

การศึกษาและออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์
A STUDY OF AN ALTERNATIVE WASTEWATER TREATMENT SYSTEM
IN THE ENGINEERING FACULTY



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมการก่อสร้าง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

033276

**A STUDY OF AN ALTERNATIVE WASTEWATER TREATMENT SYSTEM
IN THE ENGINEERING FACULTY**



**A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE
REQUIREMENTS FOR THE BACHELOR DEGREE OF CONSTRUCTION ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

1993

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

033276

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองโครงการพิเศษ

หัวข้อโครงการพิเศษ การศึกษาและออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์
A STUDY OF AN ALTERNATIVE WASTEWATER TREATMENT
SYSTEM IN THE ENGINEERING FACULTY

นักศึกษา นายธนะศักดิ์ ตริภูริเดช รหัสประจำตัว 33100134
หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขา วิศวกรรมการก่อสร้าง
ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สกุล ห่อวโนทยาน

คณะกรรมการสอบโครงการพิเศษ	ลายมือชื่อ
ผศ. ศิริวัฒน์ ไชยชนะ	
ดร. ศรีกริช หิรัญมาศ	
อาจารย์ อำนวย พานิชกุลพงศ์	
อาจารย์ สกุล ห่อวโนทยาน	

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

.....
(อาจารย์ สุรัตน์ หวังเจริญ)
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาและออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์
A STUDY OF AN ALTERNATIVE WASTEWATER TREATMENT SYSTEM
IN THE ENGINEERING FACULTY

โดย นายธนะศักดิ์ ตรีภูริเดช
อาจารย์ที่ปรึกษา อ.สกุล ห่อวโนทยาน

บทคัดย่อ

โครงการพิเศษนี้เป็นการศึกษาและออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์ เนื่องจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ประกอบด้วยอาคารต่าง ๆ จำนวนมาก น้ำเสียที่ปล่อยออกมาจากอาคารเหล่านี้ในแต่ละวันก็มีปริมาณไม่น้อย ซึ่งหากไม่ได้รับการจัดการที่ดีแล้วอาจเป็นสาเหตุให้เกิดปัญหามลพิษต่าง ๆ ได้ โดยเฉพาะน้ำเสียจากโรงอาหารซึ่งมีคราบไขมันและเศษอาหารปะปนอยู่จำนวนมาก น้ำเสียเหล่านี้ควรได้รับการบำบัดเสียก่อนที่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำอื่น ๆ

ในการบำบัดน้ำเสียจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าวมา โครงการพิเศษนี้ได้ทำการศึกษาและเลือกใช้ระบบบำบัดแบบ ‘ ถังกรองไร้อากาศ ’ เนื่องจากเป็นระบบที่มีความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ เช่น เสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่ำ , ดูแลและบำรุงรักษาง่าย , อีกทั้งใช้เนื้อที่ไม่มากนัก น้ำเสียจากอาคารต่าง ๆ เมื่อผ่านกระบวนการบำบัดแล้ว จะสามารถปล่อยลงสู่ท่อระบายเพื่อระบายลงสู่แหล่งน้ำอื่น ๆ ได้โดยไม่ทำให้เกิดปัญหาลำน้ำเน่าเสีย

ABSTRACT

This special project is a study of wastewater treatment in the Engineering Faculty. Nowadays, the faculty consists of many buildings and each of them has emitted a large number of sewage. These wastewaters may be a cause of the pollution problems, especially in wastewater from canteen which contain grease and garbages. To avoid the problems, these wastewaters must be treated.

To treat these wastewater, Anaerobic Filter reactor is chosen because of its appropriate property e.g. low cost operation, easy to maintenance, and only a few area needed. Wastewater which passed the treatment process can be emitted to the sewer and finally to the river and not going to contaminate the river.

