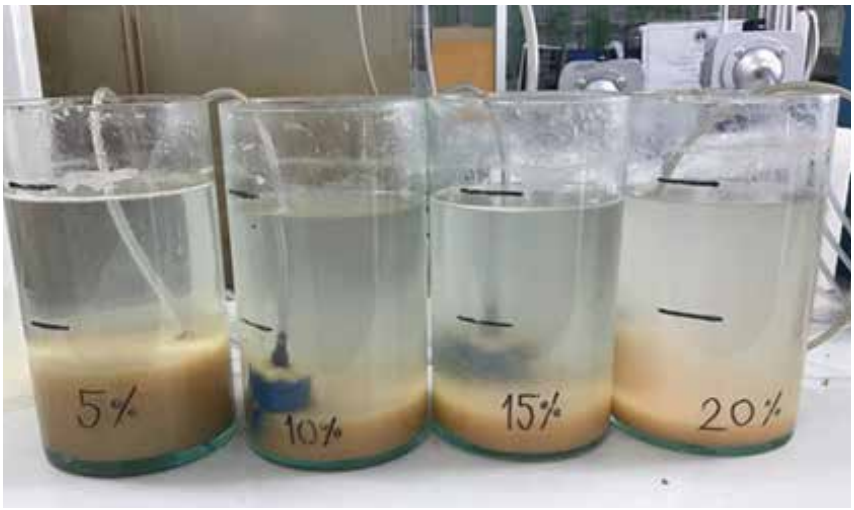
การทดสอบหาค่าปริมาตรสลัดจ์หรือ SV30 เป็นการทดสอบที่ใช้สำหรับประเมินสภาพการตกตะกอนของสลัดจ์ในถังตกตะกอน และควรทดสอบอย่างน้อย 1 ถึง 2 ครั้งต่อวัน โดยนำน้ำสลัดจ์จากถังเติมอากาศปริมาตร 1 ลิตรเทลงในกระบอกตวงแก้วใสหรือกรวยอิมฮอฟฟ์ (Imhoff cone) ปล่อยสลัดจ์ตกตะกอนโดยปราศจากการรบกวนเป็นเวลา 30 นาที แล้วอ่านปริมาตรของสลัดจ์สลัดจ์ที่ตกตะกอน กรวยอิมฮอฟฟ์มีราคาแพง สามารถใช้กระบอกตวงแก้วหรือพลาสติกแทนได้ ผลที่ได้จากการทดสอบเหมือนกันดังรูปที่ 5-4

รูปที่ 5-4 การทดสอบการตกตะกอน SV30 ด้วยกรวยอิมฮอฟฟ์และกระบอกตวง

ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลที่ออกแบบและควบคุมได้ถูกต้องและมีอัตราการไหลของน้ำเสียและค่า BOD_5 ใกล้เคียงกับค่าที่ออกแบบไว้ ควรมี SV30 อยู่ในช่วงประมาณ 200-400 มล. ถ้า SV30 มีค่าต่ำกว่า 200 มล./ล. แสดงว่ามีสลัดจ์อยู่ในระบบน้อยไม่ควรสูบสลัดจ์ทิ้งจนกว่าปริมาตรสลัดจ์จะเพิ่มตามที่กำหนด แต่ถ้า SV30 มีค่าสูงกว่า 400 มล./ล. แสดงว่ามีสลัดจ์อยู่ในระบบมากควรพิจารณาสูบสลัดจ์ทิ้ง ถ้าปริมาณน้ำเสียเข้าระบบน้อยกว่าค่าที่ออกแบบ เช่น โรงพยาบาลที่มีระบบบำบัดน้ำเสียรองรับได้ 60 ลบ.ม./วัน แต่มีปริมาณน้ำเสียเข้าวันละ 20 ลบ.ม./วัน ทำให้อัตราภาระบีโอดีต่อปริมาตรต่ำและค่า F/M ต่ำ ส่งผลให้ความเข้มข้นของ MLSS ต่ำ ดังนั้นค่า SV30 จะมีค่าต่ำกว่า 200 มล./ล. เพิ่มค่า SV30 ได้ยาก

เพื่อใช้เป็นข้อมูลศึกษาเปรียบเทียบ ให้พิจารณารูปที่ 5-5 และตารางที่ 5-9 ซึ่งแสดงระบบเอเอสแบบ SBR ขนาดเล็กและผลการเดินระบบในห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยรังสิต

ในเดือนตุลาคม 2562 พบว่าความเข้มข้นของ MLSS และค่า SV30 มีค่าเปลี่ยนแปลงตามอายุสลัดจ์และ F/M ถังเติมอากาศทั้งหมดมีค่า SV30 < 300 มล./ล. ซึ่งเป็นผลการดำเนินงานปกติของระบบเอเอสแบบ SBR ที่สลัดจ์จะตกตะกอนอัดตัวกันแน่นได้ดี และได้ค่า SVI < 100 มล./ล. และพบว่าถังเติมอากาศที่มีค่า F/M สูงกว่า 0.3 น้ำไม่ใส

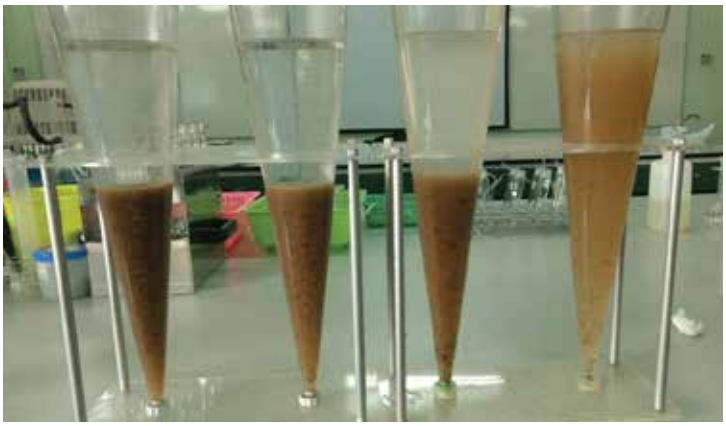


รูปที่ 5-5 แสดงระบบเอเอสแบบ SBR ขนาดเล็กในห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 5-9 ผลของการเดินระบบเอเอสแบบ SBR ขนาดเล็กในห้องปฏิบัติการ

MLSS (มก./ล.)	F/M	อายุสลัดจ์ (วัน)	SV30 (มล./ล.)	SVI (มล./ก.)
3510	0.19	20	240	68
3020	0.21	10	140	46
2230	0.29	7.5	120	53
1790	0.36	5	70	39

เพื่อใช้เป็นข้อมูลศึกษาเปรียบเทียบ ให้พิจารณารูปที่ 5-6 และตารางที่ 5-10 ซึ่งแสดงการทดสอบ SV30 ของระบบเอเอสแบบผสมสมบูรณ์แบบน้ำเสียเข้าต่อเนื่องขนาดเล็กในห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยรังสิต ในเดือนตุลาคม 2562 พบว่าความเข้มข้นของ MLSS และค่า SV30 มีค่าเปลี่ยนแปลงตามอายุสลัดจ์และค่า F/M เช่นเดียวกันกับระบบ SBR แต่มีค่า SV30 ใกล้เคียง 300 มล./ล. และมีค่า SVI สูงกว่าระบบ SBR นอกจากนี้ในถังเติมอากาศใบสุดท้ายที่มีค่า F/M สูงและ MLSS ต่ำ แสดงสภาวะของการเกิดปัญหาสลัดจ์อืด



รูปที่ 5-6 แสดงระบบเอเอสแบบผสมสมบูรณ์ขนาดเล็กในห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 5-10 ผลของการเดินระบบเอเอสแบบผสมสมบูรณ์ขนาดเล็กในห้องปฏิบัติการ

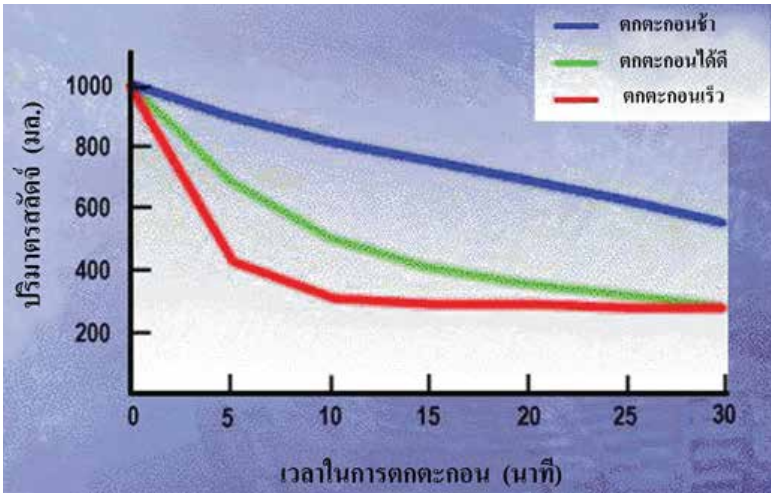
MLSS (มก./ล.)	F/M ($วัน^{-1}$)	อายุสลัดจ์ (วัน)	SV30 (มล./ล.)	SVI (มล./ก.)
3120	0.16	20	375	120
2351	0.22	10	240	104
2100	0.25	7.5	275	130
1660	0.32	5	800	481

5.2.4 การสังเกตลักษณะการตกตะกอนของสลัดจ์ในการทดสอบหาปริมาตรสลัดจ์

ในการทดสอบ SV30 การสังเกตลักษณะการตกตะกอนของสลัดจ์จะช่วยในการประเมินประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของระบบเอเอสได้โดยไม่ต้องวิเคราะห์หาค่าบีโอดีของน้ำทิ้ง สำหรับระบบเอเอสทั้งแบบคูวนเวียนแบบผสมสมบูรณ์และแบบ SBR ของโรงพยาบาลที่ทำงานได้ดีนั้น สลัดจ์จะมีสีน้ำตาล จับตัวกันแน่นและตกตะกอนได้อย่างรวดเร็วและได้น้ำทิ้งที่ใส ลักษณะการตกตะกอนดังกล่าวทำให้เชื่อได้ว่าน้ำทิ้งออกจากถังตกตะกอนจะมีค่าบีโอดี BOD_5 ต่ำกว่า 20 มก./ล. และของแข็งแขวนลอยต่ำกว่า 30 มก./ล.

การสังเกตลักษณะการตกตะกอนของสลัดจ์ด้วยการทดสอบ SV30 ควรตรวจสอบทุกช่วง 5 นาที จนครบ 30 นาที การตกตะกอนของสลัดจ์ในช่วง 5 นาทีแรกมีความสำคัญมาก ควรสังเกตการเกาะตัวของสลัดจ์ การรวมตัวเป็นชั้นและมีน้ำใสเหนือชั้นสลัดจ์ ซึ่งผู้ปฏิบัติงานที่มีความชำนาญสามารถประเมินสภาพการทำงาน

ของระบบเอเอสและสภาพที่เกิดขึ้นในถังตกตะกอนได้ ถ้าภายใน 10 นาทีของการทดสอบอ่านปริมาตรสลัดจ์ได้ 500 มล. และสุดท้าย SV30 มีค่าเท่ากับ 200 ถึง 300 มล./ล.แสดงว่าสลัดจ์ตกตะกอนได้ดีมากและอยู่ในสภาวะปกติ รูปที่ 5-7 แสดงปริมาตรของสลัดจ์ในการทดสอบ SV30 ที่ลดลงตามเวลาของสลัดจ์ที่ตกตะกอนได้เร็วและช้า



รูปที่ 5-7 ปริมาตรสลัดจ์ที่ลดลงตามเวลาของการทดสอบ SV30 ของสลัดจ์ที่ตกตะกอนช้าและเร็ว

ลักษณะการตกตะกอนของสลัดจ์แบบต่าง ๆ ในการทดสอบ SV30 สามารถสรุปได้ทั้งหมด 6 รูปแบบ ดังแสดงในรูปที่ 5-8 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นแสดงในตารางที่ 5-11 และมีรายละเอียดดังนี้

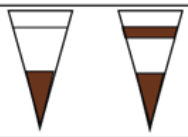
1) การตกตะกอนของสลัดจ์ที่ระบบบำบัดน้ำเสียทำงานปกติ ระบบบำบัดน้ำเสียที่อยู่ในสภาวะที่มีค่า F/M และมีอายุสลัดจ์เหมาะสมจะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สลัดจ์ในถังเติมอากาศจะมีสีน้ำตาลเข้ม เมื่อนำมาทดสอบ SV30 จะพบเห็นการแบ่งชั้นอย่างชัดเจนระหว่างสลัดจ์และน้ำใสในช่วง 5 นาทีแรก ชั้นสลัดจ์จะตกตะกอนอย่างรวดเร็วและภายใน 10 นาทีอ่านปริมาตรสลัดจ์ได้ครึ่งหนึ่งของปริมาตรรวม (500 มล.) ค่า SV30 ควรอยู่ในช่วง 200 ถึง 400 มล./ล.

2) การตกตะกอนของสลัดจ์ที่มีอายุน้อย สลัดจ์ที่มีอายุน้อยจะมีสีน้ำตาลอ่อน เป็นฟล็อกขนาดเล็กเกาะกันแบบหลวม ๆ มีลักษณะเบาลอยตัว และอาจแขวนลอยอยู่ในน้ำโดยไม่ตกตะกอน หรือตกตะกอนแต่ไม่อัดตัวกันเป็นชั้นสลัดจ์แน่น เมื่อนำทดสอบ SV30 จะพบเห็นน้ำเหนือชั้นสลัดจ์มีลักษณะขุ่นและของแข็งแขวนลอยปะปนอย่างชัดเจน อาจพบตะกอนลอยขึ้นในถังและหลุดออกไปกับน้ำล้น เกิดจากการควบคุมตัวแปรการเดินระบบไม่เหมาะสม สลัดจ์มีอายุน้อยเกินไป

3) การตกตะกอนของสลัดจ์ที่มีอายุมากเกินไป สลัดจ์มีสีน้ำตาลดำ ตกตะกอนได้อย่างรวดเร็ว ตะกอนไม่รวมตัวกันเป็นฟล็อกแบบปกติ แต่มีขนาดเล็กขนาด 0.8 มม. และอัดตัวกันแน่น น้ำเหนือชั้นสลัดจ์ขุ่นและมีเม็ดตะกอนขนาดเล็ก (pin floc) แขวนลอยอยู่ แสดงว่าสลัดจ์มีอายุมากเกินไป และสลัดจ์อยู่ในระบบนานจนตายและถูกออกซิไซด์ (over-oxidized sludge) ความเข้มข้นของ MLSS สูง ค่า SV30 สูง (400 – 600 มล./ล.) ค่า F/M ต่ำ นอกจากนี้อาจเกิดจากอัตราการเติมออกซิเจนของเครื่องเติมอากาศไม่เหมาะสมทำให้ความเข้มข้นของในถังเติมอากาศ DO ต่ำ ในบางกรณีอาจพบปัญหา pin floc จากการเติมอากาศมากจนเกินไปทำให้เกิดความปั่นป่วนสูงมากจนฟล็อกแตกออก

รูปที่ 5-8 ลักษณะการตกตะกอนของสลัดจ์แบบต่าง ๆ ในการทดสอบ SV30 ทั้ง 6 รูปแบบ

ตารางที่ 5-11 ลักษณะการตกตะกอนของสลัดจ์แบบต่าง ๆ ในการทดสอบ SV30 และการแก้ไข

ระยะเวลาตกตะกอน 30 นาที	สิ่งที่เห็น	ผลสรุป	การแก้ไข
1)	สลัดจ์สีน้ำตาลอ่อน ตกตะกอนช้า น้ำขุ่น เกิดฟองสีขาวในถังเติมอากาศ	อายุสลัดจ์ต่ำ ค่า MLSS น้อย เป็นช่วง startup หรือมีน้ำเสียเข้าระบบมากเกินไป	สูบสลัดจ์กลับมากขึ้น ลดการสูบสลัดจ์ทิ้งเพื่อเพิ่มความเข้มข้นสลัดจ์
2)	สลัดจ์สีน้ำตาลเข้ม ตกตะกอนเร็ว น้ำใสมาก ปริมาตรสลัดจ์ 200-300 มล.	ระบบทำงานปกติ ปริมาณน้ำเสียตามค่าออกแบบ ค่า F/M และอายุสลัดจ์อยู่ในช่วงปกติ	สูบสลัดจ์กลับร้อยละ 50 ของปริมาณน้ำเสีย สูบสลัดจ์ทิ้งอย่างสม่ำเสมออาทิตย์ละครั้ง
3)	สลัดจ์สีน้ำตาลเข้มมาก ปริมาตรสลัดจ์ 400-600 มล.	ระบบทำงานปกติ มีสลัดจ์มากเกินไปในถังเติมอากาศ	สูบสลัดจ์ทิ้งมากขึ้น ค่อย ๆ สูบทิ้ง จนเหลือปริมาตรสลัดจ์ 200-300 มล.
4) 	สลัดจ์สีน้ำตาลเข้ม ตกตะกอนเร็ว ตั้งทิ้งไว้ 1-2 ชม. สลัดจ์ลอยขึ้นผิวน้ำ	เกิดดีไนตริฟิเคชัน อาจมีการสะสมของสลัดจ์ก้นถังเติมอากาศมาก	สูบสลัดจ์กลับมากขึ้น เพิ่มการเติมอากาศทำให้ค่า DO สูงขึ้น
5)	สลัดจ์สีน้ำตาลเข้ม ตกตะกอนช้า น้ำขุ่น ปริมาตรสลัดจ์ < 100 มล. ไม่มีฟองสีขาวในถัง	น้ำเสียเข้าระบบน้อยกว่าค่าที่ออกแบบไว้ ค่า F/M ต่ำ	สูบสลัดจ์กลับมากขึ้น ลดการสูบสลัดจ์ทิ้งเพื่อเพิ่มความเข้มข้นสลัดจ์
6)	สลัดจ์สีน้ำตาลอ่อน สลัดจ์อืด ไม่ตกตะกอน เบารวมตัวไม่แน่นปริมาตรสลัดจ์ > 800 มล.	เดินระบบที่ค่า DO ต่ำกว่า 2 มก./ล. การขาดธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัส	เติมอากาศทำให้ค่า DO สูงขึ้น อัตราส่วน BOD_5/N/P ของน้ำเสียควรอยู่ในช่วง 100/5/1

4) การตกตะกอนแบบปกติแต่มีสลัดจ์ลอยภายหลัง สลัดจ์ที่ตกตะกอนเหมือนระบบบำบัดน้ำเสียทำงานได้ตามปกติในเวลา 30 นาที แต่พบว่าชั้นสลัดจ์ลอยตัวขึ้นผิวน้ำหลังจากปล่อยทิ้งไว้ 1 ถึง 2 ชม. สังเกตพบฟองก๊าซขนาดเล็กติดอยู่ในชั้นสลัดจ์ และทำให้ชั้นสลัดจ์ลอยตัวขึ้นผิวน้ำ ลักษณะเช่นนี้เกิดจากปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชัน เนื่องจากในน้ำมีไนเตรทและออกซิเจนในกระบอกตวงทดสอบหมดลงจากปฏิกิริยาของแบคทีเรีย ในสภาวะนี้แบคทีเรียจะใช้ไนเตรทแทนออกซิเจนและผลิตก๊าซไนโตรเจน ทำให้เกิดฟองก๊าซเกิดขึ้น