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงการพิเศษนี้ ผู้จัดทำได้รับความอนุเคราะห์ในการเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ จากอาจารย์สกุล ห่อวโนทยาน และอาจารย์พิสมัย ชัยรัตน์ อุทัย ซึ่งผู้จัดทำใคร่ขอขอบพระคุณอาจารย์ทั้งสองท่านเป็นอย่างสูง

นอกจากนี้ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ อาจารย์ขวัญศุภา อาชีวะ , คุณกิงดาว กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม และเพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจและช่วยเหลือตลอดมา

ธนศักดิ์ ตริฎิเรช



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
กิตติกรรมประกาศ	II
สารบัญ	III
สารบัญรูป	V
สารบัญตาราง	VII
1. บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงการ	1
1.2 เป้าหมายและวัตถุประสงค์	1
1.3 โครงร่างและขอบเขตการศึกษา	1
2. สภาพของพื้นที่ศึกษา	3
2.1 ลักษณะโดยทั่วไปของพื้นที่ทำการศึกษา	3
2.2 ปริมาณและลักษณะของน้ำเสีย	6
3. ทฤษฎีและหลักการ	11
3.1 น้ำทิ้ง	11
3.1.1 ประเภทของน้ำทิ้ง	11
3.1.2 สิ่งสกปรกในน้ำทิ้ง	12
3.1.3 สภาวะน้ำเสีย	12
3.1.4 ประเภทของน้ำเสีย	13
3.1.5 น้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน	14
3.1.6 น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม	18
3.1.7 ความแปรผันของปริมาณน้ำทิ้ง	21
3.1.8 ลักษณะของน้ำเสีย	23
3.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย	31
3.2.1 ระบบบำบัดทางฟิสิกส์เคมี	31
3.2.2 ระบบบำบัดทางเคมี	34
3.2.3 ระบบบำบัดทางชีววิทยา	37
3.2.4 ระบบบำบัดทางกายภาพ	49
3.3 ระบบบำบัดน้ำเสียประเภทต่างๆ	51
3.3.1 ระบบ OXIDATION POND	51
3.3.2 ระบบ AERATED LAGOON	53
3.3.3 ระบบ ACTIVATED SLUDGE	55
3.3.4 ระบบ TRICKLING FILTER	61
3.3.5 ระบบ ROTATING BIOLOGICAL CONTACTOR	66
3.3.6 ระบบ ANAEROBIC LAGOON	69

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.7 ระบบ CONVENTIONAL ANAEROBIC DIGESTION	70
3.3.8 ระบบ ANAEROBIC CONTACT	72
3.3.9 ระบบ ANAEROBIC FILTER	74
4.การพิจารณาระบบบำบัดน้ำเสีย	76
4.1 การพิจารณาเลือกรูปแบบการบำบัดน้ำเสีย	76
4.2 การพิจารณาระบบบำบัดน้ำเสีย	77
4.3 การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย	82
4.3.1 หลักการออกแบบระบบ ANAEROBIC FILTER	83
4.3.2 ระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับโรงอาหาร	87
4.3.3 ระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับอาคารเรียนต่าง ๆ	92
5.สรุป	106
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 แผนผังคณะวิศวกรรมศาสตร์	4
รูปที่ 3.2 ลักษณะอัตราการไหลของน้ำเสียจากชุมชนห้วยขวาง	22
รูปที่ 3.3 ปฏิริยาที่เกิดขึ้นในขวดวัดค่า BOD	25
รูปที่ 3.4 Nitrogen Cycle	28
รูปที่ 3.5 การเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจนกับเวลา	29
รูปที่ 3.6 ปฏิริยาชีวเคมีแบบไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ	38
รูปที่ 3.7 แผนภาพแสดงการเกิดก๊าซมีเทนในขบวนการหมักแบบไร้อากาศ	39
รูปที่ 3.8 แผนภาพแสดงรายละเอียดของระบบ Oxidation Pond	52
รูปที่ 3.9 แผนผังระบบ Activated Sludge แบบต่าง ๆ	56
รูปที่ 3.10 การเปลี่ยนแปลงของ BOD ไปตามเวลาในระบบ Activated Sludge แบบ Contact Stabilization	58
รูปที่ 3.11 แผนผังระบบ Activated Sludge แบบ Contact Stabilization	58
รูปที่ 3.12 รายละเอียดของระบบ Trickling Filter	63
รูปที่ 3.13 แผนผังระบบ High-Rate Trickling Filter แบบต่าง ๆ	65
รูปที่ 3.14 ลักษณะของระบบ Rotating Biological Contactor	67
รูปที่ 3.15 แผนผังระบบ Rotating Biological Contactor	68
รูปที่ 3.16 แผนผังระบบ Conventional Anaerobic Process	71
รูปที่ 3.17 แผนผังระบบ Anaerobic Contact หรือ Anaerobic Activated Sludge	73
รูปที่ 3.18 แผนผังระบบ Anaerobic Filter	75
รูปที่ 4.19 แผนภาพแสดงขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียจากโรงอาหารและอาคารต่าง ๆ	82
รูปที่ 4.20 ความสัมพันธ์ระหว่าง SRT และประสิทธิภาพในการกำจัด COD ของเครื่องกรองไร้ออกซิเจน	84
รูปที่ 4.21 กราฟแสดงการหาความจุของถังปรับอัตราการไหล	89
รูปที่ 4.22 ภาพแสดงรายละเอียดของระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงอาหาร	97
รูปที่ 4.23 ภาพแสดงรายละเอียดของถังตกไขมัน	99
รูปที่ 4.24 ภาพแสดงรายละเอียดของถังกรองไร้อากาศสำหรับอาคารภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์	100
รูปที่ 4.25 ภาพแสดงรายละเอียดของถังกรองไร้อากาศสำหรับอาคารเรียน 6 ชั้น	101
รูปที่ 4.26 ภาพแสดงรายละเอียดของถังกรองไร้อากาศสำหรับอาคารภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม	102