5) การตกตะกอนของสลัดจ์ที่มีปริมาตรน้อย สลัดจ์ในถังเติมอากาศมีปริมาตรน้อย เดินระบบเอเอสเป็นเวลานานแต่ได้ปริมาตรสลัดจ์ SV30 ต่ำกว่า 100 มล/ล. (บางครั้งเรียกว่าเลี้ยงเชื้อไม่ขึ้น) น้ำขุ่น และไม่พบฟองสีขาวบนผิวน้ำในถังเติมอากาศ ในกรณีนี้แตกต่างจากการตกตะกอนของสลัดจ์ที่มีอายุน้อยในข้อ 2 การไม่พบฟองสีขาวบนผิวน้ำของถังเติมอากาศแสดงว่าระบบเอเอสไม่ได้อยู่ในช่วง startup ที่มีอายุสลัดจ์ต่ำ แต่เป็นกรณีที่ระบบเอเอสมีปริมาณน้ำเสียเข้าระบบน้อยเกินไป ควรตรวจสอบอัตราไหลของน้ำเสียที่เข้าระบบต่อวันและปริมาตรน้ำของถังเติมอากาศเพื่อคำนวณอัตราภาระบีโอดีต่อปริมาตรและระยะเวลาเก็บกักน้ำ ถ้าอัตราภาระบีโอดีต่อปริมาตรมีค่าต่ำกว่า 0.1 กก./ลบ.ม.-วัน หรือระยะเวลาเก็บกักน้ำมากกว่า 3 วัน จะทำให้ไม่สามารถเพิ่มปริมาตรสลัดจ์ในการทดสอบ SV30 เนื่องจากสารอินทรีย์ที่เข้าระบบต่อปริมาตรน้อยเกินไป

6) การตกตะกอนของสลัดจ์ที่ไม่จมตัว สลัดจ์อืด (bulking sludge) เกิดจากแบคทีเรียเส้นใยเจริญเติบโตจำนวนมากทำให้สลัดจ์ไม่จมตัว สีน้ำตาลอ่อน มีลักษณะเบาไม่รวมตัวแน่น อาจมีปริมาตรสลัดจ์สูงถึง 900 มล./ล. น้ำเหนือชั้นสลัดจ์ใส ความเข้มข้นของ MLSS ต่ำ สาเหตุหลักเกิดจากการเดินระบบที่ค่า DO ต่ำกว่า 2 มก./ล. และการขาดธาตุอาหาร เช่น ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ในน้ำเสียของโรงพยาบาลจะมีธาตุอาหารในอัตราส่วนที่เหมาะสม จึงเกิดปัญหาจากการควบคุมค่า DO เป็นหลัก แต่พบกรณีของสลัดจ์อืดน้อยมากในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล

5.2.5 การทดสอบการตกตะกอนของสลัดจ์ด้วยดัชนีปริมาตรสลัดจ์ (Sludge volume index, SVI)

ดัชนีปริมาตรสลัดจ์ได้จากการคำนวณ โดยนำปริมาตรสลัดจ์ที่ได้จากการทดสอบ SV30 แล้วหารด้วยความเข้มข้นของ MLSS ได้ตัวเลขที่ใช้เป็นดัชนีชี้วัดความสามารถในการตกตะกอนและอัดตัวของสลัดจ์ ซึ่งค่า SVI จะเป็นตัวชี้วัดที่ถูกต้องกว่า SV30 ในการประเมินประสิทธิภาพการตกตะกอนของสลัดจ์ ซึ่งแสดงถึงปริมาตรหลังตกตะกอนของสลัดจ์แห้ง 1 กรัม ค่า SVI สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$\text{SVI} = \frac{\text{SV30 (มล./ล.)}}{\text{MLSS (มก./ล.)}} \times 1000$$

ตัวอย่าง จงคำนวณหาดัชนีปริมาตรสลัดจ์ เมื่อนำน้ำจากถังเติมอากาศมาทดสอบจำนวน 1,000 มล. นำมาเทใส่กรวยอิมฮอฟฟ์ ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ได้ปริมาตรสลัดจ์ 300 มล. และความเข้มข้นของ MLSS เท่ากับ 3,000 มก./ล.

$$\text{ดัชนีปริมาตรสลัดจ์ SVI} = \frac{300}{3000} \times 1000 = 100 \text{ มล./ก.}$$

ถ้าค่า SVI ≤ 80 มล./ก. แสดงว่าสลัดจ์ตกตะกอนได้อย่างรวดเร็วและอัดตัวกันแน่น ซึ่งเป็นลักษณะการตกตะกอนของสลัดจ์ที่มีอายุมากหรือ over-oxidized sludge น้ำเหนือชั้นสลัดจ์ขุ่น ถ้าค่า SVI = 100 ถึง 200 มล./ก. แสดงว่าระบบเอเอสสามารถบำบัดน้ำเสียได้ดีและได้น้ำล้นถังตกตะกอนที่ใสส่วนใหญ่ ซึ่งสลัดจ์ที่มีค่า SVI อยู่ในช่วงนี้จะตกตะกอนอย่างช้า ๆ รวมตัวกับอนุภาคสลัดจ์เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เป็นชั้นสลัดจ์ที่มีลักษณะเหมือนกันแล้วตกตะกอน ลักษณะการตกตะกอนนี้จะเกิดขึ้นใน 5 นาทีแรกของการทดสอบ แต่ถ้า SVI ≥ 250 มล./ก. สลัดจ์จะตกตะกอนได้ช้าและไม่อัดตัวกันแน่น สลัดจ์มีลักษณะเบาเป็นปุย ความหนาแน่นต่ำ เกิดแบคทีเรียเส้นใยที่ทำให้เกิดสภาวะสลัดจ์อืด (bulking sludge)

แม้ว่าค่า SVI จะเป็นดัชนีแสดงลักษณะการตกตะกอนของสลัดจ์ที่ดีแต่ไม่เหมาะสมกับการนำมาใช้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล เนื่องจากโรงพยาบาลไม่มีห้องปฏิบัติสำหรับวิเคราะห์ความเข้มข้นของ MLSS

จากการตรวจเยี่ยมและให้คำแนะนำการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลหลายแห่งพบว่าผู้ควบคุมตั้งเป้าค่า SV30 ไว้ที่ 300 มล./ล. โดยไม่พิจารณาตัวแปรอื่น ๆ ประกอบ สมมติถ้าระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอเอสของโรงพยาบาลทำงานได้ตามปกติและได้น้ำล้นถังตกตะกอนที่ใส และค่า SVI เท่ากับ 100 เมื่อคำนวณย้อนกับเป็นความเข้มข้นของ MLSS ได้ดังต่อไปนี้

$$\text{MLSS (มก./ล.)} = \frac{(\textbf{SV30}\ \text{(มล./ล.)}}{(\textbf{SVI}\ \text{(มล./ล.)}} \times 1000 = \frac{300}{100} \times 1000 = 3{,}000\ \text{มก./ล.}$$

ความเข้มข้น MLSS ที่ 3000 มก./ล. จึงเป็นค่าปกติของระบบเอเอสของโรงพยาบาลที่มีอัตราภาระบีโอดีต่อปริมาตรถังเติมอากาศในช่วง 0.1 ถึง 0.4 กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน และค่า F/M อยู่ในช่วง 0.05 ถึง 0.4 ดังตารางที่ 2-5 แต่จากผลการเดินระบบเอเอสของโรงพยาบาลหลายแห่งพบว่าค่า SV30 ต่ำกว่า 300 มล./ล. เนื่องจากอัตราภาระบีโอดีต่อปริมาตรถังเติมอากาศและค่า F/M ต่ำกว่าค่าดังกล่าว

ค่า SV30 เพียงอย่างเดียวไม่สามารถบอกได้ถึงประสิทธิภาพการทำงานของระบบ เช่น ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลที่รองรับน้ำเสียได้ 90 ลบ.ม./วัน แต่มีน้ำเสียเข้าระบบเพียง 40 ลบ.ม./วัน และค่า BOD_5 ของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสียส่วนใหญ่มีค่าสูงสุดเท่ากับ 150 มก./ล. เมื่อนำมาคำนวณหาอัตราภาระบีโอดีต่อปริมาตรจะได้ดังต่อไปนี้

$$\text{อัตราภาระบีโอดีต่อปริมาตร} = \frac{40 \times 150}{90} \times \frac{1}{1000} = 0.06\ \text{กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน}$$

ค่าที่คำนวณได้มีค่าต่ำกว่าอัตราภาระบีโอดีต่อปริมาตรของระบบเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลา ซึ่งจะมีผลทำให้ความเข้มข้น MLSS มีค่าต่ำกว่า 3,000 มก./ล. ส่งผลทำให้ค่า SV30 < 300 มล./ล. ผู้ควบคุมควรทำความเข้าใจเรื่องดังกล่าวและใช้ค่า SV30 ที่น้อยกว่า 300 มล./ล. ในการควบคุมระบบแทน

5.2.6 การตรวจสอบค่า pH และ DO

ผู้ควบคุมจะต้องตรวจสอบค่า pH ของน้ำในถังเติมอากาศ ค่า pH ควรมีค่าอยู่ในช่วง 6.5 ถึง 8.5 และตรวจสอบค่า DO ในถังเติมอากาศและถังตกตะกอนอย่างน้อยวันละ 1 ครั้ง ควรตรวจสอบในช่วงที่มีปริมาณน้ำเสียเข้าระบบสูงสุด เช่น ช่วงก่อนเที่ยง ภายในถังเติมอากาศควรมีค่า DO ไม่น้อยกว่า 2 มก./ล. ทำการตรวจสอบ

ค่า DO ในตำแหน่งต่าง ๆ ของถัง และตามระดับความลึกเป็นครั้งคราวเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องเติมอากาศและทุกจุดควรมีค่า > 1 มก./ล. และน้ำล้นถังตกตะกอนควรมีค่า DO > 0.5 มก./ล.

5.3 การตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์

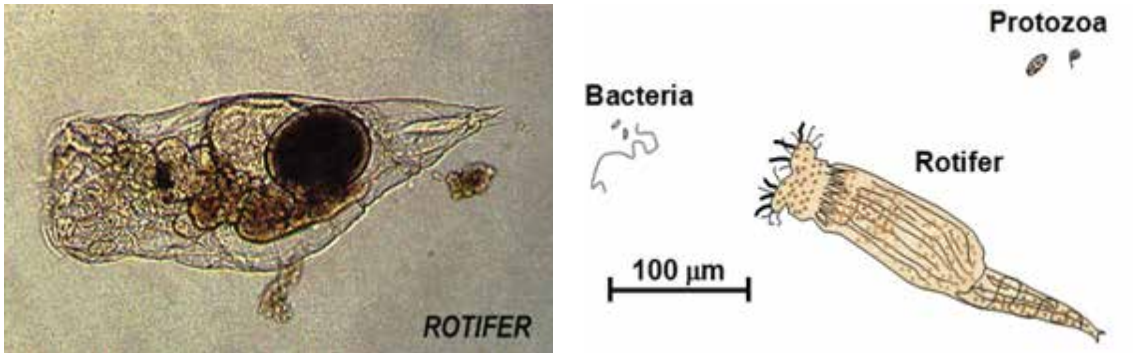
เนื่องจากจุลินทรีย์ที่พบในระบบเอเอสทั้งหมดมีรูปแบบที่แน่นอน จึงทำให้สามารถประเมินลักษณะการเดินระบบของระบบเอเอสประเภทต่าง ๆ ได้โดยการตรวจสอบด้านจุลชีววิทยาแบบรายวันด้วยกล้องจุลทรรศน์ จุลินทรีย์จะทำหน้าที่เหมือนกับเป็นตัวชี้วัดทางด้านชีวเคมี ทำให้ไม่จำเป็นต้องใช้การตรวจสอบทางเคมีที่ซับซ้อน โดยเฉพาะระบบที่มีขนาดเล็ก จุลินทรีย์ที่ตรวจพบได้ง่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์และพบเป็นจำนวนมากในระบบเอเอสคือโปรโตซัว โปรโตซัวเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวมีขนาดใหญ่กว่าแบคทีเรียหลายร้อยเท่า ในขณะที่แบคทีเรียมีขนาดเล็กเกินไปที่จะดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ปกติจะพบโปรโตซัว 4 ชนิดในระบบเอเอส ซึ่งแยกประเภทได้จากการเคลื่อนที่ของโปรโตซัวในน้ำเสีย ได้แก่ (1) Amoeba (2) Ciliates (free-swimming และ Stalked) (3) Flagellates และ (4) Suctoreans นอกจากนี้ยังพบ rotifers ซึ่งเป็นสัตว์หลายเซลล์และมีขนาดใหญ่กว่าโปรโตซัว

ฟล็อกที่เกิดขึ้นเป็นการรวมตัวกันของจุลินทรีย์จำนวนมาก มีขนาดและรูปร่างที่ไม่แน่นอน ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอเอสที่ดีนั้นสลัดจ์จะต้องตกตะกอนได้อย่างรวดเร็วและได้น้ำทิ้งที่ใส การตกตะกอนของฟล็อกที่ดีจะพบโปรโตซัวประเภท stalked ciliated จำนวนมากในฟล็อกเป็นส่วนใหญ่ บางส่วนเกิดจาก rotifer หรือ free-swimming ciliate

โปรโตซัวที่เคลื่อนที่ได้ประเภท free-swimming ciliates กินแบคทีเรียที่แขวนลอยในน้ำเป็นอาหาร และ stalked ciliates (รูปที่ 5-9) กินแบคทีเรียในฟล็อกเป็นอาหาร เมื่ออัตราภาระสารอินทรีย์ (F/M) เพิ่มขึ้นจะทำให้จำนวนแบคทีเรียที่แขวนลอยเพิ่มขึ้นและไปกระตุ้นการเจริญเติบโตของ free-swimming ciliates ทำให้มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ในสภาวะนี้แบคทีเรียเจริญเติบโตแบบกระจัดกระจายไม่รวมตัวกันเป็นฟล็อกที่ดีตกตะกอนไม่ดีและน้ำไม่ใส เมื่ออัตราภาระสารอินทรีย์ (F/M) ลดลงแบคทีเรียจะมีจำนวนลดลงทำให้ free – swimming ciliated ลดจำนวนลง และ Stalked ciliate จะเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก ถ้าพบสัดส่วนของ Stalked ciliate มากกว่าโปรโตซัวชนิดอื่นหรือไม่พบเลยแสดงว่าน้ำทิ้งของระบบเอเอสมีค่า BOD_5 ต่ำและระบบอยู่ในสภาพดี และจะพบ Rotifer เป็นจำนวนมากในระบบเอเอสประเภทที่มีการย่อยสลายสารอินทรีย์อย่างสมบูรณ์ (ค่า F/M ต่ำ) Rotifer (รูปที่ 5-10) สามารถใช้ของแข็งแขวนลอยที่เป็นส่วนที่แตกออกจากสลัดจ์เป็นอาหาร และเป็นตัวชี้วัดว่าของระบบอยู่ในสภาพที่มีสารอินทรีย์เหลืออยู่น้อยของระบบเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลา

(ก) (ข)

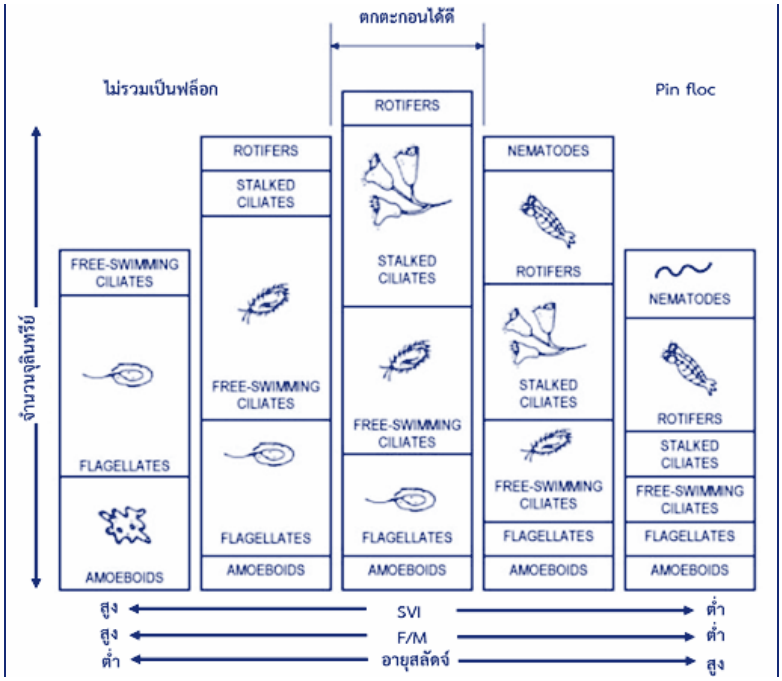
รูปที่ 5-9 โปรโตซัวที่พบในถังเติมอากาศของระบบเอเอส (ก) free-swimming ciliate (ข) stalked ciliated



(ก) (ข)

รูปที่ 5-10 โรติเฟอร์ที่พบในถังเติมอากาศของระบบเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลา (ก) โรติเฟอร์ (ข) ขนาดของโรติเฟอร์เมื่อเทียบกับโปรโตซัวและแบคทีเรีย

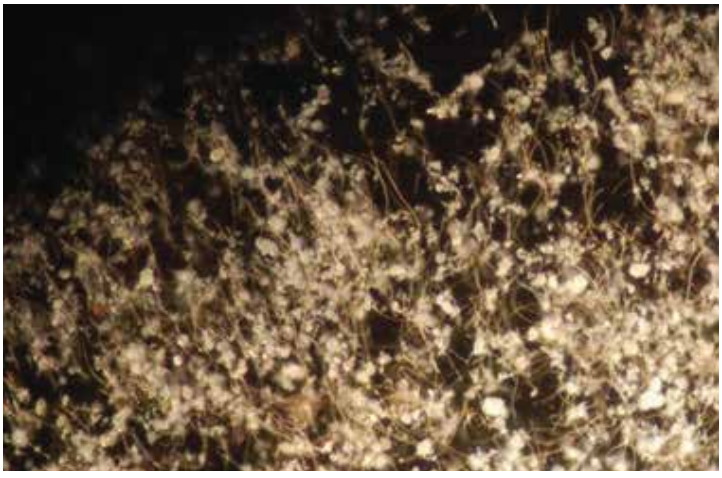
ด้วยความเข้าใจเกี่ยวชนิดของโปรโตซัวที่เจริญเติบโตในช่วงที่ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และในช่วงที่ประสบปัญหา ทำให้สามารถคาดการณ์ประสิทธิภาพของระบบได้จากการตรวจสอบจุลินทรีย์ของถังเติมอากาศด้วยกล้องจุลทรรศน์รายวัน รูปที่ 5-11 แสดงสัดส่วนของจุลินทรีย์แต่ละประเภทที่ใช้เป็นตัวชี้วัดคุณลักษณะของสลัดจ์ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอเอส สัดส่วนของจำนวนจุลินทรีย์แต่ละชนิดจะแปรผันตามอายุของสลัดจ์และค่าอัตราภาระสารอินทรีย์ (F/M) สลัดจ์ที่ตกตะกอนได้ดีจะมีสัดส่วนของโปรโตซัวชนิด stalked ciliates มากที่สุด รองลงไปคือ free-swimming ciliates ส่วนสลัดจ์ที่มีสัดส่วนของโรติเฟอร์ โปรโตซัว stalked ciliates และ free-swimming ในสัดส่วนที่เท่า ๆ กันจะตกตะกอนได้ดีเช่นกันแต่มีอายุสลัดจ์สูงกว่า ในกรณีของ pin floc จะพบโรติเฟอร์ในสัดส่วนสูงที่สุด และพบโปรโตซัวในสัดส่วนที่น้อยกว่า