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.27 ภาพแสดงรายละเอียดของถังกรองไร้อากาศสำหรับ อาคารกิจกรรม	103
รูปที่ 4.28 ภาพแสดงรายละเอียดของถังกรองไร้อากาศสำหรับ อาคารภาควิชาวิศวกรรมโยธา	104
รูปที่ 4.29 ภาพแสดงรายละเอียดของถังกรองไร้อากาศสำหรับ อาคารภาควิชาวิศวกรรมวัดคุม	105



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 อาคารต่าง ๆ ภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์	3
ตารางที่ 2.2 จำนวนนักศึกษาและบุคลากรภายในคณะ วิศวกรรมศาสตร์	5
ตารางที่ 2.3 ปริมาณการใช้น้ำของร้านค้าบนโรงอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์	7
ตารางที่ 2.4 พื้นที่ใช้สอยและปริมาณน้ำเสียจากอาคารต่าง ๆ ภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์	9
ตารางที่ 3.5 ปริมาณน้ำทิ้งจากอาคารประเภทต่าง ๆ ในประเทศไทย	15
ตารางที่ 3.6 ปริมาณน้ำทิ้งจากอาคารสาธารณะบางประเภท	15
ตารางที่ 3.7 ลักษณะน้ำทิ้งจากอาคารสาธารณะบางประเภท	16
ตารางที่ 3.8 ลักษณะน้ำทิ้งจากอาคารประเภทต่าง ๆ ของชุมชน ในประเทศไทย	17
ตารางที่ 3.9 ปริมาณน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท	19
ตารางที่ 3.10 ลักษณะน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท	20
ตารางที่ 3.11 อัตราสูงสุดและต่ำสุดของน้ำใช้ในชุมชน	21
ตารางที่ 3.12 ปริมาณคลอรีนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรค	36
ตารางที่ 3.13 ความเข้มข้นของไอออนและโลหะหนักที่เกิดเป็นพิษ ต่อระบบหมักได้โดยตรง	43
ตารางที่ 3.14 ผลการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบ่อเติมอากาศ	54
ตารางที่ 3.15 ลักษณะที่สำคัญของระบบ Activated Sludge แบบต่าง ๆ	60
ตารางที่ 3.16 ผลการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบ Trickling Filter	62
ตารางที่ 3.17 ผลการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบ่อหมัก (Anaerobic Lagoon)	69
ตารางที่ 3.18 ผลการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบ Conventional Anaerobic Digestion	71
ตารางที่ 3.19 ผลการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบ Anaerobic Contact	73
ตารางที่ 3.20 ผลการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบ Anaerobic Filter	75
ตารางที่ 4.21 ค่า Organic Loading Rate ที่ใช้ในการออกแบบระบบบำบัด	84
ตารางที่ 4.22 ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบและเกรงหยาบ	87
ตารางที่ 4.23 ปริมาณน้ำทิ้งจากโรงอาหารที่เวลาต่าง ๆ โดยประมาณ	88



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งเติบโตมาจาก ศูนย์ฝึกโทรคมนาคม นนทบุรี ได้ย้ายที่ตั้งจากนนทบุรี มาอยู่ที่อยู่ปัจจุบันที่ลาดกระบัง เมื่อปี พ.ศ. 2514 นับจากวันนั้นจนถึงปัจจุบันก็เป็นเวลา 20 กว่าปีแล้ว คณะฯได้เจริญเติบโตขึ้นมาก จนในปัจจุบันนี้มี จำนวนนักศึกษาและ บุคลากรต่าง ๆ รวมแล้วกว่า 4,000 คน ได้มีการก่อสร้างอาคารต่าง ๆ เพิ่มเติมอีก หลายอาคาร ซึ่งก็หมายถึงปริมาณน้ำเสียที่มากขึ้นด้วย น้ำเสียเหล่านี้ควรจะได้รับการบำบัดที่ถูกต้องเพื่อจะ สามารถระบายลงสู่คูคลองต่าง ๆ ได้โดยไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ

อาคารบางอาคารภายในคณะฯ ที่ถูกสร้างขึ้นในสมัยที่คณะฯ เพิ่งย้ายเข้ามาอยู่ที่ลาดกระบัง ยังคง ใช้ระบบบ่อเกรอะบ่อซึมในการบำบัดน้ำเสียโครกอยู่ ประกอบกับพื้นที่ที่อยู่ในปัจจุบันเป็นที่ลุ่ม ระดับน้ำใต้ดินสูงทำให้บ่อซึมไม่สามารถทำงานได้ดีนัก อีกทั้งอาคารบางอาคาร เช่น โรงอาหารไม่ได้รับการจัดการ เกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียที่ดีนัก ทำให้เกิดสภาพที่ไม่ชวนมอง สิ่งเหล่านี้ควรจะได้ได้รับการจัดการให้ถูกวิธี เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตและทำให้เกิดทัศนียภาพที่ดี อีกทั้งยังเป็นตัวอย่างของชุมชนใน การปรับปรุงรักษาสภาพแวดล้อมให้ถูกสุขลักษณะอีกด้วย

1.2 เป้าหมายและวัตถุประสงค์

เป้าหมายของโครงการก็เพื่อศึกษาและออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่เหมาะสม

เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ จึงได้ตั้งวัตถุประสงค์ ดังนี้คือ

- 1).เพื่อที่จะทำการรวบรวมข้อมูลของระบบบำบัดน้ำเสียภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เพื่อที่จะศึกษาถึงความจำเป็นของการที่จะมีระบบการบำบัดน้ำเสียอย่างถูกต้อง
- 2).เพื่อที่จะทำการศึกษาและออกแบบ , ระบบบำบัดน้ำเสียภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่เหมาะสม

1.3 โครงร่างและขอบเขตการศึกษา

1.3.1 โครงร่างการศึกษา

ในปัจจุบัน คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วยอาคารต่าง ๆ จำนวนมาก ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้อยู่ในแต่ละอาคารก็แตกต่างกันไป การรวบรวมข้อมูลเหล่านี้ จะเป็นข้อมูลช่วยในการออกแบบระบบน้ำเสียที่จะจัดทำขึ้นต่อไป

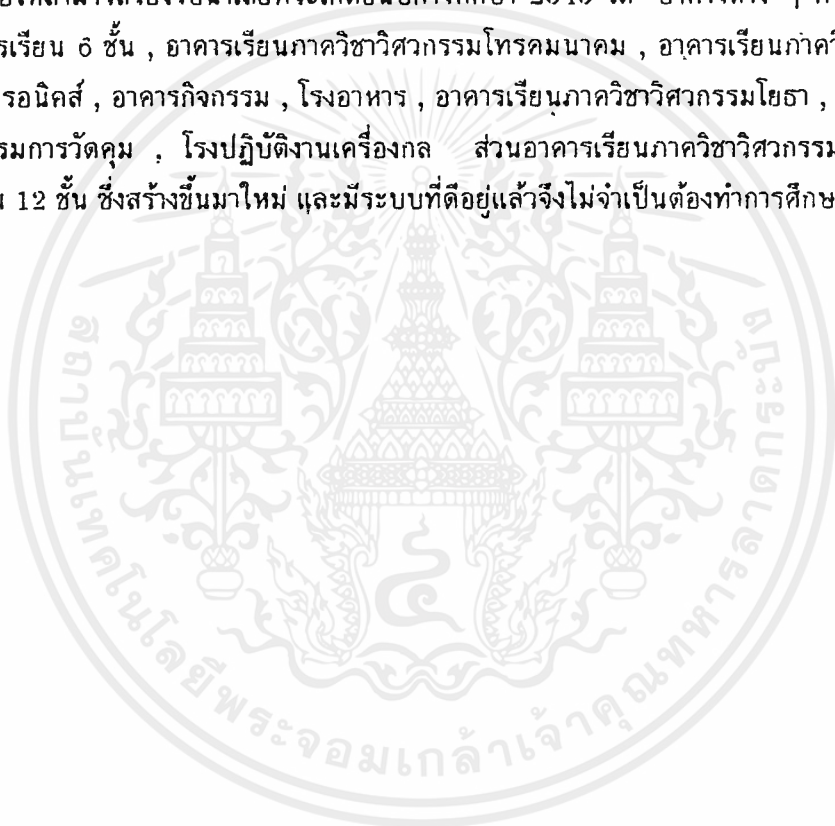
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการบำบัดน้ำเสียที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบันก็มีอยู่หลายวิธี แต่ละวิธีก็มีข้อดีข้อเสียและเหมาะสมกับสภาพที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถที่จะเลือกนำมาใช้กับพื้นที่ภายในคณะฯ ได้อย่างเหมาะสม