รูปที่ 5-11 แสดงสัดส่วนของจุลินทรีย์แต่ละประเภทที่ใช้เป็นตัวชี้วัดคุณลักษณะของสลัดจ์ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอเอส

สาเหตุหนึ่งของการตกตะกอนที่ไม่ดีของสลัดจ์เกิดขึ้นจากการสูญเสียโปรโตซัวอย่างกะทันหันในระบบเอเอส ซึ่งอาจเกิดจากสภาพไร้อากาศภายในถังเติมอากาศ โดยเฉพาะในบริเวณที่การผสมหรือการเติมอากาศไปไม่ถึง ซึ่งการขาดออกซิเจนจะฆ่าโปรโตซัวที่มีในถังเติมอากาศ ดังนั้นในทุกตำแหน่งของถังเติมอากาศตลอดความลึกจะต้องมี DO ≥ 0.5 มก./ล. จึงแนะนำให้ความคุมน้ำที่ล้นออกจากถังเติมอากาศให้มีค่า DO ≥ 2 มก./ล. เพื่อให้มั่นใจว่าจะไม่เกิดสภาพไร้อากาศในถังเติมอากาศ นอกจากนี้การสูญเสียโปรโตซัวอาจเกิดจากสารพิษที่เพิ่มขึ้นอย่างกะทันหันในน้ำเสียจนมีความเข้มข้นสูงและฆ่าโปรโตซัว เช่น คลอรีน

การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เส้นใย (filamentous bacteria) สามารถสังเกตได้ง่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์ ดังแสดงในรูปที่ 5-12 จุลินทรีย์เส้นใยจะทำให้ฟล็อกของระบบเอเอสไม่อัดตัวกันแน่น สาเหตุที่มีจุลินทรีย์เส้นใยเจริญเติบโตเป็นจำนวนมากเกิดจากการขาดแคลนไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ค่า pH ต่ำและค่า DO ต่ำ ตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียเส้นใยมากที่สุดคือค่า DO ที่ต่ำเกินไป พบว่าแบคทีเรียเส้นใยสามารถเจริญเติบโตแข่งขันกับแบคทีเรียที่สร้างฟล็อกได้ที่ค่า DO ระหว่าง 0 – 0.5 มก./ล. ซึ่งแบคทีเรียปกติจะเริ่มเข้าสู่กระบวนการเมตาบอลิซึมแบบแอนแอโรบิก แต่แบคทีเรียเส้นใยยังคงใช้เมตาบอลิซึมแบบแอโรบิกได้ จึงเจริญเติบโตได้ดีกว่าในสภาวะดังกล่าว



รูปที่ 5-12 แบคทีเรียเส้นใยที่พบเมื่อเกิดปัญหาสลัดจ์อืด

ดังนั้นการตรวจสอบ MLSS ด้วยกล้องจุลทรรศน์เป็นประจำทุกวันจะช่วยให้ผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียทราบถึงประสิทธิภาพการบำบัดได้อย่างรวดเร็วหรือรู้ถึงการเปลี่ยนแปลงที่กำลังจะเกิดขึ้น โดยเฉพาะการเกิดปัญหาสลัดจ์อืด (bulking sludge) ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาได้ก่อนที่จะเกิดปัญหาร้ายแรง ผู้ควบคุมจะต้องรู้จักชนิดของจุลินทรีย์ที่พบเมื่อระบบอยู่ในสภาวะที่ดีและชนิดของจุลินทรีย์ที่พบเมื่อระบบอยู่ในสภาวะไม่ดี และจะต้องรู้ถึงการเปลี่ยนแปลงของชนิดจุลินทรีย์

บทที่ 6
การจดบันทึกและการรายงานผลการควบคุมระบบ

น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจะต้องได้คุณภาพตามมาตรฐานน้ำทิ้งของทางราชการที่กำหนดไว้ ผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียจะต้องเฝ้าระวังและติดตามคุณภาพของน้ำทิ้ง และควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียให้อยู่ในสภาวะที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ การจดบันทึกและการรายงานผลการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลมีความสำคัญต่อผู้รับผิดชอบในโรงพยาบาลและหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง ผู้ควบคุมจะต้องใช้ข้อมูลที่บันทึกไว้ในการควบคุม ปรับปรุงและแก้ไขระบบบำบัดน้ำเสีย บันทึกเหล่านี้เป็นข้อมูลที่มีประโยชน์สำหรับฝ่ายบริหารในการของบประมาณปรับปรุงหรือขยายระบบเมื่ออัตราภาระสารอินทรีย์ในอนาคตจะมีค่าสูงเกินกว่าที่ระบบบำบัดน้ำเสียจะรองรับได้

บันทึกที่ควรเก็บรักษาไว้ที่ระบบบำบัดน้ำเสียอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ (1) บันทึกทางกายภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย เช่น แบบแปลน รายการเครื่องมือและอุปกรณ์ เป็นต้น และ (2) บันทึกการดำเนินงานของระบบ

6.1 บันทึกทางกายภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย

โรงบำบัดน้ำเสียควรมีบันทึกทางกายภาพของระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานได้ใช้ ได้แก่ คู่มือการดำเนินงานและบำรุงรักษา รวมทั้งข้อมูลที่ใช้ออกแบบ แบบแปลน รูปตัดของบ่อหรือถัง ประวัติการใช้งานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ เป็นต้น

6.1.1 คู่มือการดำเนินงานและบำรุงรักษา

คู่มือการดำเนินงานและบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสียจะต้องส่งมอบให้กับโรงพยาบาลหลังจากการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแล้วเสร็จ คู่มือนี้จะเป็นประโยชน์มากับผู้ควบคุมระบบ เนื้อหาในคู่มือควรประกอบด้วย (1) คำอธิบายกระบวนการบำบัดน้ำเสียและคุณภาพน้ำทิ้งที่ต้องการ (2) สำเนามาตรฐานน้ำทิ้งของทางราชการและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง (3) การดำเนินงานและการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย (4) การดำเนินและควบคุมระบบบำบัดสลัดจ์ (5) จำนวนและคุณสมบัติของบุคลากร (6) การวัดค่าพารามิเตอร์ควบคุมและการทดสอบที่ห้องปฏิบัติการเคมี (7) ตารางสำหรับการบันทึกข้อมูล (8) ความปลอดภัยในการทำงาน (9) การบำรุงรักษา (10) การปฏิบัติในกรณีที่มีเหตุฉุกเฉิน (11) สาธารณูปโภคต่าง ๆ และ (12) ระบบควบคุมไฟฟ้า

6.1.2 บันทึกอื่น ๆ ทางกายภาพของระบบ

นอกเหนือจากคู่มือการดำเนินงานและบำรุงรักษาแล้ว บันทึกข้อมูลที่ควรเก็บรักษาไว้ที่โรงบำบัดน้ำเสียหรือห้องควบคุมการบำบัดน้ำเสียได้แก่ (1) รายการคำนวณของวิศวกร ที่ต้องแสดงพารามิเตอร์

ที่ใช้ออกแบบและพื้นฐานการคำนวณออกแบบ (2) แบบก่อสร้างจริง (As-build drawing) และข้อกำหนด (Specification) ของเครื่องจักรและอุปกรณ์ (3) แบบรายละเอียดของเครื่องจักรและอุปกรณ์จากผู้ผลิต รวมทั้งคำแนะนำในการดำเนินงานและบำรุงรักษา (4) ระดับผิวน้ำของหน่วยบำบัด (Hydraulic profile) ที่แสดงระดับน้ำในถังหรือบ่อต่าง ๆ ในโรงบำบัดน้ำเสียและจุดอ้างอิง (5) รายการเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ต้องแสดงผู้ผลิต จำนวน อัตราความจุ วันที่ซื้อและติดตั้ง และในกรณีที่การก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียใหม่และรวมระบบท่อรวบรวมน้ำเสียด้วย จะต้องมีบันทึกเพิ่มเติม (6) แผนที่แสดงความสูงต่ำของพื้นที่ (7) แบบแสดงพื้นที่ทั้งหมดของอาคารต่าง ๆ ในโรงพยาบาลและแนวท่อรวมทั้งบ่อตรวจ (8) รูปตัดแสดงการวางท่อทั้งหมดตามระดับความสูงของพื้นดิน รวมทั้งแสดงขนาดท่อและความชันของการวางท่อ (9) รูปตัดบ่อตรวจทุกแบบที่ใช้ และ (10) บ่อสูบน้ำเสีย (ถ้ามี) แบบก่อสร้างทั้งหมดต้องเป็นแบบก่อสร้างจริง

6.2 การบันทึกข้อมูลการดำเนินงาน

ระบบบำบัดน้ำเสียทุกแห่งจะต้องมีการบันทึกข้อมูลการดำเนินงาน และไม่ควรเก็บบันทึกไว้เฉย ๆ ผู้ควบคุมควรสามารถบอกถึงความถูกต้องของข้อมูล นำข้อมูลมาคำนวณและรายงานผลการดำเนินงานที่เป็นประโยชน์

6.2.1 บันทึกข้อมูลการดำเนินงานประจำวัน

การบันทึกประจำวันปกติจะใช้ตารางบันทึกข้อมูลหลายชนิด ทั้งบันทึกข้อมูลของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลประจำวัน เช่น (1) สภาพการใช้งานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ ตรวจการสั่นสะเทือน สภาพการหมุนของแกนเพลาและความร้อน เป็นต้น (2) การใช้พลังงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งพลังงานทั้งหมด และชั่งโมงการทำงานของเครื่องสูบน้ำและเครื่องเติมอากาศ เพื่อนำมาใช้สำหรับคำนวณอัตราการไหลต่อวันและพลังงานที่ใช้ (3) ปริมาณสารเคมีที่ใช้สำหรับฆ่าเชื้อโรค และบันทึกข้อมูลการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย เช่น ค่า pH สีและฟองของสลัดจ์ ค่า DO และ SV30 เป็นต้น เป็นต้น

6.2.2 บันทึกข้อมูลการดำเนินงานประจำเดือนหรือทุก ๆ 3 เดือน

ในบันทึกการบำบัดน้ำเสียประจำเดือนควรประกอบด้วยผลสรุปของข้อมูลประจำวันตลอดทั้งเดือน นำข้อมูลมาทำการประเมินและวิเคราะห์ปัญหาของการเดินระบบ นำข้อมูลผลการวิเคราะห์ทางเคมีที่ทางโรงพยาบาลส่งตรวจทุก 3 เดือนมาร่วมพิจารณาตรวจสอบประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสีย แล้วจัดทำเป็นรายงานทุก ๆ 3 เดือน

6.3 สาระสำคัญของรายงานควรประกอบ

1) ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ ลักษณะทั่วไปของน้ำเสีย สภาพภูมิอากาศ อัตราการใช้สารเคมี พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย

2) รายงานผลการบำบัดน้ำเสีย ควรประกอบด้วย ดังนี้

(1) พารามิเตอร์ที่ต้องรายงานในน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด เช่น บีโอดี ซีโอดี ตะกอนหนัก ของแข็งแขวนลอย TKN ความเป็นกรด-ด่าง ซัลไฟด์ โคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

(2) ระดับออกซิเจนละลายน้ำในถังเติมอากาศ

(3) ค่า SV30 ของสลัดจ์ในถังเติมอากาศ

(4) อัตราการทิ้งสลัดจ์ส่วนเกิน

6.4 ตัวอย่างแบบรายงานหรือแนวทางการบันทึกข้อมูล

ตัวอย่างแบบรายงานหรือแนวทางการบันทึกข้อมูลระบบบำบัดน้ำเสีย รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 6-1 ถึงตารางที่ 6-3

ตารางที่ 6-1 ตัวอย่างแบบฟอร์ม บันทึกประจำวันของเวลาสูบน้ำและอัตราการไหลของน้ำเสีย

โรงพยาบาล..... ประจำเดือน.....

วันที่	มาตรา#1		มาตรา#2		ผลต่างเวลา (ชม.)	ปริมาณน้ำเสียต่อวัน		
	อ่านได้	ผลต่าง	อ่านได้	ผลต่าง		เครื่องสูบ #1	เครื่องสูบ #2	รวม
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
เฉลี่ย								

หมายเหตุ : การคำนวณอัตราการไหลของน้ำเสีย สามารถคำนวณได้จาก

(อัตราการไหลน้ำเสีย (Q) = เวลาการทำงาน(T) X อัตราสูบของเครื่องสูบ(C)

เช่น โรงพยาบาล มีเวลาการทำงานของปั๊ม 2.3 ชม./วัน จากการทดสอบเครื่องสูบน้ำมีอัตราสูบ 0.6 ลบ.ม./นาที จะได้

Q = 2.3 ชั่วโมง/วัน X 0.6 ลบ.ม./นาที X 60 นาที/ชม. = 82.8 ลบ.ม./วัน

ตารางที่ 6-2 ตัวอย่างแบบฟอร์มบันทึกประจำวันการตรวจวัดคุณภาพน้ำ

โรงพยาบาล..... ประจำเดือน.....

วันที่	อัตราการไหลของน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	ถังเติมอากาศ			ถังตกตะกอน		สลัดจ์ที่ระบายทิ้ง (ลบ.ม.)	ปริมาณคลอรีน 10% ที่ใช้ (ลิตร)
		สี	SV_{30}	pH	น้ำใสหรือไม่	ตะกอนลอยหรือไม่		
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
เฉลี่ย								

ตารางที่ 6-3 ตัวอย่างแบบฟอร์มบันทึกประจำวันในการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย

สถิติและข้อมูลที่เก็บจากแหล่งกำเนิดมลพิษ (ระบบบำบัดน้ำเสีย)															
วัน/เดือน/ปี	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของระบบบำบัดน้ำเสีย (หน่วย)	ปริมาณน้ำใช้ในทุกกิจกรรมของแหล่งกำเนิดมลพิษ (ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำเสียที่เข้าระบบบำบัดน้ำเสีย (ลบ.ม.)	การระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสีย (ระบาย/ไม่ระบาย)	ปริมาณสารเคมีหรือสารสกัดชีวภาพที่ใช้ (ชื่อ/ปริมาณ) (ลิตรหรือกิโลกรัม)	การทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย							ปริมาณตะกอนส่วนเกินที่เกิดขึ้นจากระบบบำบัดน้ำเสียที่นำไปกำจัด (ลบ.ม.)	ปัญหา อุปสรรคและแนวทางแก้ไข	ลายมือชื่อผู้บันทึก
						ระบบบำบัดน้ำเสีย (ผิดปกติ)	เครื่องสูบน้ำ (ปกติ/ผิดปกติ)	เครื่องเติมอากาศ (ปกติ/ผิดปกติ)	เครื่องสูบสลัดจ์กลับ (ปกติ/ผิดปกติ)	เครื่องกวน/ผสมสารเคมี (ปกติ/ผิดปกติ)	เครื่องสูบตะกอน (ปกติ/ผิดปกติ)	อื่น ๆ (ระบุ) (ปกติ/ผิดปกติ)			

6.5 การรายงานสรุปผลการทำงานระบบบำบัดน้ำเสียให้กับเจ้าพนักงานท้องถิ่น

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้ออกกฎกระทรวง เรื่อง การกำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และแบบเก็บสถิติและข้อมูล การจัดทำบันทึกรายละเอียด และรายงานสรุปผลการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย พ.ศ.2555 โดยกำหนดให้เจ้าของหรือผู้ครอบครองแหล่งกำเนิดมลพิษจัดเก็บสถิติ ข้อมูล และรายงาน ผลการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียของตนเอง โรงพยาบาลที่เข้าข่าย ได้แก่ โรงพยาบาลขนาด 30 เตียงขึ้นไปจะต้องเก็บสถิติและข้อมูลซึ่งแสดงผลการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียในแต่ละวัน เช่น ปริมาณการใช้ไฟ ปริมาณการใช้น้ำ ปริมาณน้ำเสียเข้าและออกจากระบบ การทำงานของเครื่องจักรกล เช่น เครื่องสูบน้ำต่าง ๆ ทำงานกี่ชั่วโมง และจัดทำบันทึกรายละเอียดดังกล่าวตามแบบ ทส.1 โดยต้องเก็บข้อมูลไว้ในโรงพยาบาลอย่างน้อย 2 ปีนับแต่วันที่มีการจัดเก็บสถิติและข้อมูลนั้น และจะต้องจัดทำรายงานสรุปผลการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียในแต่ละเดือนตามแบบ ทส.2 และเสนอรายงานดังกล่าวต่อเจ้าพนักงานท้องถิ่นภายในวันที่ 15 ของเดือนถัดไป โดยให้ยื่นต่อเจ้าพนักงานท้องถิ่นแห่งท้องที่ที่โรงพยาบาลนั้นตั้งอยู่หรือส่งทางไปรษณีย์ตอบรับหรือรายงานด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ตามที่อธิบดีกรมควบคุมมลพิษประกาศกำหนด

บทที่ 7

ปัญหาต่าง ๆ และวิธีการแก้ไขระบบ

7.1 ปัญหาของระบบท่อรวบรวมน้ำเสียและแนวทางแก้ไข

ปัญหาที่ 1 : ท่อแตกหักชำรุด

โรงพยาบาลชุมชนหลายแห่งก่อสร้างมานานกว่า 20 ปี บางแห่งมากกว่า 30 ปี ระบบท่อรวบรวมน้ำเสียที่ใช้ในปัจจุบันก่อสร้างมาพร้อมกับโรงพยาบาล วัสดุที่ใช้ทำท่อในอดีตอาจไม่แข็งแรงเพียงพอสำหรับการใช้งานในระยะยาวขนาดนี้ อีกทั้งโรงพยาบาลหลายแห่งมีการทรุดตัวของดิน และมีการก่อสร้างอาคารเพิ่มเติม จึงทำให้ท่อรวบรวมน้ำเสียเกิดความเสียหาย ท่อชำรุดทำให้น้ำเสียไหลออกจากท่อรวบรวม และมีน้ำฝนไหลเข้าท่อรวบรวมในช่วงฝนตกหนัก เมื่อเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวผู้ควบคุมจะต้องหาจุดที่น้ำฝนไหลเข้า อาจทำโดยการเปิดฝาท่อเป็นช่วงของแต่ละแนวท่อ ตรวจสอบการไหลของน้ำภายในท่อในช่วงฝนตก ถ้ามีน้ำไหลในปริมาณมากและเป็นน้ำใสสะอาดแสดงว่ามีน้ำฝนไหลเข้าให้รีบหาจุดที่น้ำฝนเข้าและหาทางแก้ไข สาเหตุและแนวทางแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-1

ตารางที่ 7-1 สาเหตุและการแก้ไขปัญหาท่อแตกหักชำรุด

สาเหตุ	การแก้ไข
วัสดุทำท่อไม่มีความทนทาน ท่อเก่ามีอายุการใช้งานนานมาก ดินทรุดตัวทำให้ท่อแตกหัก	เปลี่ยนท่อใหม่ที่ใช้วัสดุทนทาน และบำรุงรักษาระบบท่อน้ำเสียและท่อน้ำฝนอย่างสม่ำเสมอ ยกตัวอย่างเช่น จัดให้มีการตรวจสอบระบบท่อและล้างท่อเป็นประจำทุกๆ 1 ปี

ปัญหาที่ 2 : ไม่มีข้อมูลระบบท่อน้ำเสียและระบบท่อน้ำฝน

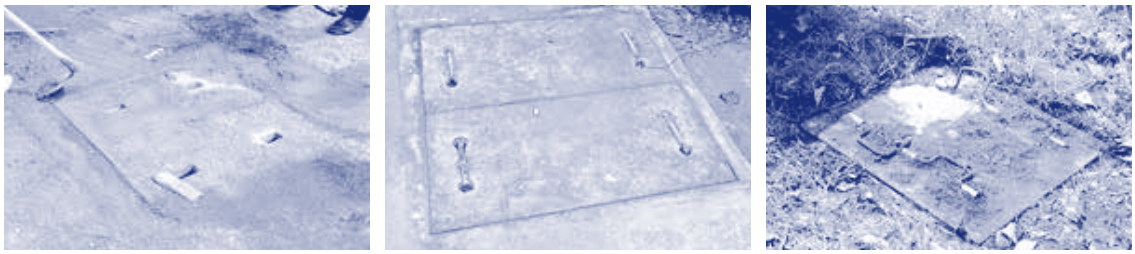
จากการลงพื้นที่สำรวจระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลในช่วงปีพ.ศ. 2562 – 2563 พบว่าโรงพยาบาลหลายแห่งไม่มีรายละเอียดของระบบท่อรวบรวมน้ำเสียและระบบระบายน้ำฝน ไม่มีแบบแสดงแนวก่อสร้างระบบท่อรวบรวมน้ำเสียและท่อระบายน้ำฝน สาเหตุและแนวทางแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-2

ตารางที่ 7-2 สาเหตุและแนวทางแก้ไขไม่มีข้อมูลระบบท่อรวบรวมน้ำเสียและท่อระบายน้ำฝน

สาเหตุ	การแก้ไข
ไม่มีการเก็บแบบรายละเอียดระบบท่อรวบรวมน้ำเสียและแบบท่อระบายน้ำฝนตั้งแต่ก่อสร้างแล้วเสร็จ หรือมีการเปลี่ยนแปลงผู้รับผิดชอบ ไม่รู้สถานที่จัดเก็บ	สำรวจระบบท่อน้ำเสียและน้ำฝน ข้อมูลที่ต้องการได้แก่ ขนาดท่อ วัสดุและสภาพท่อ ระดับท้องท่อ ทิศทางการไหลของน้ำและบ่อตรวจ จัดทำแบบระบบท่อรวบรวมน้ำเสียที่ถูกต้อง และจัดเก็บแบบดังกล่าวในรูปแบบเอกสารและอิเล็กทรอนิกส์ไฟล์

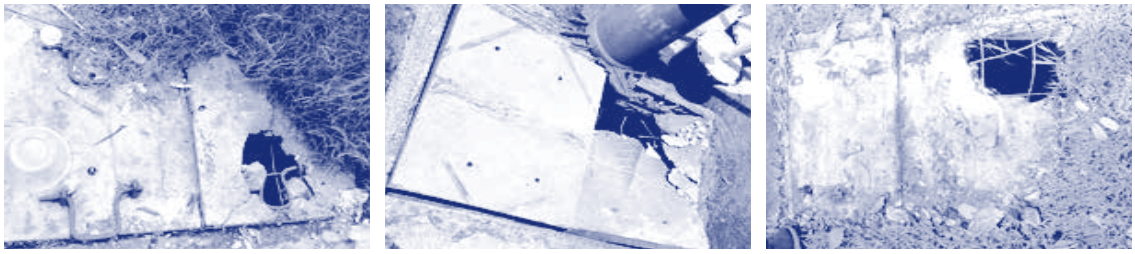
ปัญหาที่ 3 : มีน้ำฝนไหลเข้าบ่อตรวจของระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย

มีน้ำฝนไหลเข้าบ่อตรวจในโรงพยาบาลหลายแห่ง เนื่องจาก น้ำฝนท่วมฝาบ่อตรวจที่อยู่ระดับเดียวกับถนน (รูปที่ 7-1) บ่อตรวจชำรุดแตกเสียหาย (รูปที่ 7-2) ฝาบ่อตรวจแตกหัก (รูปที่ 7-3) ผนังบ่อตรวจแตกชำรุด ทั้งจากการก่อสร้างและจากการเชื่อมท่อทำให้น้ำใต้ดินซึมเข้าบ่อตรวจ (รูปที่ 7-4) และตรวจสอบบ่อตรวจทั้งภายในและภายนอก สาเหตุและแนวทางแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-3



รูปที่ 7-1 ฝาบ่อตรวจอยู่ระดับเดียวกับพื้นถนน

รูปที่ 7-2 บ่อตรวจแตกชำรุดจาก (ก) รากของต้นไม้ (ข) และ (ค) ถูกเจาะเพื่อระบายน้ำล้างถังขยะ



รูปที่ 7-3 ฝาบ่อตรวจแตกหักเสียหาย

รูปที่ 7-4 ผนังบ่อตรวจแตกชำรุดจากการก่อสร้างและการเชื่อมท่อน้ำเสียเข้าบ่อตรวจ

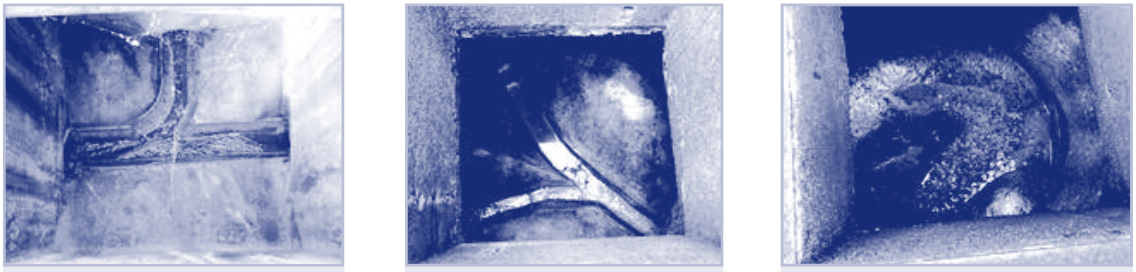
ตารางที่ 7-3 สาเหตุและแนวทางแก้ไขน้ำฝนไหลเข้าบ่อตรวจ

สาเหตุ	การแก้ไข
(1) ฝาบ่อตรวจอยู่ระดับต่ำเท่าพื้นถนน และอยู่ในแนวทางระบายน้ำฝน น้ำฝนไหลเข้าท่อได้ง่าย	(1) หาทางยกขอบฝาท่อรวบรวมน้ำเสียให้สูงกว่าพื้นถนน หรือป้องกันน้ำฝนไหลเข้าท่อ (รูปที่ 7-5)
(2) การระบายน้ำฝนออกจากบางพื้นที่ไม่ดี ทำให้น้ำฝนไหลเข้าท่อรวบรวมบริเวณฝาบ่อตรวจ	(2) แก้ไขการระบายน้ำ และแก้ไขฝาบ่อตรวจ ยกขอบฝาท่อ
(3) บ่อตรวจแตกหักเสียหายจากรากต้นไม้หรือถูกเจาะเพื่อระบายน้ำในบางพื้นที่	(3) ซ่อมบ่อตรวจที่แตกหัก และอุดรูรั่วที่ถูกเจาะ
(4) ฝาบ่อตรวจแตกหัก	(4) เปลี่ยนฝาบ่อตรวจที่แตกหัก
(5) บ่อตรวจมีรอยแตก หรือมีการเชื่อมท่อเข้าบ่อตรวจแล้วปิดงานไม่เรียบร้อย พื้นดินรอบบ่อตรวจเป็นหลุมทำให้มีน้ำฝนขังเข้าตามรอยแตก ทำให้น้ำฝนไหลเข้าปริมาณมาก	(5) ซ่อมแซมรอยแตกของบ่อสูบ ปรับพื้นดินรอบ ๆ ให้เรียบสูงกว่าพื้นที่เดิม

รูปที่ 7-5 ขอบบ่อตรวจยกระดับสูงกว่าพื้นถนน

ปัญหาที่ 4 : ท่อน้ำเสียเกิดการอุดตัน น้ำเสียไหลไม่สะดวก ค้างในท่อ และเกิดกลิ่นเหม็น

ท่ออาจเกิดการอุดตันจากเศษวัสดุก่อสร้าง เช่น ดินและทราย หรือเกิดจากขยะที่ทิ้งลงในท่อ (รูปที่ 7-6 และ 7-7) และเกิดการเน่าเสียส่งกลิ่นเหม็น เนื่องจากมีสิ่งขัดขวางการไหลของน้ำเสียในท่อ ทำให้น้ำเสียไหลไม่สะดวกและส่งผลให้เกิดการอุดตันภายหลัง สิ่งกีดขวางที่พบได้แก่ เศษวัสดุที่หลงเหลือจากการก่อสร้าง (รูปที่ 7-8 ก และ ข) และขยะที่ผู้ใช้บริการทิ้งลงท่อ (รูปที่ 7-8 ค) การตรวจสอบทำได้โดยการเปิดฝาบ่อตรวจและสังเกตการไหลของน้ำเสีย สาเหตุและแนวทางแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-4

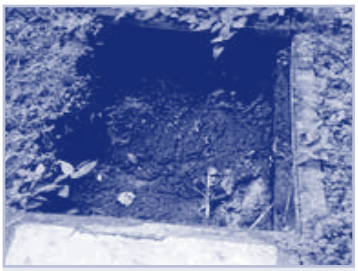


(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 7-6 น้ำเสียไหลในท่อรวบรวม (ก) น้ำเสียไหลแบบปกติ (ข) น้ำเสียจากท่อด้านบนไหลช้าจากการมีตะกอนสะสม (ค) ตะกอนสะสมในท่อ น้ำเสียไหลได้ช้าและเกิดการสะสมของตะกอนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

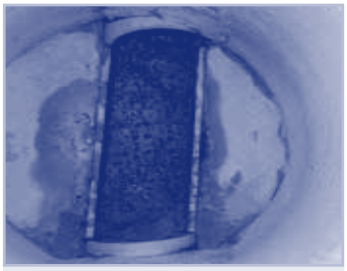
(ก)

(ข)

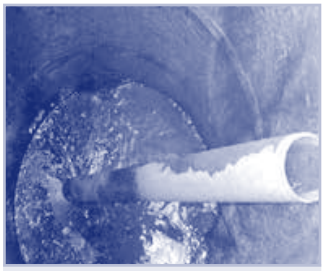


(ค)

รูปที่ 7-7 ลักษณะท่ออุดตัน (ก) และ (ข) น้ำเสียล้นฝาบ่อตรวจ (ค) ตะกอนสะสมในบ่อตรวจ



(ก)



(ข)

(ค)

รูปที่ 7-8 ท่ออุดตันจาก (ก) ทราย และ (ข) ท่อพีวีซีหลังจากการก่อสร้าง (ค) ท่ออุดตันจากขยะ

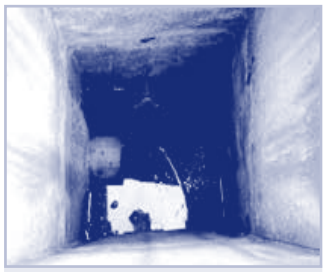
ตารางที่ 7-4 สาเหตุและแนวทางแก้ไขท่ออุดตัน น้ำเสียไหลไม่สะดวก ค้างในท่อ และเกิดมีกลิ่นเหม็น

สาเหตุ	การแก้ไข
(1) ท่ออุดตันจากเศษวัสดุก่อสร้าง	(1) ให้ผู้รับเหมาทำความสะอาดท่อก่อนตรวจรับงาน
(2) มีขยะเข้าท่อรวบรวมน้ำเสีย ท่ออุดตัน	(2) ป้องกันขยะเข้าท่อตั้งแต่ต้นทาง
(3) แนวท่อรวบรวมน้ำเสียเปลี่ยนไปจากเดิม จากการทุบอาคารเก่าและสร้างอาคารใหม่	(3) ตรวจสอบแนวท่อรวมรวมน้ำเสีย หาทางแก้ไขก่อนสร้างอาคารใหม่
(4) สร้างอาคารใหม่คล่อมแนวท่อรวบรวมน้ำเสียเดิมทำให้ไม่สามารถตรวจสอบหรือล้างท่อได้	(4) ทำ master plan การใช้ที่ดิน กำหนดแนวทางหลัก แนวท่อรอง และก่อสร้างท่อรวบรวมใหม่

ปัญหาที่ 5 : น้ำเสียไหลในท่อไม่สะดวกและมีตะกอนสะสม เนื่องจากก่อสร้างระบบท่อรวบรวมไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ

การก่อสร้างท่อรวบรวมน้ำเสียและบ่อตรวจที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการจะทำให้น้ำเสียไหลไม่สะดวกและมีตะกอนสะสมอยู่ในท่อ เนื่องจากการก่อสร้างที่ไม่ถูกต้อง ได้แก่ รางน้ำก้นบ่อตรวจรูปตัว U มีสิ่งกีดขวางการไหลของน้ำเสีย (รูปที่ 7-9 ก) ระดับท้องท่อเชื่อมเข้าและท่อออกของบ่อตรวจอยู่สูงกว่าระดับพื้นหลุมทำให้มีน้ำขังในบ่อตรวจตลอดเวลา มีตะกอนสะสมในบ่อและเกิดกลิ่นเหม็น (รูปที่ 7-9 ข) และใช้ท่อรวบรวมน้ำเสียที่มีขนาดเล็กกว่า 6 นิ้ว ความลาดเอียงของท่อไม่ได้ตามเกณฑ์ออกแบบ บ่อตรวจผิดแบบใช้เป็นวงซีเมนต์ ทำให้น้ำเสียไหลไม่สะดวก ท่อเกิดการอุดตัน และล้างท่อได้ยาก (รูปที่ 7-9 ค) สาเหตุและแนวทางแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-5

(ก)



(ข)

(ค)

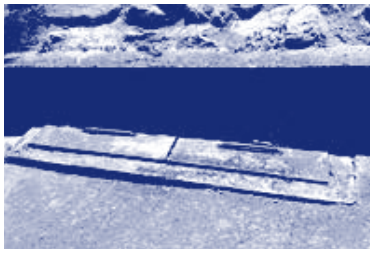
รูปที่ 7-9 ท่อรวบรวมน้ำเสียก่อสร้างไม่ถูกต้อง (ก) รางน้ำก้นบ่อตรวจมีสิ่งกีดขวาง (ข) ระดับท้องท่อเข้าและออกจากบ่อตรวจอยู่สูงกว่าพื้นก้นบ่อตรวจ (ค) ใช้ท่อที่มีขนาดเล็กเกินไป สร้างบ่อตรวจไม่ถูกต้อง และความลาดเอียงของท่อไม่ถูกต้องตามเกณฑ์ออกแบบ

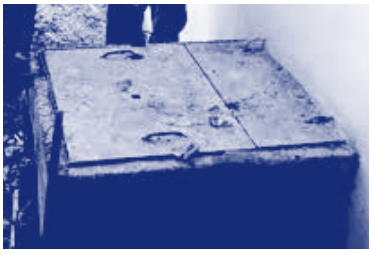
ตารางที่ 7-5 สาเหตุและแนวทางแก้ไขการก่อสร้างระบบท่อรวบรวมที่ไม่ถูกตามหลักวิชาการ

สาเหตุ	การแก้ไข
(1) รางน้ำก้นบ่อมีสิ่งกีดขวางการไหล	(1) พิจารณาแก้ไขเอาสิ่งกีดขวางออก
(2) ระดับท้องท่อเชื่อมเข้าและออกจากบ่อตรวจอยู่สูงกว่าพื้นหลุมบ่อตรวจ ทำให้น้ำเสียขังภายในและมีตะกอนสะสมในบ่อตรวจ	(2) ตรวจสอบบ่อตรวจอย่างสม่ำเสมอ อาจพิจารณาดูดตะกอนออกเป็นครั้งคราว เพื่อให้น้ำเสียไหลได้สะดวก และล้างท่ออย่างสม่ำเสมอ
(3) ท่อขนาดเล็กเกินไป ความลาดชันของท่อรวบรวมน้ำเสียไม่ถูกต้อง และก่อสร้างบ่อตรวจผิดแบบ	(3) ก่อสร้างระบบท่อรวบรวมน้ำเสียใหม่

ปัญหาที่ 6 : การบำรุงรักษาท่อรวบรวมน้ำเสียทำไม่ได้เนื่องจากท่อรวบรวมน้ำเสียและบ่อตรวจอยู่ใต้อาคารหรือสิ่งปลูกสร้างอื่น ๆ

โรงพยาบาลหลายแห่งไม่มีผังบริเวณ (master plan) ของการใช้พื้นที่ในโรงพยาบาล ทำให้มีการก่อสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้างทับแนวท่อรวบรวมน้ำเสียเก่า พบระบบท่อรวบรวมน้ำเสียและบ่อตรวจอยู่ใต้อาคาร หรือก่อสร้างปิดทับบ่อตรวจ ทำให้ไม่สามารถเข้าไปบำรุงรักษาและไม่สามารถทำความสะอาดท่อได้ สาเหตุและแนวทางแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-6





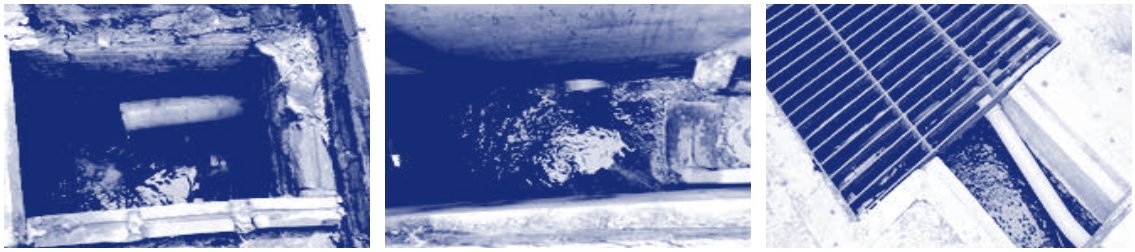
รูปที่ 7-10 บ่อตรวจและท่อรวบรวมน้ำเสียอยู่ใต้อาคารและสิ่งปลูกสร้าง

ตารางที่ 7-6 สาเหตุและแนวทางแก้ไขท่อรวบรวมน้ำเสียและบ่อตรวจอยู่ใต้อาคารหรือสิ่งปลูกสร้างอื่น ๆ