หลังจากได้ศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน และระบบบำบัดน้ำเสียแบบต่างๆ แล้ว ก็จะสามารถเลือก,และออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมได้

1.3.2 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้ จะทำการศึกษาและออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้สามารถรองรับน้ำเสียที่จะเกิดขึ้นปีการศึกษา 2545 ได้ อาคารต่าง ๆ ที่จะทำการศึกษามีดังนี้ อาคารเรียน 6 ชั้น , อาคารเรียนภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม , อาคารเรียนภาควิชาคอมพิวเตอร์และอิเล็กทรอนิกส์ , อาคารกิจกรรม , โรงอาหาร , อาคารเรียนภาควิชาวิศวกรรมโยธา , อาคารเรียนภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม , โรงปฏิบัติงานเครื่องกล ส่วนอาคารเรียนภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล และอาคารเรียน 12 ชั้น ซึ่งสร้างขึ้นใหม่ และมีระบบที่ติดอยู่แล้วจึงไม่จำเป็นต้องทำการศึกษา



บทที่ 2 สภาพของพื้นที่ศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

สภาพของพื้นที่ศึกษา

2.1 ลักษณะโดยทั่วไปของพื้นที่ทำการศึกษา

2.1.1 พื้นที่ทำการศึกษา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ตั้งอยู่ เลขที่ 4 หมู่ 2 ถนนฉลองกรุง แขวงลำป่าทวี เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ

2.1.2 ลักษณะของพื้นที่

สภาพของพื้นที่ทำการศึกษาเป็นพื้นที่ราบลุ่ม ประกอบด้วยแอ่งน้ำจำนวนมาก มีระดับความสูงของพื้นที่โดยประมาณ 1.10-1.40 ม. ลักษณะของชั้นดิน ชั้นผิวดินเป็นดินที่เกิดจากการถม มีลักษณะไม่แน่นอน ถัดจากชั้นผิวดินลงไปจะเป็นชั้นดินตามธรรมชาติซึ่งเป็นดินเหนียว

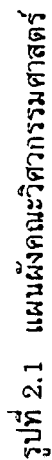
2.1.3 การใช้พื้นที่

ประกอบด้วยอาคารต่าง ๆ จำนวน 13 อาคาร ซึ่งแต่ละอาคารมีลักษณะการใช้ประโยชน์ ดังนี้

ตารางที่ 2.1 อาคารต่าง ๆ ภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์

1. อาคารเรียน 6 ชั้น	เป็นห้องเรียนและห้องทำงานของบุคลากรฝ่ายต่าง ๆ
2. อาคารเรียนภาควิชาโทรคมนาคม	เป็นห้องเรียน ทดลอง ทำงานวิจัยของอาจารย์และนักศึกษา
3. อาคารเรียนภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์	เป็นห้องเรียน ทดลอง ทำงานวิจัยของอาจารย์และนักศึกษา
4. อาคารเรียนภาควิชาวิศวกรรมโยธา	เป็นห้องเรียน และห้องทดลองวิศวกรรมเกษตร
5. อาคารเรียนภาควิชาวิศวกรรมวัดคุม	เป็นห้องเรียน ทดลอง ทำงานวิจัยของอาจารย์และนักศึกษา
6. อาคารเรียนภาควิชาเครื่องกล	เป็นห้องเรียน ทดลอง ทำงานวิจัยของอาจารย์และนักศึกษา
7. อาคารเรียน 12 ชั้น	เป็นห้องเรียนและห้องทำงานของบุคลากรฝ่ายต่าง ๆ
8. อาคารฝึกงานภาควิชาเครื่องกล และโรงประลองวิศวกรรม	เป็นห้องทดลอง ฝึกงานภาควิชาเครื่องกล
9. หอประชุมและห้องสมุด	เป็นห้องประชุม และห้องสมุด
10. อาคารกิจกรรม	เป็นที่ตั้งของชุมนุม ชมรม กิจกรรมต่าง ๆ
11. สโมสรนักศึกษา	เป็นที่ตั้งของสโมสรนักศึกษา
12. ยิมเนเซียม	เป็นอาคารสำหรับเล่นกีฬาต่าง ๆ
13. โรงอาหาร	โรงอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