สาเหตุ	การแก้ไข
(1) ไม่มีผังบริเวณ (master plan) กำหนดการใช้พื้นที่ของโรงพยาบาล	(1) จัดทำผังบริเวณ (master plan) หรือจัดทำแบบแปลนการใช้ที่ดินในอนาคต กำหนดถนนหลักสำหรับวางท่อตามแนวถนนไประบบบำบัดน้ำเสีย
(2) ต้องการใช้พื้นที่สำหรับก่อสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้างซึ่งทับแนวท่อ	(2) ทำการย้ายแนวท่อรวบรวมน้ำเสีย ต้องมั่นใจว่าแนวท่อใหม่ที่สร้างขึ้นได้ตามเกณฑ์ทั้งแนวท่อ ขนาดท่อ ความลาดเอียง และบ่อตรวจ
(3) แนวท่ออยู่ใต้อาคาร หรือบ่อตรวจถูกสิ่งปลูกสร้างทับไปแล้ว	(3) อาจพิจารณาก่อสร้างระบบท่อรวบรวมน้ำเสียใหม่แทนท่อที่อยู่ใต้อาคาร

ปัญหาที่ 7 : น้ำเสียบางส่วนไหลเข้ารางระบายน้ำฝน ทำให้น้ำเสียเข้าระบบน้อยกว่าปกติ

พบในพื้นที่โรงพยาบาลที่มีการปรับปรุง เช่น ก่อสร้างห้องน้ำเพิ่มเติมในอาคาร ห้องปฏิบัติการ รวมทั้งห้องรับประทานอาหาร ไม่ต่อท่อน้ำทิ้งใหม่เข้าระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย แต่ต่อท่อน้ำทิ้งเข้ารางระบายน้ำฝนแทน ดังแสดงในรูปที่ 7-11 สาเหตุและแนวทางแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-7



รูปที่ 7-11 ท่อน้ำทิ้งจากอาคารต่อเข้ารางระบายน้ำฝน

ตารางที่ 7-7 สาเหตุและแนวทางแก้ไขท่อน้ำทิ้งจากอาคารไหลลงสู่ท่อระบายน้ำฝน

สาเหตุ	การแก้ไข
(1) ผู้รับเหมาก่อสร้างต่อท่อน้ำทิ้งจากอาคารลงรางระบายน้ำฝน	(1) กำหนดรายละเอียดการก่อสร้างให้ครอบคลุม การระบายน้ำเสียลงท่อรวบรวมน้ำเสีย
(2) มีท่อน้ำทิ้งจากอาคารต่อเข้ารางระบายน้ำฝน	(2) แก้ไข ปรับปรุงต่อท่อน้ำทิ้งให้เข้าระบบท่อน้ำเสีย

ปัญหาที่ 8 : รางระบายน้ำฝนมีน้ำขังอยู่ตลอดเวลา เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุง

มีน้ำขังอยู่ภายในรางระบายน้ำฝนของโรงพยาบาล (รูปที่ 7-12) บางแห่งพบน้ำเสียไหลเข้าท่อระบายน้ำฝนทำให้เกิดกลิ่นน่ารังเกียจ และเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุง สาเหตุและแนวทางแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-8

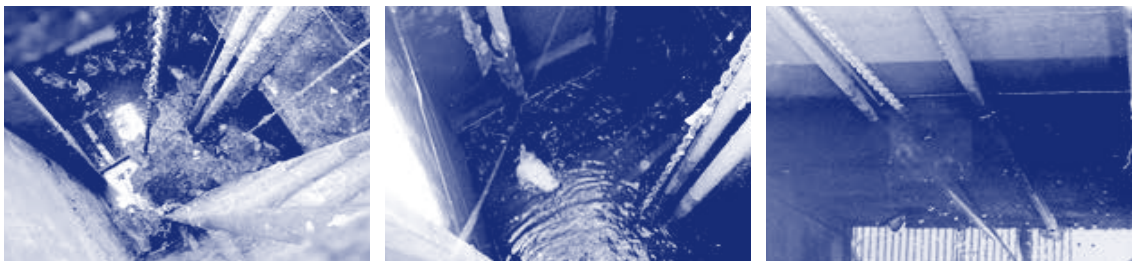
รูปที่ 7-12 มีน้ำขังอยู่ในรางระบายน้ำฝนของโรงพยาบาล

ตารางที่ 7-8 สาเหตุและแนวทางแก้ไขรางระบายน้ำฝนมีน้ำขังอยู่ตลอดเวลา

สาเหตุ	การแก้ไข
(1) ความลาดเอียงของรางระบายน้ำฝนไม่ถูกต้อง ทำให้น้ำฝนระบายออกไปได้ไม่หมด	(1) แก้ไขแนวรางระบายน้ำฝนให้สามารถระบายน้ำฝนออกไปได้ทั้งหมด
(2) รางระบายน้ำฝนอุดตัน ทำให้มีน้ำขัง	(2) ตรวจสอบการอุดตันของรางระบายน้ำฝน
(3) ระดับพื้นดินของโรงพยาบาลอยู่ต่ำกว่าระดับถนน ทำให้ต้องติดตั้งระบบสูบน้ำฝนออกนอกโรงพยาบาล	(3) ปรับระดับพื้นบ่อสูบน้ำฝนให้ต่ำกว่าระดับท้องท่อระบายน้ำฝน เพื่อให้สามารถสูบน้ำฝนออกได้ทั้งหมด

ปัญหาที่ 9 : มีขยะหลุดลอดออกจากตะกร้าดักขยะในบ่อสูบจำนวนมาก

ตะกร้าดักขยะถูกติดตั้งครอบปลายท่อรวบรวมน้ำเสียเพื่อดักขยะที่มากับน้ำเสีย และจะถูกดึงขึ้นกำจัดขยะออกโดยใช้โซ่ดึงตะกร้าขึ้นมาตามรางเหล็ก ทำให้มีช่องว่างระหว่างตะกร้ากับผนังบ่อสูบ ถ้าระดับน้ำในบ่อสูบสูงจนท่วมด้านล่างของตะกร้า จะทำให้ขยะที่มากับน้ำเสียสามารถหลุดลอยออกจากตะกร้าไปได้ ดังแสดงในรูปที่ 7-13 และถ้าระดับน้ำเสียสูงท่วมปลายท่อจะทำให้น้ำเสียค้างอยู่เต็มท่อ ความเร็วของการไหลจะช้าลง อาจมีน้ำเสียขังอยู่ในบ่อตรวจใบสุดท้าย และเกิดการสะสมของตะกอนในท่อรวบรวมน้ำเสีย สาเหตุและแนวทางแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-9



รูปที่ 7-13 ระดับน้ำในบ่อสูบน้ำเสียท่วมด้านล่างของตะแกรงดักขยะ

ตารางที่ 7-9 สาเหตุและแนวทางแก้ไขขยะหลุดลอดออกจากตะกร้าดักขยะในบ่อสูบ

สาเหตุ	การแก้ไข
(1) ระดับน้ำเสียในบ่อสูบสูงท่วมด้านล่างของตะกร้า	(1) ปรับลูกลอยให้ระดับน้ำเสียในบ่อสูบอยู่ต่ำกว่าตะกร้าดักขยะ
(2) มีขยะและตะกอนตกค้างอยู่ในบ่อสูบจำนวนมาก	(2) ทำความสะอาดเอาขยะออก และสูบตะกอนออกไปกำจัด

7.2 ปัญหาในการเดินระบบเอเอสและแนวทางแก้ไข

7.2.1 ถังเติมอากาศ

ปัญหา 1 : ค่า DO ในถังเติมอากาศต่ำกว่า 1 มก./ล.

พบว่าค่า DO ในถังเติมอากาศต่ำกว่า 1 มก./ล. ตลอดเวลาและบางแห่งพบเกือบเป็นศูนย์ และพบว่าน้ำด้านล่างของถังมีค่าเป็นศูนย์ รูปที่ 7-14 แสดงรูปผลของการวัดค่า DO ต่ำในถังเติมอากาศที่ได้จากการลงพื้นที่สำรวจระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลหลายแห่งในช่วงปี พ.ศ. 2562 - 2563 ตารางที่ 7-10 แสดงสาเหตุและการแก้ไขปัญหาค่า DO ต่ำในถังเติมอากาศ

รูปที่ 7-14 ค่า DO ที่วัดได้จากถังเติมอากาศของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลหลายแห่ง

ตารางที่ 7-10 สาเหตุและการแก้ไขปัญหาค่า DO ต่ำในถังเติมอากาศ

สาเหตุ	การแก้ไข
(1) มีอัตราภาระสารอินทรีย์เข้าสู่ถังเติมอากาศสูง เนื่องจากอัตราการไหลของน้ำเสียที่สูงในช่วงเช้าหรือค่า BOD5 ของน้ำเสียสูงขึ้น ทำให้มีการใช้ออกซิเจนสูงกว่าเดิม เครื่องเติมอากาศที่มีอยู่ให้ปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอในช่วงเร่งด่วนนี้	(1) ปรับลดอัตราการเติมน้ำเสียเข้าระบบถ้าบ่อสูบมีขนาดใหญ่พอเพื่อให้น้ำเสียเข้าระบบแต่ละช่วงเวลาใกล้เคียงกัน เช่นแบ่งไปเติมในเวลากลางคืนที่ไม่น้ำเสียเข้าบ่อสูบ หรือเพิ่มการเติมอากาศ ด้วยการติดตั้งเครื่องเติมอากาศเพิ่มเติม
(2) จำนวนเครื่องเติมอากาศที่เดินอยู่ไม่เหมาะสมกับอัตราภาระสารอินทรีย์ที่เข้าถัง โดยเฉพาะในช่วงเช้าที่มีน้ำเสียเข้าจำนวนมาก	(2) เปิดเครื่องเติมอากาศในจำนวนที่เหมาะสมกับอัตราภาระสารอินทรีย์ โดยเฉพาะช่วงเช้าที่มีน้ำเสียเข้าระบบสูงกว่าช่วงกลางคืน
(3) ผู้ปฏิบัติงานต้องการประหยัดค่าไฟฟ้าเนื่องจากค่าไฟฟ้าต่อหน่วยในช่วงกลางวันสูงกว่าช่วงกลางคืน จึงเดินจำนวนเครื่องเติมอากาศในเวลากลางวันน้อยกว่าในเวลากลางคืน	(3) ควรเดินจำนวนเครื่องเติมอากาศตามอัตราภาระสารอินทรีย์ หน่วยไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเครื่องเติมอากาศไม่สูงมาก ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ไม่คุ้มกับความเสียหายของระบบบำบัดน้ำเสีย
(4) ในระบบเอเอสแบบคูวนเวียน ระดับจมน้ำของเครื่องเติมอากาศโรเตอร์น้อยเกินไป ซี่แปรงของโรเตอร์กินน้ำน้อยเกินไป ทำให้ตีน้ำขึ้นมาน้อย อัตราการถ่ายเทออกซิเจนมีค่าต่ำ (รูปที่ 7-15)	(4) ปรับระดับน้ำในถังเติมอากาศให้สูงขึ้น ด้วยการปรับระดับประตูน้ำข้างคลองวนเวียนเพื่อให้ระดับน้ำที่เหมาะสม (สำหรับอัตราเติมอากาศสูงสุด จมน้ำ 15 ซม.)

รูปที่ 7-15 ระดับการกินที่แตกต่างกันของโรเตอร์ ทำให้ถ่ายเทออกซิเจนได้ไม่เท่ากัน

ปัญหา 2 : ค่า DO ในถังเพิ่มขึ้นอย่างกะทันหัน

จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศจะใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ดังนั้นถ้าเครื่องเติมอากาศให้ปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอกับสารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลาย ค่า DO ในถังเติมอากาศจะลดต่ำลง ถ้าไม่มีน้ำเสียไหลเข้าถังเติมอากาศค่า DO จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น แต่ถ้าค่า DO เพิ่มขึ้นอย่างกะทันหันโดยยังคงมีน้ำเสียไหลเข้าถังอย่างปกติ แสดงว่าไม่มีจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ หรือจุลินทรีย์ไม่ทำงานจึงไม่ใช้ออกซิเจน สาเหตุและแนวทางแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-11

ตารางที่ 7-11 สาเหตุและการแก้ไขปัญหาค่า DO สูงขึ้นกะทันหันในถังเติมอากาศ

สาเหตุ	การแก้ไข
มีสารพิษมาในระบบและทำลายจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ เป็นสารพิษที่มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์	ตรวจสอบแหล่งกำเนิดน้ำเสียที่น่าจะมีปัญหาในเรื่องสารเคมีที่เป็นพิษ และทำลายสารมีพิษก่อนที่จะส่งเข้าสู่ถังเติมอากาศ ถ้าจุลินทรีย์ตายหมดต้องเริ่มต้นเดินระบบใหม่

ปัญหา 3 : มีฟองขาว หนาปกคลุมผิวน้ำถังเติมอากาศ

พบฟองสีขาวจำนวนมากและค่อนข้างหนาปกคลุมผิวน้ำของถังเติมอากาศ (รูปที่ 7-16) ในระบบเอเอสที่อยู่ในสภาวะปกติจะพบฟองไม่มากบนผิวน้ำ ฟองสีขาวหนาบนผิวน้ำของถังเติมอากาศแสดงว่าระบบอยู่ในช่วง startup หรือมีค่า F/M สูง และ MLSS ต่ำ สาเหตุและแนวทางการแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-12

รูปที่ 7-16 ฟองสีขาวหนาแน่นจำนวนมากที่สังเกตได้บนผิวน้ำของถังเติมอากาศ

ตารางที่ 7-12 สาเหตุและการแก้ไขปัญหาค่า DO สูงขึ้นกะทันหันในถังเติมอากาศ

สาเหตุ	การแก้ไข
(1) มีการระบายน้ำเสียที่มีสารซักฟอกจากหน่วยซักผ้าเข้าระบบบำบัดน้ำเสียเป็นจำนวนมาก	(1) พยายามควบคุมการระบายน้ำเสียจากหน่วยซักผ้าให้กระจายกันเข้าระบบ หรืออาจทำถังพักเก็บกักน้ำซักฟอกไว้ 1 วันเพื่อให้น้ำเสียทั้งหมดผสมกันและค่อย ๆ ไหลไปยังระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล
(2) เครื่องเติมอากาศแบบหัวฟู่ให้อากาศมากเกินไป หรือเครื่องเติมอากาศทางกลมีระดับพลังงานสูงเกินไป	(2) ปรับลดการเติมอากาศ ตรวจสอบค่าอัตราการให้อากาศสำหรับระบบเติมอากาศแบบหัวฟู่และตรวจสอบระดับพลังงานต่อปริมาตรสำหรับเครื่องเติมอากาศทางกล ให้ค่า DO อยู่ระหว่าง 2 – 4 มก./ล.
(3) ความเข้มข้นของ MLSS ในถังเติมอากาศต่ำเกินไป ทำให้ค่า F/M สูง และอายุสลัดจ์น้อย หรืออยู่ในช่วง startup ระบบเอเอส	(3) หยุดการทิ้งสลัดจ์ออกจากระบบและเพิ่มอัตราการสูบสลัดจ์กลับจากถังตกตะกอนเพื่อเพิ่มความเข้มข้นของ MLSS ในถังเติมอากาศ ถ้าระบบอยู่ในช่วง startup ให้สูบสลัดจ์กลับทั้งหมด เพื่อเพิ่ม MLSS
(4) ทิ้งสลัดจ์ออกจากระบบมากเกินไป ทำให้ความเข้มข้นของ MLSS ลดต่ำลงมากเกินไป	(4) หยุดการทิ้งสลัดจ์จนกว่าจะได้ความเข้มข้น MLSS ที่เหมาะสม ตรวจสอบ SV30 หลังจากการทิ้งสลัดจ์อย่าให้มีค่าลดต่ำลงมากเกินไป
(5) สูบน้ำเสียเข้าระบบมากเกินไป ทำให้ค่า F/M สูงขึ้นกว่าค่าออกแบบ	(5) ควบคุมอัตราสูบไหลน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศให้เหมาะสมตามที่ออกแบบ และปรับเพิ่มการหมุนเวียนสลัดจ์จากถังตกตะกอน เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของ MLSS ในถังเติมอากาศ

ปัญหา 4 : มีฟองสีน้ำตาลเข้มหรือสีขาว ฟองใหญ่หนาแตกยาก ปกคลุมผิวน้ำถังเติมอากาศ

ฟองอากาศสีน้ำตาลเข้ม น้ำตาลหรือสีขาว ฟองมีขนาดใหญ่หนาแตกยากปกคลุมผิวน้ำถังเติมอากาศ แสดงว่าอายุสลัดจ์ในถังเติมอากาศสูง ค่า MLSS สูงและค่า F/M ต่ำ (รูปที่ 7-17) สาเหตุและแนวทางการแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-13

รูปที่ 7-17 ฟองสีน้ำตาลเข้ม น้ำตาลและสีขาว ฟองใหญ่หนาแตกยากบนผิวน้ำของถังเติมอากาศ

ตารางที่ 7-13 สาเหตุและการแก้ไขปัญหาฟองสีน้ำตาลเข้มและสีขาว ฟองใหญ่หนาแตกยากในถังเติมอากาศ

สาเหตุ	การแก้ไข
(1) ในถังเติมอากาศมีความเข้มข้น MLSS สูง เป็นธรรมดาของระบบเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลา	(1) ควบคุม SV30 ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม เช่น 250 – 450 มล./ล. สูบสลัดจ์ทิ้งอาทิตย์ละ 1 ครั้งร้อยละ 5-10 ของปริมาตรถัง ตรวจสอบค่า SV30 อย่าให้ลดลงต่ำกว่า 250 มล./ล.
(2) สลัดจ์มีอายุมาก เนื่องจากมีการทิ้งสลัดจ์น้อย และไม่เก็บสลัดจ์แห้งในลานตากทิ้งเพื่อเตรียมสูบสลัดจ์ทิ้งรอบใหม่ หรือไม่เคยใช้ลานทรายตากสลัดจ์หรือไม่เคยใช้เครื่องรีด filter press เพราะใช้ยาก	(2) พยายามสูบสลัดจ์ทิ้งลงลานทรายตากสลัดจ์อย่างน้อยอาทิตย์ละ 1 ครั้ง ตรวจสอบสีสลัดจ์ร่วมกับ SV30

ปัญหา 5 : มีฟองสีน้ำตาลเกือบดำและสลัดจ์มีสีเดียวกัน บางครั้งมีตะกอนสีน้ำตาลดำลอยอยู่บนผิวน้ำ

ถ้าพบฟองอากาศสีน้ำตาลเกือบดำ ฟองมีลักษณะเหนียวและแตกได้ยาก รวมทั้งสลัดจ์ในถังเติมอากาศมีสีเดียวกันแสดงว่าอายุสลัดจ์สูงมาก และค่า DO อาจมีค่าต่ำเกินไป ตะกอนสีน้ำตาลดำที่ลอยบนผิวน้ำเป็นสลัดจ์ที่ อยู่ในระบบนานเกินไปจนเกิดสภาวะ Overoxidized เป็นจุลินทรีย์ที่ตายแล้วและลอยขึ้นผิวน้ำ (รูปที่ 7-18) สาเหตุและแนวทางการแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-14

รูปที่ 7-18 ฟองสีน้ำตาลเกือบดำและสลัดจ์มีสีเดียวกัน มีตะกอนสีน้ำตาลดำลอยอยู่บนผิวน้ำถังเติมอากาศ

ตารางที่ 7-14 สาเหตุและการแก้ไขปัญหาฟองสีน้ำตาลเกือบดำและสลัดจ์มีสีเดียวกัน บางครั้งมีตะกอนสีน้ำตาลดำลอยอยู่บนผิวน้ำ

สาเหตุ	การแก้ไข
(1) มีความเข้มข้น MLSS มากเกินไปทำให้เกิดฟองอากาศสีน้ำตาลเกือบดำ	(1) ควบคุม SV30 ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม เช่น 250 – 450 มล./ล. สูบสลัดจ์ทิ้งอาทิตย์ละ 1 ครั้งร้อยละ 5-10 ของปริมาตรถัง ตรวจสอบค่า SV30 อย่าให้ลดลงต่ำกว่า 250 มล./ล.
(2) เกิดสภาพขาด DO เป็นเวลานานในถัง SBR โดยเฉพาะช่วงตกตะกอนจนถึงการเติมน้ำเสียเข้าถัง	(2) เพิ่มเติมระยะเวลาเติมอากาศให้เพียงพอ ตรวจค่า DO ไม่ควรมีค่าเท่ากับศูนย์
(3) เกิดสภาพขาด DO ในถังเติมอากาศของระบบคูวนเวียนช่วงก่อนถึงเครื่องเติมอากาศ	(3) ตรวจสอบค่า DO ตลอดความยาวและความลึกของถัง ควรมีค่าประมาณ 1 มก./ล. น้ำล้นจากถังเติมอากาศเข้าถังตกตะกอนควรมีค่า DO เท่ากับ 2 มก./ล. ปรับระดับจมน้ำของโรเตอร์ ถ้าไม่เพียงพอให้จัดหาเครื่องเติมอากาศแบบเจ็ทมาเสริม

สาเหตุ	การแก้ไข
(4) ถังเติมอากาศ SBR เกิดการผสมไม่สมบูรณ์ เครื่องเติมอากาศมีขนาดเล็กไป มีสลัดจ์ตกตะกอนสะสมตามมุมของถังแล้วเกิดสภาพขาด DO เครื่องเติมอากาศติดตั้งในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม ไม่เกิดการผสมสมบูรณ์	(4) ตรวจสอบการผสมของเครื่องเติมอากาศและการสะสมตะกอนในถังเติมอากาศ ระบบ SBR เครื่องเติมอากาศจะต้องมีกำลังผสมเพียงพอ 20 w/ลบ.ม. (เช่น บ่อเติมอากาศ 100 ลบ.ม. เครื่องเติมอากาศควร ≥ 2 kW) ปรับตำแหน่งการติดตั้งเครื่องเติมอากาศให้เกิดการผสมสมบูรณ์ทั้งถัง
(5) ในถังเติมอากาศควนเวียน น้ำเสียไหลด้วยความเร็วต่ำกว่า 0.3 ม./วินาที ทำให้สลัดจ์ตกตะกอนสะสมที่ก้นถัง หรือระดับจมน้ำโรเตอร์ต่ำเกินไป ระยะกินน้ำน้อยทำให้แรงผลักน้ำน้อยเกินไป หรือมีสิ่งกีดขวางการไหลของน้ำ เช่น ติดตั้งเครื่องเติมอากาศแบบจมน้ำไว้หลายจุด	(5) เพิ่มจำนวนเครื่องเติมอากาศแบบเจ็ทให้เพียงพอหรือปรับระดับจมน้ำของโรเตอร์ให้มากขึ้นเพื่อให้ความเร็วของการไหลของน้ำสูงขึ้น เอาสิ่งกีดขวางออกการไหลของน้ำออก ถ้าใช้เครื่องเติมอากาศแบบจมน้ำให้เปลี่ยนเป็นแบบเจ็ท
(6) สลัดจ์แก่และคงค้างอยู่ในถังเติมอากาศนานเกินไปจนเกิดการย่อยสลายตัวเอง (overoxidized) ไปเป็นสาร inert เนื่องจากไม่มีการสูบสลัดจ์ทิ้งเป็นเวลานาน	(6) ควบคุม SV30 ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม เช่น 250 – 450 มล./ล. สูบสลัดจ์ทิ้งอาทิตย์ละ 1 ครั้งหรือร้อยละ 5-10 ของปริมาตรถัง ตรวจสอบค่า SV30 อย่าให้ลดลงต่ำกว่า 250 มล./ล.

ปัญหา 6 : ความเข้มข้น MLSS ลดต่ำลงในระบบเอเอสแบบผสมสมบูรณ์และแบบคูวนเวียน

พบว่าความเข้มข้นของ MLSS ในถังเติมอากาศลดลงจากเดิม ค่า SV30 ลดลงเรื่อย ๆ จนถึงค่าต่ำสุดสาเหตุและแนวทางการแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-15

ตารางที่ 7-15 สาเหตุและวิธีการแก้ไขปัญหาความเข้มข้น MLSS ลดต่ำลง

สาเหตุ	การแก้ไข
(1) อัตราการสูบสลัดจ์กลับต่ำเกินไปไม่สมดุลกับอัตราไหลของน้ำเสีย สลัดจ์ถูกเก็บไว้ถังตกตะกอนและบ่อเก็บตะกอนจำนวนมาก ความสูงของชั้นสลัดจ์ในถังตกตะกอนสูงทำให้มีสลัดจ์หลุดไปกับน้ำทิ้ง	(1) เพิ่มอัตราการสูบสลัดจ์ให้มากขึ้น ถ้าใช้ timer ควบคุมให้เพิ่มเวลาในการสูบสลัดจ์กลับเพิ่มขึ้น สลัดจ์ที่มีความเข้มข้นสูงจะช่วยทำให้ความเข้มข้นของ MLSS ในถังเติมอากาศสูงขึ้นและ SV30 จะเพิ่มขึ้น
(2) สลัดจ์ในถังเติมอากาศตกตะกอนได้ไม่ดี ทดสอบ SV30 แล้วค่าสูงกว่า 600 มล./ล. และพบว่าใน 5 นาทีแรกสลัดจ์รวมตัวเป็นฟล็อกไม่แน่น และใน 10 นาทีชั้นสลัดจ์ลดลงช้ามาก และค่า DO ในน้ำล้นเข้าถังตกตะกอนมีค่า < 2 มก./ล.	(2) ปรับเพิ่มการเติมอากาศเพื่อให้ DO เพิ่มขึ้นเป็น 2 มก./ล. ค่า DO มีผลต่อการตกตะกอนของสลัดจ์ในถังตกตะกอน
(3) มีสลัดจ์หลุดไปกับน้ำล้นของถังตกตะกอนจำนวนมาก เนื่องจากสลัดจ์ตกตะกอนไม่ดีและอัตราน้ำล้นถังตกตะกอนสูงเป็นช่วง ๆ โดยเฉพาะช่วงเช้า	(3) หาทางแก้ไขคุณภาพของสลัดจ์ ให้รวมตัวกันตกตะกอนได้ดี ปรับอัตราไหลของน้ำเสียเข้าระบบให้มีค่าลดลง ตรวจสอบอัตราน้ำล้นถังตกตะกอนให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม 8 ถึง 16 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน

ปัญหา 7 : เลี้ยงเชื้อไม่ขึ้น ความเข้มข้น MLSS ไม่เพิ่มขึ้นหลัง startup ระบบแล้ว

พบว่าความเข้มข้นของ MLSS ในถังเติมอากาศไม่เพิ่มขึ้นหลัง startup ระบบแล้ว ค่า SV30 มีค่าต่ำสาเหตุและแนวทางการแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-16

ตารางที่ 7-16 สาเหตุและวิธีการแก้ไขปัญหาการเลี้ยงเชื้อไม่ขึ้น และความเข้มข้น MLSS ไม่เพิ่มขึ้น

สาเหตุ	การแก้ไข
(1) ถังเติมอากาศมีขนาดใหญ่เกินไป ทำให้ระยะเวลาเก็บกักน้ำมีค่า ≥ 3 วัน อัตราภาระบีโอดีต่อปริมาตร < 0.1 กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน	(1) ปรับการเดินระบบบำบัดน้ำเสียให้เป็นแบบสระเติมอากาศ อัตราภาระสารอินทรีย์ที่เหมาะสมสำหรับระบบเอเอสแบบยืดเวลาเท่ากับ 0.1 ถึง 0.4 กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน อัตราภาระสารอินทรีย์ที่ต่ำกว่าค่าดังกล่าวเป็นอัตราที่ต่ำ จะทำให้ MLSS มีค่าต่ำ
(2) อัตราไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสียมีค่าต่ำกว่าค่าที่ใช้ออกมาก ระยะเวลาเก็บกักน้ำมีค่า ≥ 3 วันทำให้อัตราภาระบีโอดีต่อปริมาตร < 0.1 กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน	(2) ปรับการเดินระบบบำบัดน้ำเสียให้เป็นแบบสระเติมอากาศ
(3) ค่า BOD5 ของน้ำเสียมีค่าต่ำกว่าค่าที่ใช้ออกมาก มีค่าต่ำกว่า 50 มก./ล. ระยะเวลาเก็บกักน้ำมีค่า ≥ 3 วัน ทำให้อัตราภาระบีโอดีต่อปริมาตร < 0.1 กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน	(3) ปรับการเดินระบบบำบัดน้ำเสียให้เป็นแบบสระเติมอากาศ
(4) สูบสลัดจ์กลับน้อยเกินไป ทำให้สลัดจ์ค้างอยู่ในถังตกตะกอน	(4) เพิ่มการสูบสลัดจ์กลับให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ให้เดินเครื่องสูบสลัดจ์กลับนานขึ้นและหยุดน้อยลง

7.2.2 ถังตกตะกอน

ปัญหา 8 : น้ำทิ้งมีความเข้มข้นของแข็งแขวนลอย (SS)เกินมาตรฐานน้ำทิ้ง

น้ำล้นจากถังตกตะกอนมีความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยเกินมาตรฐานน้ำทิ้ง ของแข็งแขวนลอยจำนวนมากหลุดออกไปพร้อมกับน้ำทิ้ง ทำให้ค่า SS > 30 มก./ล. สาเหตุและแนวทางการแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-17

ตารางที่ 7-17 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขน้ำทิ้งมี SS เกินมาตรฐานน้ำทิ้ง

สาเหตุ	การแก้ไข
(1) ชั้นสลัดจ์ในถังตกตะกอนสูงเกินไป ทำให้สลัดจ์หลุดออกไปพร้อมกับน้ำทิ้ง	(1) เพิ่มการสูบสลัดจ์กลับ หรือสูบสลัดจ์ทิ้งเพิ่มขึ้น เพื่อลดระดับสลัดจ์ในถัง
(2) ถังตกตะกอนมีขนาดใหญ่ กักเก็บสลัดจ์ไว้มาก และเกิดดีไนตริฟิเคชันในถังตกตะกอน มีฟองอากาศจับกับสลัดจ์ลอยขึ้นผิวน้ำ	(2) ตรวจสอบค่า DO ของน้ำล้นจากถังตะกอนควรมีค่าอย่างต่ำ 0.3 มก./ล. ถ้าไม่ได้ต้องเพิ่ม DO ในน้ำสลัดจ์ที่เข้าถังตกตะกอน
(3) ค่า DO ในถังตกตะกอนต่ำเป็นศูนย์ สลัดจ์ตายและลอยขึ้นผิวน้ำและหลุดออกไปพร้อมกับน้ำล้นถัง	(3) สูบสลัดจ์กลับไปถังเติมอากาศมากขึ้น หรือสูบสลัดจ์กลับให้ถี่ขึ้น เพื่อให้น้ำสลัดจ์ด้านล่างถังหมุนเวียน ทำให้ค่า DO ในถังตกตะกอนสูงขึ้น

สาเหตุ	การแก้ไข
(4) เครื่องกวาดตะกอนของถังตกตะกอนทรงกลมชำรุด สำหรับถังทรงสี่เหลี่ยมมีสลัดจ์ตกค้างบนผนังที่ลาดเอียงของถัง	(4) ซ่อมแซมเครื่องกวาดตะกอน สำหรับถังทรงสี่เหลี่ยมให้ใช้ไม้ยาว ๆ ที่ติดแผ่นสำหรับกวาดสลัดจ์ ทำการกวาดข้างผนังถังทุกด้านเพื่อนำสลัดจ์ลงก้นถังทุกวัน
(5) อัตราไหลของน้ำเข้าถังตกตะกอนมากเกินไป ทำให้อัตราน้ำล้นถังสูงเกินไป มีถังตกตะกอน 2 ถังน้ำไหลเข้าไม่เท่ากัน	(5) ตรวจสอบอัตราไหลของน้ำเสียและปรับให้ได้อัตราน้ำล้นที่เหมาะสม ในกรณีที่มีถังตกตะกอน 2 ถัง ทำความสะอาดท่อตะกอนปรับอัตราไหลเข้าถังให้เท่ากัน
(6) ไม่มีเวียร์น้ำล้นติดตั้งรอบถังตกตะกอน น้ำไหลออกจากถังด้วยความเร็วที่ไม่เท่ากัน พา SS ออกไปด้วย หรือติดตั้งเวียร์ไม่ได้มาตรฐาน	(6) ติดตั้งเวียร์รอบถังตกตะกอนให้ถูกต้องเหมาะสม ให้น้ำไหลออกทุกด้านเท่ากัน
(7) ไม่มีแผ่นกั้นตะกอนลอยทำให้ตะกอนลอยหลุดออกไปพร้อมกับน้ำล้นถัง	(7) ติดตั้งแผ่นกั้นตะกอนลอยรอบถังตกตะกอน ป้องกันตะกอนลอยไม่ให้หลุดไปกับน้ำล้น และช้อนตะกอนลอยออกทิ้ง
(8) สลัดจ์มีอายุมากเกินไปมีสีน้ำตาลเข้มดำ มีขนาดเล็กไม่รวมตัวเป็นฟล็อกที่ดี ไม่เคยสูบสลัดจ์ทิ้ง SV30 สูงกว่า 600 มล./ล.	(8) สูบสลัดจ์ทิ้งลงลานทรายอย่างน้อยอาทิตย์ละ 1 ครั้ง เพื่อลดอายุสลัดจ์
(9) สลัดจ์ในถังเติมอากาศตกตะกอนได้ไม่ดี ทดสอบ SV30 แล้วค่าสูงกว่า 600 มล./ล. และพบว่าใน 5 นาทีแรกสลัดจ์รวมตัวเป็นฟล็อกไม่แน่น และใน 10 นาทีชั้นสลัดจ์ลดลงช้ามาก และค่า DO ในน้ำล้นเข้าถังตกตะกอนมีค่า < 2 มก./ล.	(9) ปรับเพิ่มการเติมอากาศเพื่อให้ DO เพิ่มขึ้นเป็น 2 มก./ล. ค่า DO มีผลต่อการตกตะกอนของสลัดจ์ในถังตกตะกอน
(10) มีสลัดจ์หลุดไปกับน้ำล้นของถังตกตะกอนจำนวนมาก เนื่องจากสลัดจ์ตกตะกอนไม่ดีและอัตราน้ำล้นถังตกตะกอนสูงเป็นช่วง ๆ โดยเฉพาะช่วงเช้า	(10) หาทางแก้ไขคุณภาพของสลัดจ์ ให้รวมตัวกันตกตะกอนได้ดี ปรับอัตราไหลของน้ำเสียเข้าระบบให้มีค่าลดลง ตรวจสอบอัตราน้ำล้นถังตกตะกอนให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม 8 ถึง 16 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน

รูปที่ 7-19 ถังตกตะกอนไม่ติดตั้งเวียร์น้ำล้นและแผ่นกั้นตะกอนลอย

ปัญหา 9 : มีตะกอนลอย (scum) บนผิวน้ำถังตะกอนและภายในบ่อเก็บสลัดจ์จากถังตกตะกอนจำนวนมาก

พบตะกอนลอยหรือ scum บนผิวน้ำของถังตกตะกอนจำนวนมาก อาจพบเห็นฟองก๊าซติดอยู่ที่ตะกอนหรือพบตะกอนลอยเป็นสีดำเนื่องจากสลัดจ์ตาย สาเหตุและแนวทางการแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-18

ตารางที่ 7-18 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขตะกอนลอยบนผิวน้ำถังตกตะกอนและบ่อเก็บตะกอน

สาเหตุ	การแก้ไข
มีสลัดจ์สะสมในถังตกตะกอนจำนวนมากและเป็นระยะเวลานาน สลัดจ์เป็นสิ่งมีชีวิตจึงใช้ออกซิเจนตลอดเวลาและอาจทำให้ค่า DO เป็นศูนย์ เกิดการเน่าสลาย และสลัดจ์ที่ค้างในบ่อเก็บตะกอนนาน ค่า DO ในบ่อเป็นศูนย์ สลัดจ์เกิดการเน่าสลาย	เพิ่มอัตราสูบสลัดจ์กลับ เดินเครื่องสูบสลัดจ์กลับตลอดเวลา หรือปรับ timer ให้เดินเครื่องมากขึ้น เพื่อให้มีน้ำจากถังเติมอากาศไหลเวียนเข้าถังตกตะกอนเพิ่ม DO ในถัง อัตราสูบสลัดจ์กลับในช่วงปกติ (ไม่ใช่ช่วง startup) ควรอยู่ในช่วงร้อยละ 50 ของอัตราไหลน้ำเสีย และเพิ่มการสูบสลัดจ์ส่วนเกินทิ้งมากขึ้น เมื่อพบตะกอนลอยให้ตักออก ทำความสะอาด

ปัญหา 10 : ปัญหาจากดีไนตริฟิเคชัน

พบตะกอนลอยบนผิวน้ำและมีฟองก๊าซติดอยู่ในตะกอนจากปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชัน ซึ่งจะเกิดขึ้นในสภาวะที่ไม่มี DO หรือมีค่า DO ต่ำ จุลินทรีย์จะใช้ไนเตรทแทนแล้วเปลี่ยนให้เป็นก๊าซไนโตรเจน ปกติจะพบไนเตรทจากปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน โดยจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศจะเปลี่ยนแอมโมเนียให้เป็นไนเตรท สาเหตุและแนวทางการแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-19

ตารางที่ 7-19 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขปัญหาจากดีไนตริฟิเคชัน

สาเหตุ	การแก้ไข
(1) ในถังตกตะกอนมีค่า DO ต่ำจนเกือบเป็นศูนย์	(1) ปรับเพิ่มการเติมอากาศให้น้ำล้นจากถังเติมอากาศเข้าถังตกตะกอนมีค่า DO เท่ากับ 2 มก./ล.
(2) ถังตกตะกอนมีขนาดใหญ่เกินไป ทำให้มีเวลาเก็บกักน้ำมากกว่า 4 ชม. จุลินทรีย์ในถังตกตะกอนจึงใช้ออกซิเจนจนหมด	(2) เพิ่มอัตราการสูบสลัดจ์กลับเข้าถังเติมอากาศมากขึ้น เพื่อให้สลัดจ์ค้างอยู่ในถังตกตะกอนไม่นานเกินไป และทำให้มีน้ำจากถังเติมอากาศที่มีออกซิเจนไหลเข้า
(3) ในถังตกตะกอนมีสลัดจ์สะสมมากเกินไป ปล่อยให้ชั้นสลัดจ์สูงเกินไปจุลินทรีย์ในถังตกตะกอนจึงใช้ออกซิเจนจนหมด	(3) เพิ่มอัตราการสูบสลัดจ์กลับเข้าถังเติมอากาศและควบคุมไม่ให้ชั้นสลัดจ์สูงเกินไป