2.1.4 จำนวนนักศึกษาและบุคลากรในปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต

จำนวนนักศึกษาและบุคลากรภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์ได้มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มมากขึ้นทุกปี ดังตารางที่แสดงต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 จำนวนนักศึกษาและบุคลากรภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์

ปีการศึกษา	จำนวนนักศึกษา	จำนวนบุคลากร	รวม	เปลี่ยนแปลง , %
2530	1811	202	2013	-
2531	1855	207	2062	2.43
2532	2337	261	2598	25.96
2533	2572	287	2859	10.06
2534	2960	330	3290	15.09
2535	3266	357	3623	10.11
2536	3466	367	3833	6.40
2537	4293	479	4772	23.79
2538	4542	507	5049	5.80
2539	4779	533	5312	5.22
2540	4991	557	5548	4.44

หมายเหตุ

ข้อมูลจำนวนนักศึกษาปีการศึกษา 2530-2536 ได้จาก รายงานผลงานคณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปี 2536

ข้อมูลจำนวนนักศึกษาปีการศึกษา 2537-2540 ได้มาจาก ฝ่ายแผนงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์

ข้อมูลจำนวนบุคลากรในปีการศึกษา 2530-2534 และ 2537-2540 ได้มาจากการประมาณโดยอาศัย

อัตราส่วนจำนวนบุคลากรต่อจำนวนนักศึกษา ของปีการศึกษา 2536

จากข้อมูลข้างต้น สามารถประมาณจำนวนนักศึกษาและบุคลากร ในปี 2545 ได้โดยใช้ความสัมพันธ์ของข้อมูลทางคณิตศาสตร์

$$Z = \frac{2y_0y_1y_2 - y_1^2(y_0 + y_2)}{(y_0y_2 - y_1^2)}$$

$$a = \log\left(\frac{Z - y_0}{y_0}\right)$$

$$b = \frac{1}{n} \left[\log \frac{y_0(Z - y_1)}{y_1(Z - y_0)} \right]$$

$$y_t = \frac{Z}{1 + 10^{(a+bx)}}$$

โดย y_0 = จำนวนนักศึกษาและบุคลากรในปีการศึกษา 2530 = 4274

y_1 = จำนวนนักศึกษาและบุคลากรในปีการศึกษา 2535 = 4988

y_2 = จำนวนนักศึกษาและบุคลากรในปีการศึกษา 2540 = 5481

n = ช่วงห่างของ y_0, y_1, y_2 = 5 ปี

x = 2545-2530 = 15 ปี

ได้ $Z = 9357.7$, $a = 0.5621$, $b = -0.0725$, $y_{2545} = 7208$

จำนวนนักศึกษาและบุคลากรภายในคณะในปี 2545 = 7208 คน

2.2 ปริมาณและลักษณะของน้ำเสีย

2.2.1 น้ำเสียจากโรงอาหาร

น้ำเสียจากโรงอาหารเป็นน้ำทิ้งที่เหลือจากกิจกรรมในการประกอบอาหาร , การล้างจาน , อุปกรณ์สำหรับการประกอบอาหาร, ฯลฯ น้ำเสียที่เกิดจากโรงอาหารนี้จะประกอบด้วยคราบไขมัน และเศษอาหารปะปนอยู่มาก

ก) ปริมาณน้ำเสีย

จากข้อมูลปริมาณการใช้น้ำของร้านค้าบนโรงอาหารในแต่ละเดือน ดังตาราง 2.3 สามารถประมาณหาปริมาณน้ำเสียจากโรงอาหารได้ โดยการสมมติให้ปริมาณน้ำทิ้งเท่ากับ 80%(1) ของปริมาณน้ำใช้ และสามารถประมาณหาปริมาณน้ำเสียจากโรงอาหารในอนาคตได้ด้วยการพิจารณาถึงอัตราส่วนของปริมาณน้ำทิ้งต่อจำนวนผู้ใช้โรงอาหาร และแนวโน้มของจำนวนผู้ใช้โรงอาหารภายในอนาคต