ปัญหา 11 : สลัดจ์เบาหลุดไปกับน้ำทิ้ง ทดสอบ SV30 สลัดจ์มีสีน้ำตาลอ่อนและตกตะกอนช้า ตะกอนมีลักษณะเป็นเล็ก ๆ ลอยค้างอยู่ น้ำขุ่น

พบสลัดจ์ที่มีลักษณะเบาและมีขนาดเล็กหลุดออกไปกับในน้ำทิ้งจากถังตกตะกอนจำนวนมาก เมื่อทดสอบ SV30 พบว่ามีค่าต่ำ สลัดจ์ตกตะกอนได้ช้า มีสีน้ำตาลอ่อน และน้ำไม่ใส ซึ่งเป็นลักษณะของระบบเอเอสที่อยู่ในช่วงที่อายุสลัดจ์น้อย ค่า F/M สูงหรือในช่วง startup ระบบใหม่ ในช่วงนี้ความเข้มข้นของ MLSS มีค่าต่ำ สาเหตุและแนวทางการแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-20

ตารางที่ 7-20 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขสลัดจ์เบาหลุดไปกับน้ำทิ้ง

สาเหตุ	การแก้ไข
(1) มีปริมาณสารอินทรีย์เข้าในถังเติมอากาศมากเกินไป ซึ่งอาจมาจากอัตราการไหลของน้ำเสียที่เพิ่มขึ้นสูงมากอย่างกะทันหัน หรือจากค่า BOD_5 ของน้ำเสียเพิ่มขึ้นอย่างกะทันหัน	(1) หยุดการสูบสลัดจ์ทิ้งชั่วคราว ตรวจสอบค่า DO ถ้ามีค่าต่ำให้เพิ่มการเติมอากาศ ปรับลดอัตราการเติมน้ำเสียเข้าระบบ เพิ่มอัตราการสูบสลัดจ์กลับ เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของ MLSS ในถังเติมอากาศ
(2) ความเข้มข้นของ MLSS ในถังเติมอากาศน้อยเกินไป (SV30 ต่ำ) ทำให้ F/M สูงเกินไป	(2) เพิ่มการสูบสลัดจ์กลับเข้าถังเติมอากาศ เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของ MLSS และลดอัตราสูบน้ำเสีย
(3) สลัดจ์มีอายุน้อยเกินไปมีสีน้ำตาลอ่อน หรือเริ่ม startup ระบบไม่นาน	(3) สูบสลัดจ์กลับจากถังตกตะกอนมากขึ้น เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของ MLSS และทำให้ค่า F/M ลดลง

7.7.3 เครื่องเติมอากาศ

ปัญหา 12 : ระบบเติมอากาศแบบหัวฟู่ ฟองอากาศมีขนาดใหญ่และเกิดขึ้นเป็นบางจุด

พบฟองอากาศขนาดใหญ่เกิดขึ้นบนผิวน้ำและเกิดขึ้นบางจุดของถังเติมอากาศที่ใช้ระบบเติมอากาศแบบหัวฟู่ ปกติอากาศจากเครื่องเป่าอากาศเมื่อไหลผ่านหัวฟู่แบบรูพรุนจะเป็นฟองอากาศขนาดเล็กมาก ซึ่งจะเพิ่มพื้นผิวสัมผัสระหว่างน้ำและอากาศ ทำให้การแพร่กระจายของออกซิเจนเกิดได้ดี เมื่อพบฟองอากาศที่มีขนาดใหญ่แสดงว่าเกิดการฉีกขาดหรือเกิดความเสียหายที่หัวฟู่ (รูปที่ 7-20) ทำให้ปริมาณออกซิเจนที่เติมให้ในถังเติมอากาศลดลง สาเหตุและแนวทางการแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-21

รูปที่ 7-20 ฟองอากาศปกติขนาดเล็ก และฟองอากาศขนาดใหญ่

ตารางที่ 7-21 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขฟองอากาศมีขนาดใหญ่และเกิดขึ้นเป็นบางจุด

สาเหตุ	การแก้ไข
(1) หัวฟู่เสียหาย แผ่นยางของหัวฟู่ฉีกขาด	(1) เปลี่ยนหัวฟู่ที่เสียหาย
(2) เครื่องเป่าอากาศมีกำลังสูงเกินไป เป่าปริมาณอากาศที่มากเกินไปต่อหัวฟู่ และความดันสูงเกินกว่าที่หัวฟู่ที่มีอยู่จะรองรับได้	(2) ปรับวาล์วของท่อลมให้ลมออกลดน้อยลง ถ้าไม่มีให้ติดตั้งวาล์วเพิ่มในระบบท่อลม เปลี่ยนและเพิ่มจำนวนหัวฟู่ให้เหมาะกับเครื่องเป่าอากาศ

ปัญหา 13 : ฟองอากาศขาดหายไปบางจุด

สำหรับระบบเอเอสที่ใช้ระบบเติมอากาศแบบหัวฟู่ ปกติจะพบเห็นฟองอากาศขนาดเล็กลอยขึ้นผิวน้ำ ต่อมาพบฟองอากาศขาดหายไปบางจุดของถังเติมอากาศ สาเหตุและแนวทางการแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-22

ตารางที่ 7-22 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขฟองอากาศขาดหายไปบางจุด

สาเหตุ	การแก้ไข
(1) หัวฟู่อุดตัน	(1) ล้างทำความสะอาดหัวฟู่ด้วยกรดอ่อนหรือสารเคมีที่ผู้ผลิตแนะนำ ถ้าไม่ได้ผลให้เปลี่ยนใหม่
(2) ไม่มีลมจ่ายเข้าหัวฟู่	(2) ตรวจสอบวาล์วปิดเปิด ท่อลมอาจแตกรั่ว

7.2.4 น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมีค่าเกินมาตรฐานน้ำทิ้ง

ปัญหา 14 : ค่า TKN > 35 มก./ล.

พบน้ำทิ้งจากระบบเอเอสมีความเข้มข้นของ TKN สูงกว่า 35 มก./ล. ซึ่งเกินค่ามาตรฐานน้ำทิ้งของกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งปกติค่า TKN ของน้ำเสียโรงพยาบาลมีค่าอยู่ในช่วง 30 ถึง 60 มก./ล. ค่า TKN แสดงถึงความเข้มข้นของสารอินทรีย์ไนโตรเจนและแอมโมเนียไนโตรเจน (วัดในรูปของไนโตรเจน) ปกติจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายสารอินทรีย์จะใช้ส่วนหนึ่งของสารอินทรีย์และไนโตรเจนสำหรับสร้างเซลล์ใหม่ และในระบบเอเอสของโรงพยาบาลซึ่งมีอายุสลัดจ์สูงจะเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน โดยจุลินทรีย์จะเปลี่ยน TKN ให้เป็นไนเตรท ทำให้ค่า TKN ของน้ำทิ้งไม่เกินมาตรฐานฯ สาเหตุและแนวทางการแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-23

ตารางที่ 7-23 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขค่า TKN > 35 มก./ล.

สาเหตุ	การแก้ไข
(1) ความเข้มข้นของ MLSS ต่ำเกินไป และอายุสลัดจ์ต่ำทำให้แบคทีเรียในปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันทำงานไม่ได้	(1) เพิ่มความเข้มข้นของ MLSS และเพิ่มอายุสลัดจ์ ด้วยการไม่สูบสลัดจ์ทิ้งและสูบสลัดจ์กลับเพิ่มขึ้น จนได้ค่า SV30 ที่ต้องการ
(2) ค่า DO ในถังเติมอากาศต่ำเกินไป ซึ่งอาจเกิดจากเครื่องเติมอากาศให้ปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอต่อปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน	(2) เติมอากาศให้เพียงพอให้และควบคุมที่ DO ≥ 2 มก./ล. เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันได้ดี

ตารางที่ 7-23 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขค่า TKN > 35 มก./ล. (ต่อ)

สาเหตุ	การแก้ไข
(3) ปกติค่า pH ของน้ำในถังเติมอากาศลดลงเนื่องจากปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน แบคทีเรียจะทำงานไม่ได้ถ้าค่า pH ลดต่ำกว่า 6	(3) ตรวจสอบค่า pH อย่างสม่ำเสมอ ถ้าพบว่าค่า pH ต่ำกว่า 6 ให้ปรับค่า pH ด้วยด่างจนได้ค่าที่เหมาะสม
(4) ค่า TKN ของน้ำเสียสูงผิดปกติ เนื่องจากบ่อเกรอะที่ใช้ดักน้ำเสียตามอาคารและให้น้ำล้นเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย มีสลัดจ์สะสมในบ่อเกรอะเป็นเวลานานและเกิดการเน่าสลายปลดปล่อย TKN ออกมาจำนวนมาก	(4) ควรให้รถสูบสิ่งปฏิกูลของเทศบาลมากำจัดสลัดจ์ในบ่อเกรอะทุก ๆ 6 เดือน ถึง 1 ปี

ปัญหา 15 : ค่าน้ำมันและไขมันในน้ำทิ้งมีค่ามากกว่า 20 มก./ล.เกินมาตรฐานน้ำทิ้ง

พบความเข้มข้นของน้ำมันและไขมันในน้ำทิ้งมีค่าเกินมาตรฐานน้ำทิ้ง น้ำมันและไขมันในน้ำเสียส่วนใหญ่มาจากโรงครัวและร้านอาหารที่มีอยู่ในโรงพยาบาล ระบบบำบัดขั้นต้นที่ใช้คือถังดักไขมัน ซึ่งเป็นถังที่ออกแบบให้เก็บกักน้ำเป็นระยะเวลามากกว่า 30 นาที เพื่อให้เวลาน้ำมันและไขมันอิสระลอยขึ้นผิวน้ำ สาเหตุและแนวทางการแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-24

ตารางที่ 7-24 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขค่าน้ำมันและไขมันในน้ำทิ้งมีค่ามากกว่า 20 มก./ล.เกินมาตรฐานน้ำทิ้ง

สาเหตุ	การแก้ไข
(1) อัตราไหลของน้ำเสียสูงขึ้นหรือถังดักไขมันเล็กเกินไป ทำให้ระยะเวลาเก็บกักน้ำน้อยกว่า 30 นาที	(1) ใช้ถังดักไขมันที่มีปริมาตรใหญ่เพียงพอเหมาะกับอัตราการไหลของน้ำเสีย มีเวลาเก็บกักน้ำ > 30 นาที
(2) ขาดการดูแล ไม่ทำความสะอาดและไม่ตักไขมันทิ้ง ทำให้ไขมันหลุดออกจากถังดักไขมันเข้าระบบ	(2) ทำความสะอาดถังดักไขมันและตักไขมันออกทิ้งอย่างสม่ำเสมอ
(3) น้ำมันกับน้ำผสมเป็นเนื้อเดียวกันด้วยน้ำยาล้างจาน เมื่อน้ำยาถูกแบคทีเรียย่อยสลาย จะพบไขมันลอยบนผิวน้ำของถังตกตะกอน	(3) ควรจัดการน้ำมันและไขมันที่ต้นทางด้วยการแยกทิ้ง และก่อนล้างด้วยน้ำยาล้างจาน

ปัญหา 16 : ค่า SS > 30 มก./ล.

พบความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอย (SS) ในน้ำทิ้งมีค่าเกินค่ามาตรฐาน (> 30 มก./ล.) สาเหตุและแนวทางการแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-25

ตารางที่ 7-25 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขค่า SS > 30 มก./ล.

สาเหตุ	การแก้ไข
(1) น้ำล้นจากถังตกตะกอนไม่ใส มีสาเหตุมาจากระบบอยู่ในช่วง startup หรือค่า F/M สูงและอายุสลัดจ์น้อย	(1) Startup ระบบให้ถูกต้อง อาจใช้เวลาถ้าหัวเชื้อไม่เพียงพอหรือไม่เหมาะสม เพิ่มอัตราสูบสลัดจ์กลับสูงสุด ปรับลดอัตราไหลน้ำเสียตามค่า F/M
(2) ค่า SV30 < 500 มล./ล. น้ำในกรวยทดสอบใส แต่มีตะกอนหลุดไปกับน้ำทิ้งจากถังตกตะกอน	(2) ระดับความสูงของชั้นสลัดจ์ในถังตกตะกอนมากเกินไป สูบสลัดจ์กลับน้อยเกินไปทำให้สลัดจ์สะสมในถัง ไม่ติดตั้งเวียร์ขวางทางน้ำล้น น้ำล้นถังไม่สม่ำเสมอ
(3) ค่า SV30 > 500 มล./ล. มีตะกอนหลุดไปกับน้ำทิ้งจากถังตกตะกอน	(3) ความเข้มข้น MLSS ในถังเติมอากาศมากเกินไป ให้สูบสลัดจ์ทิ้ง
(4) อัตราการไหลน้ำเสียสูงกว่าค่าเฉลี่ยต่อชั่วโมงที่ออกแบบไว้ มีน้ำเสียเข้าระบบเฉพาะช่วงกลางวันและเย็น ถังตกตะกอนมีขนาดเล็กเกินอัตราไหลของน้ำเสียที่เพิ่มขึ้น	(4) ตรวจสอบอัตราน้ำล้นถังตกตะกอน ควรมีค่าอยู่ในช่วงที่ออกแบบ เช่น 0.33 ถึง 0.67 ลบ.ม./ตร.ม.-ชม. ปรับอัตราไหลให้เหมาะสม ใช้ถังพักน้ำที่มีขนาดเหมาะสมเป็นถังปรับเสมอเพื่อรองรับน้ำเสียจำนวนมากในเวลากลางวันแล้วสูบเข้าระบบเฉลี่ยเท่า ๆ กันตลอดทั้งวัน
(5) ทดสอบ SV30 แล้วพบว่าสลัดจ์ตกตะกอนไม่ดีใน 5 นาทีแรกไม่รวมตัวกันเป็นฟล็อกที่ดี และพบว่าค่า DO ในถังเติมอากาศต่ำกว่า 1 มก./ล.	(5) ปรับการเติมอากาศตามอัตราการไหลของน้ำเสีย เช่น เปิดเครื่องเติมอากาศจำนวนเพิ่มขึ้นในเวลาเช้าและกลางวันที่มีน้ำเสียเข้าระบบจำนวนมาก และปรับลดการเปิดจำนวนเครื่องเติมอากาศในเวลากลางคืน
(6) ค่า pH ในถังเติมอากาศไม่เหมาะสม	(6) ปรับค่า pH ให้เหมาะสม

ปัญหา 17 : ค่า BOD_5 > 20 มก./ล.

พบน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียมีค่า BOD_5 สูงกว่ามาตรฐานน้ำทิ้ง (> 20 มก./ล.) สาเหตุและแนวทางการแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-26

ตารางที่ 7-26 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขค่า BOD_5 > 20 มก./ล.

สาเหตุ	การแก้ไข
(1) ความเข้มข้นของ MLSS ต่ำเกินไป ทำให้แบคทีเรียย่อยสลายสารอินทรีย์ไม่หมดในระยะเวลาเก็บกักน้ำของถังเติมอากาศ น้ำทิ้งขุ่น และ F/M สูงเกินไป	(1) เพิ่มอัตราสูบสลัดจ์กลับ ปรับลดอัตราไหลน้ำเสียให้ได้ค่า F/M ที่เหมาะสม
(2) แม้ว่าระบบอยู่ในสภาวะปกติ แต่ถ้าอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบสูงเกินเป็นช่วง ๆ แม้ว่าน้ำใส มี SS หลุดออกจากถังตกตะกอน SS เป็นสารอินทรีย์ซึ่งไปเพิ่มค่า BOD_5 ของน้ำทิ้ง	(2) ปรับลดอัตราสูบน้ำเสียเข้าระบบให้คงที่และเหมาะสมกับอัตราไหลของน้ำล้นถัง ตรวจสอบอัตราน้ำล้นถัง
(3) ขนาดของระบบบำบัดน้ำเสียเล็กเกินไปสำหรับอัตราการไหลที่เพิ่มขึ้นจากค่าออกแบบ	(3) ขยายระบบบำบัดน้ำเสีย ของบสร้างระบบใหม่
(4) ค่า DO ในถังเติมอากาศต่ำกว่า 2 มก./ล.	(4) เดินเครื่องเติมอากาศให้เพียงพอ

ปัญหา 18 : ค่าฟีคัลโคลิฟอร์ม > 1,000 MPN/100 mL

พบน้ำทิ้งมีค่าฟีคัลโคลิฟอร์มเกินมาตรฐานน้ำทิ้ง สาเหตุและแนวทางการแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-27

ตารางที่ 7-27 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขค่าฟีคัลโคลิฟอร์ม > 1,000 MPN/100 mL

สาเหตุ	การแก้ไข
(1) คลอรีนอิสระที่เหลืออยู่ต่ำเกินกว่า 0.5 มก./ล. หลังจากทำปฏิกิริยา 30 นาที (รูปที่ 7-21)	(1) เพิ่มอัตราการเติมคลอรีนและปรับให้ได้ 0.5 มก./ล. หลังจากทำปฏิกิริยา 30 นาที
(2) อัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบสูงเกินไป ทำให้ถังสัมผัสคลอรีนมีระยะเวลาทำปฏิกิริยาไม่เพียงพอ โดยเฉพาะระบบ SBR ที่ระบายน้ำเสียปริมาณมากตามช่วงเวลา	(2) เพิ่มความเข้มข้นของสารละลายคลอรีนหรือเพิ่มอัตราการเติมคลอรีนให้เหมาะสมกับอัตราไหล
(3) น้ำทิ้งจากถังตกตะกอนมีความขุ่นสูง SS เป็นสารอินทรีย์จะทำปฏิกิริยากับคลอรีนในทันที ทำให้มีคลอรีนหลงเหลือน้อยที่จะไปฆ่าเชื้อโรค	(3) ตรวจสอบระบบเอเอส และควบคุมระบบให้ทำงานได้เป็นปกติ เพื่อได้น้ำทิ้งที่ใส
(4) น้ำทิ้งมีค่า BOD_5 > 20 มก./ล. BOD ทำปฏิกิริยากับคลอรีนในทันที ทำให้มีคลอรีนหลงเหลือน้อยที่จะไปฆ่าเชื้อโรค	(4) ตรวจสอบระบบเอเอส และควบคุมระบบให้ทำงานได้เป็นปกติ เพื่อได้น้ำทิ้งที่มีค่า BOD_5 < 20 มก./ล.
(5) ถังสัมผัสคลอรีนสกปรก มีตะกอนสะสมก้นถัง และมีตะกอนลอยบนผิวน้ำ สิ่งสกปรกจะทำปฏิกิริยากับคลอรีนทำให้คลอรีนหลงเหลือน้อยที่จะไปฆ่าเชื้อโรค (รูปที่ 7-22)	(5) ทำความสะอาดถังสัมผัสคลอรีนอย่างสม่ำเสมอ
(6) ถังสัมผัสมีขนาดเล็ก เวลาสัมผัสในการฆ่าเชื้อโรคไม่เพียงพอ น้อยกว่า 30 นาที	(6) เปลี่ยนถังสัมผัสให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ตามแบบที่ถูกต้อง
(7) เวลาสัมผัสไม่เพียงพอ เวลาเก็บกักน้ำไม่ถึง 30 นาที รูปแบบถังสัมผัสคลอรีนไม่เหมาะสมเกิดการไหลลัดวงจร น้ำท่วมผนังกั้นขวางของถังสัมผัส (รูปที่ 7-23)	(7) ใช้ถังสัมผัสที่มีลักษณะการไหลของน้ำแบบไหลตามกันไป
(8) คลอรีนที่ใช้เสื่อมสภาพ จากการเตรียมไว้สำหรับใช้งานนานเกินไป ถังผสมคลอรีนสกปรกมีตะกอนถังคลอรีนถูกแสงแดด	(8) สารละลายคลอรีนควรใช้ให้หมดภายใน 2 วัน ควรล้างถังเตรียมคลอรีนเดือนละครั้ง ติดตั้งหลังคาป้องกันแสงแดด

รูปที่ 7-21 คลอรีนอิสระที่เหลืออยู่ต่ำเกินกว่า 0.5 มก./ล.หลังจากทำปฏิกิริยา 30 นาที

รูปที่ 7-22 น้ำทิ้งในบ่อสัมผัสคลอรีนไม่ใส

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 7-23 เวลาสัมผัสคลอรีนไม่เพียงพอ (ก) ระดับน้ำในถังต่ำทำให้ปริมาตรถังเก็บกักน้ำได้น้อยกว่า 30 นาที (ข) ระดับน้ำในท่อทางออกอยู่ทำให้น้ำล้นแผ่นกั้น (ค) ถังสัมผัสไม่มีแผ่นกั้นน้ำไหลลัดวงจร

รูปที่ 7-24 ถังเตรียมสารละลายคลอรีนสกปรก มีตะกอนสนิมเหล็กตกค้าง

ปัญหา 19 : ค่า TDS > 500 มก./ล. จากน้ำประปา

พบน้ำทิ้งมีความเข้มข้น TDS สูงกว่าค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง ซึ่งมากกว่า 500 มก./ล. บวกกับค่า TDS ของน้ำประปา ปกติในน้ำเสียของโรงพยาบาลจะมีค่า TDS สูงกว่าน้ำประปาเล็กน้อย ซึ่งมาจากสิ่งขับถ่ายของมนุษย์และการใช้สารเคมีต่าง ๆ ในหน่วยรักษาพยาบาลโรงพยาบาล แหล่งของน้ำเสียที่ TDS สูงคือน้ำจากหน่วยล้างไต ได้แก่ น้ำเกลือจากการฟื้นสภาพเรซิน น้ำทิ้งจากระบบ RO และน้ำทิ้งจากการล้างไต นอกจากนี้ค่า TDS ที่เพิ่มขึ้นยังมาจากการใช้สารละลายคลอรีน สาเหตุและแนวทางการแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-28

ตารางที่ 7-28 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขค่า TDS > 500 มก./ล. จากน้ำประปา

สาเหตุ	การแก้ไข
(1) เติมคลอรีนฆ่าเชื้อโรคมากเกินไป หลังจากคลอรีนฆ่าเชื้อโรคจะมีของแข็งละลายคงค้างอยู่ในน้ำ	(1) อัตราการเติมคลอรีนไม่ควรสูงเกินไป นอกจากจะไปเพิ่มค่า TDS แล้ว คลอรีนที่หลงเหลืออยู่ในน้ำยังทำลายสภาพแวดล้อม
(2) มีน้ำทิ้งจากหน่วยล้างไต ได้แก่ น้ำเกลือจากการฟื้นสภาพเรซิน น้ำทิ้งจากระบบ RO และน้ำทิ้งจากการล้างไต น้ำทิ้งเหล่านี้มี TDS สูง และระบายออกไปทันทีทันใดลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย ทำให้ค่า TDS ของน้ำทิ้งเพิ่มกะทันหัน	(2) ใช้ถังพักกักเก็บน้ำจากหน่วยล้างไตทั้งหมด ใช้ถังที่มีเวลาเก็บน้ำประมาณ 1 – 2 วันเพื่อให้ค่า TDS โดยรวมลดลงแล้วให้น้ำเสียไหลล้นออกไประบบบำบัดน้ำเสีย วิธีนี้จะทำให้ค่า TDS ของน้ำทิ้งเพิ่มเฉลี่ยต่อวันใกล้เคียงกัน

ปัญหา 20 : ค่าซัลไฟด์ (SO_2^{2-}) > 1 มก./ล.

พบน้ำทิ้งมีค่าซัลไฟด์สูงกว่าค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง ปกติจะพบซัลไฟด์ในน้ำเสียที่อยู่ในสภาวะไร้อากาศ ซึ่งเกิดจากแบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟตไปเป็นซัลไฟด์ สาเหตุและแนวทางการแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-29

ตารางที่ 7-29 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขค่าซัลไฟด์ (SO_2^{2-}) > 1 มก./ล.

สาเหตุ	การแก้ไข
(1) น้ำเสียอยู่ในสภาพไร้อากาศ	(1) ปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียให้เป็นแบบเติมอากาศ
(2) ถังเก็บน้ำทิ้งก่อนระบายออกนอกพื้นที่อยู่ในสภาพไร้อากาศเป็นระยะเวลากักพักนานและมีตะกอนสะสม	(2) ทำความสะอาด อย่าเก็บน้ำที่บำบัดแล้วในถังพักนานเกินไป ทำให้ DO ไม่มี เกิดการเปลี่ยนซัลเฟตเป็นซัลไฟด์

7.3 ปัญหาจากเครื่องจักรอุปกรณ์ในระบบบำบัดน้ำเสีย

ปัญหาที่ 21 : เครื่องเติมอากาศแบบจมน้ำ (Submersible Aerator) ชำรุด

ระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็กนิยมใช้เครื่องเติมอากาศแบบจมน้ำเนื่องจากติดตั้งง่ายและประหยัดพื้นที่ โดยสามารถวางบนพื้นของถังเติมอากาศและมีเสียงรบกวนต่ำ การชำรุดของมอเตอร์ของเครื่องเติมอากาศทำให้ไม่มีการเติมอากาศ จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศจะขาดออกซิเจนและเกิดสภาวะไร้อากาศในถัง ส่งผลให้น้ำทิ้งไม่ผ่านมาตรฐานฯ สาเหตุและแนวทางการแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-30

ตารางที่ 7-30 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขเครื่องเติมอากาศแบบจมน้ำ (Submersible Aerator) ชำรุด

สาเหตุ	การแก้ไข
(1) มอเตอร์ชำรุด ไม่เกิดการผสมในถังเติมอากาศและไม่ได้ยินเสียงเครื่องเดิน และเมื่อเอามือไปสัมผัสกับท่ออากาศไม่พบว่ามีการดูดอากาศเข้าถังเติมอากาศ	(1) ยกเครื่องเติมอากาศขึ้นมาตรวจสอบมอเตอร์ ถ้าเสียหายให้ส่งซ่อม มีเครื่องสำรองและสลับการทำงานเพื่อยืดอายุการใช้งาน จัดทำแผนซ่อมบำรุงโดยยกเครื่องเติมอากาศขึ้นมาตรวจสอบทุก ๆ 6 เดือนเพื่อตรวจสอบใบพัด จัดเตรียมงบประมาณสำหรับการซ่อมแซมและซื้อเปลี่ยนทดแทนตามอายุการใช้งาน
(2) ท่ออากาศหลุดออกจากเครื่องเติมอากาศ เครื่องเติมอากาศยังทำงานได้ปกติ ไม่พบการผสมในถังเติมอากาศ และเมื่อเอามือไปสัมผัสกับท่ออากาศไม่พบว่ามีการดูดอากาศเข้าถังเติมอากาศ	(2) ยกเครื่องเติมอากาศขึ้นมาตรวจสอบ และตรวจสอบการติดตั้งท่ออากาศ ซ่อมแซมหากพบว่าชำรุด ยึดท่ออากาศเหนือผิวน้ำกับผนังบ่อเพื่อป้องกันการสั่นสะเทือน

ปัญหาที่ 22 : เครื่องเติมเป่าอากาศ (Air Blower) ชำรุด

เครื่องเป่าอากาศทำหน้าที่ส่งอากาศไปตามท่ออากาศเข้าหัวฟู่เพื่อกระจายอากาศในถังเติมอากาศ ถ้าเครื่องเติมอากาศชำรุด จะไม่มีอากาศกระจายออกจากหัวฟู่ ทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียขาดออกซิเจนและเกิดสภาวะไร้อากาศ และส่งผลต่อประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย สาเหตุและแนวทางการแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-31

ตารางที่ 7-31 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขเครื่องเติมเป่าอากาศ (Air Blower) ชำรุด

สาเหตุ	การแก้ไข
(1) มอเตอร์ของเครื่องเป่าอากาศชำรุด พบมอเตอร์หยุดเดินมีความร้อนสูง มีกลิ่นไหม้ และมีเสียงดังไม่เรียบเหมือนปกติ	(1) ตรวจสอบเครื่องเป่าอากาศ ถ้ามอเตอร์เสียหายให้ส่งซ่อม จัดทำแผนซ่อมบำรุงตามคู่มือของผู้ผลิต จัดเตรียมงบประมาณสำหรับการซ่อมแซมและซื้อเปลี่ยนทดแทนตามอายุการใช้งาน
(2) สายพานชำรุด ทำให้ปริมาณอากาศที่จ่ายน้อยกว่าปกติ	(2) ตรวจสอบสภาพของสายพานอย่างสม่ำเสมอทุก ๆ 2 เดือน เปลี่ยนสายพานเมื่อพบว่าสายพานชำรุดหรืออยู่ในสภาพที่ไม่สามารถใช้งานได้ตามปกติ

ปัญหาที่ 23 เครื่องสูบน้ำชำรุด

เครื่องสูบน้ำใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ เครื่องสูบน้ำจากบ่อพักน้ำหรือถังปรับเสมอเข้าถังเติมอากาศ เครื่องสูบสลัดจ์ย้อนกลับ และเครื่องสูบน้ำทิ้ง (ถ้ามี) ถ้าเครื่องสูบน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียชำรุดอาจทำให้เกิดน้ำเสียท่วมขังบริเวณโรงบำบัดน้ำเสีย ถ้าเครื่องสูบสลัดจ์กลับชำรุดจะทำให้ความเข้มข้นของ MLSS ในถังเติมอากาศลดลง และทำให้น้ำทิ้งไม่ผ่านมาตรฐาน ฯ สาเหตุและแนวทางการแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-32

ตารางที่ 7-32 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขเครื่องสูบน้ำชำรุด

สาเหตุ	การแก้ไข
(1) มอเตอร์ของเครื่องสูบน้ำชำรุด พบมอเตอร์หยุดเดิน มีความร้อนสูง มีกลิ่นไหม้ และมีเสียงดังไม่เรียบเหมือนปกติ	(1) ตรวจสอบสภาพของเครื่องสูบน้ำและตรวจค่ากระแสไฟฟ้าการทำงาน (Amp) ของเครื่องสูบน้ำเป็นประจำเป่าอากาศ ถ้ามอเตอร์เสียหายให้ส่งซ่อม จัดทำแผนซ่อมบำรุงตามคู่มือของผู้ผลิต จัดเตรียมงบประมาณสำหรับการซ่อมแซมและซื้อเปลี่ยนทดแทนตามอายุการใช้งาน
(2) สายไฟขาด ทำให้เครื่องสูบน้ำหยุดการทำงาน กระแสไฟรั่วและเบรคเกอร์ควบคุมตัดกระแสไฟ (Trip)	(2) จัดทำแผนการซ่อมบำรุงทุก 3 เดือน

ปัญหาที่ 24 : ระบบท่อและวาล์วชำรุด

ระบบท่อและวาล์วเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการไหลของน้ำเสียภายในระบบบำบัดน้ำเสีย หากมีการชำรุดจะส่งผลให้ไม่สามารถเดินระบบได้ตามที่ต้องการและอาจส่งผลให้เครื่องสูบน้ำชำรุดได้ เช่น ถ้าวาล์วท่อสูบสลัดจ์กลับชำรุดจะทำให้สลัดจ์สะสมในถังตกตะกอน ระดับของชั้นสลัดจ์สูงขึ้นและในท้ายที่สุดจะไหลล้นออกไป และทำให้ความเข้มข้นของ MLSS ในถังเติมอากาศลดลง สาเหตุและแนวทางการแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-33

ตารางที่ 7-33 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขระบบท่อและวาล์วชำรุด

สาเหตุ	การแก้ไข
วาล์วชำรุด เปิดปิดไม่ได้	ตรวจสอบสภาพของวาล์วของระบบท่อภายในระบบบำบัดน้ำเสียอย่างสม่ำเสมอ โดยทดสอบการเปิดและปิดวาล์ว ถ้าพบว่าชำรุดให้เปลี่ยนวาล์ว

ปัญหาที่ 25 : ระบบไฟฟ้าควบคุมชำรุด

ระบบไฟฟ้าควบคุม (Control Panel) เป็นศูนย์ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เครื่องจักรกลในระบบบำบัดน้ำเสีย หากเกิดการชำรุดจะส่งผลให้อุปกรณ์เครื่องจักรกลในระบบบำบัดน้ำเสียไม่ทำงานหรืออาจทำให้ระบบเสียหาย ในการควบคุมการทำงานระบบบำบัดน้ำเสียต้องใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าหลายชนิด ได้แก่ (1) ลูกลอยใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำเสียเข้าถังเติมอากาศ เครื่องสูบน้ำจะทำงานเมื่อระดับน้ำในบ่อพักสูงถึงค่าที่กำหนด และจะหยุดเมื่อระดับน้ำลดต่ำลงถึงค่าที่กำหนด ถ้าลูกลอยชำรุดจะทำให้เครื่องสูบน้ำไม่ทำงานและส่งผลให้น้ำเสียท่วมขังในระบบได้ (2) อุปกรณ์ตั้งเวลา (timer) ในระบบเอเอสแบบผสมสมบูรณ์และคูวนเวียนใช้อุปกรณ์ตั้งเวลาสำหรับควบคุมเวลาในการเดินและหยุดเครื่องสูบน้ำเสียและเครื่องสูบสลัดจ์กลับ สำหรับระบบเอเอสแบบเอสบีอาร์ใช้อุปกรณ์ตั้งเวลาควบคุมการเปิดและหยุดเครื่องเติมอากาศและการระบายน้ำทิ้ง สาเหตุและแนวทางการแก้ไขแสดงในตารางที่ 7-34

ตารางที่ 7-34 สาเหตุและแนวทางการแก้ไขระบบไฟฟ้าควบคุมชำรุด

สาเหตุ	การแก้ไข
(1) ลูกลอยไม่ทำงาน ตรวจสอบกระแสไฟฟ้าในรีเลย์ควบคุมลูกลอย และตรวจสอบหม้อแปลงลูกลอย	(1) ตรวจสอบสภาพของลูกลอย ทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ ซ่อมแซมเมื่อพบว่าชำรุด หรือเปลี่ยนใหม่ถ้าไม่สามารถซ่อมได้
(2) อุปกรณ์ตั้งเวลาชำรุด ตรวจสอบกระแสไฟที่จ่ายให้กับอุปกรณ์ตั้งเวลา	(2) ตรวจสอบเป็นประจำและทำการซ่อมแซมหากพบว่าชำรุด
(3) รีเลย์และฟิวส์ชำรุด ตรวจสอบกระแสไฟฟ้าที่เข้า – ออกจากรีเลย์และฟิวส์	(3) ตรวจสอบเป็นประจำและทำการซ่อมแซมหากพบว่าชำรุด
(4) ไฟแสดงสถานะการทำงานชำรุด ทำให้ไม่ทราบว่าอุปกรณ์หรือเครื่องจักรกลในระบบกำลังทำงานหรือชำรุด	(4) ตรวจสอบเป็นประจำและทำการซ่อมแซมหากพบว่าชำรุด

บรรณานุกรม

[1] Verlicchi P., Galletti A., Petrovic M., Barcelo D., 2010, Hospital effkuents as a source of emerging pollutants: an overview of micropollutants and sustainable treatment options, J Hydrology, vol. 389, 416-428

[2] คู่มือระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน, กรมควบคุมมลพิษ. 2560. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

[3] ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุม การระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ลงวันที่ 7 พฤศจิกายน 2548 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 122 ตอนที่ 125ง

[4] ประกาศกระทรวง เรื่อง กำหนดปริมาณไข่หนอนพยาธิและแบคทีเรียอีโคไล (Escherichia coli) และวิธีการเก็บตัวอย่างและการตรวจหาไข่หนอนพยาธิและแบคทีเรียอีโคไล (Escherichia coli) ในน้ำทิ้งและกากตะกอนที่ผ่านระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลแล้ว พ.ศ. 2561

[5] Oliveira T.O., Aukidy M. A., and Verlicchi P., 2018, Occurrence of Common Pollutants and Pharmaceuticals in Hospital Effluents, Hospital Wastewaters: Characteristics, Management, Treatment and Environmental Risks, Springer International

[6] Rozman U., Duh D, Cimerman M, Sostar S, 2020, Turk Hospital wastewater effluent: hot spot for antibiotic resistant bacteria Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development, 10 (2): 171–178.

[7] Le T, Ng C, Chen H, Yi X.Z., Koh T.H., Barkham T.M.S., Zhou Z., Gin K.Y., 2016, Occurrences and Characterization of Antibiotic-Resistant Bacteria and Genetic Determinants of Hospital Wastewater in a Tropical Country, Antimicrobial Agents and Chemotherapy, Volume 60 Number 12, 7449 – 7456

[8] กรมควบคุมมลพิษ และ สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. 2546. รายละเอียดสนับสนุนเกณฑ์แนะนำการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร.

[9] Long Beach Water, 2020, The Sanitary Sewer System, Available Source: **https://lbwater.org/customer-services/sewer/**, May 10, 2020

[10] Bizier, P, 2007, Gravity Sanitary Sewer Design and Construction: Manual of Practice 60 (ASCE MANUAL AND REPORTS ON ENGINEERING PRACTICE) second edition

[11] Metcalf & Eddy Inc., 2014, Wastewater Engineering: Treatment Disposal and Reuse, 5th ed, McGraw-Hill series in civil and environmental engineering

บรรณานุกรม (ต่อ)

[12] Ministry of Construction (Japan), 1990, Technical Guideline for Drainage and Wastewater Disposal Projects in Developing Countries.

[13] สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ. 2552. กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ. ห้างหุ้นส่วนจำกัดสยามสเตชันซัพพลายส์, กรุงเทพฯ.

[14] สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. 2540. ค่ากำหนดออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: เรือนแก้วการพิมพ์.

[15] Frank R. Spellman, 2009, Handbook of water and wastewater treatment plant operations. second edition. CRC press

[16] สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2551. คู่มือการควบคุมดูแลและบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลชนิดคลองวนเวียน (Oxidation Ditch: OD)

กระทรวงสาธารณสุข
MINISTRY OF PUBLIC HEALTH

กองบริหารการสาธารณสุข
สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข
ถนนติวานนท์ ตำบลตลาดขวัญ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000

ด้านธรรมาภิบาลและการบริหารจัดการ

ด้านการมีส่วนร่วมของภาคีเครือข่ายและประชาชน