(1) ค่า DWF อยู่ในเกณฑ์ประมาณ 60-80% ของปริมาณน้ำใช้ จาก 'คู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝน'

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ขออนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์

สงวนลิขสิทธิ์ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 2.3 ปริมาณการใช้น้ำของร้านค้าบนโรงอาหารคณะวิศวกรรมศาสตร์

วันที่จดบันทึก	ปริมาณการใช้น้ำ (ม ³)	จำนวนวันที่ใช้น้ำ (วัน/สัปดาห์)	อัตราการใช้น้ำต่อวัน (ม ³)	อัตราน้ำทิ้งต่อวัน (0.8*อัตราการใช้น้ำ)
1 ต.ค. 35	-	-	-	-
3 พ.ย. 35	321	24.86	12.91	10.33
2 ธ.ค. 35	256	27.43	9.33	7.47
5 ม.ค. 36	228	24.86	9.17	7.34
1 ก.พ. 36	306	29.14	10.50	8.40
3 มี.ค. 36	267	24.00	11.96	9.57
1 เม.ย. 36	288	24.86	11.59	9.27
4 พ.ค. 36	250	24.86	10.06	8.05
1 มิ.ย. 36	144	26.29	5.09	4.07
2 ก.ค. 36	156	24.00	6.50	5.20
5 ส.ค. 36	367	26.57	14.56	11.65
7 ก.ย. 36	400	29.14	13.73	10.98
4 ต.ค. 36	419	28.29	14.81	11.85
18 พ.ย. 36	303	23.14	13.09	10.47
1 ธ.ค. 36	502	38.57	13.01	10.41

จากข้อมูลการใช้น้ำภายในเดือน ก.ค.2536 - พ.ย. 2536

ปริมาณน้ำเสียจากโรงอาหารโดยเฉลี่ย เท่ากับ

11.07 ม³ต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตาราง 2.2 และตาราง 2.3 จะเห็นว่า ในปีการศึกษา 2536 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มีนักศึกษาและบุคลากรทั้งหมด 3855 คน และมีปริมาณน้ำเสียจากโรงอาหาร 11.07 ม³/วัน คิดเป็นอัตราส่วนของปริมาณน้ำเสียต่อจำนวนนักศึกษาและบุคลากร ได้เท่ากับ 2.87 ลิตร/คน/วัน และในอนาคต คณะฯ มีโครงการจะทำการขยายโรงอาหารให้มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยพื้นที่ที่ขยายอยู่ติดกับอาคารเรียนของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ทำให้ประมาณว่า เมื่อทำการขยายโรงอาหารเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะมีนักศึกษาจากคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์มาใช้โรงอาหารมากขึ้น และเป็นผลให้จำนวนผู้ใช้โรงอาหารเพิ่มขึ้นจากเดิม 20 %

ดังนั้น จึงสามารถประมาณปริมาณน้ำเสียที่จะเกิดขึ้นจากโรงอาหาร ในปีการศึกษา 2545 ได้ดังนี้

ในปีการศึกษา 2545

จำนวนนักศึกษาและบุคลากรภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์ 7208 คน และจากผลที่มี บุคคลภายนอกเข้ามาใช้โรงอาหาร ทำให้จำนวนผู้ใช้โรงอาหารเพิ่มขึ้น 20 %

จำนวนผู้ใช้โรงอาหารรวมทั้งสิ้น $1.20 \times 7208 = 8650$ คน

ปริมาณน้ำเสียจากโรงอาหาร $= 8650 \times 2.87 = 24825.5$ ลิตร/วัน

ข) คุณสมบัติของน้ำเสีย

จากตาราง 3.8 , 3.9 เลือกใช้ค่าจากตาราง 3.8 ซึ่งได้จากวิทยานิพนธ์ของ ธานี ประดับหยั่ว สำหรับใช้ในการออกแบบ

โดยน้ำเสียจากโรงอาหารมีคุณสมบัติดังนี้คือ

pH	5.3-6.2	(5.8)	
temperature	28	(28)	C
SS	85-110	(97)	mg/l
COD	390-470	(429)	mg/l
BOD	276-310	(292)	mg/l
TKN	21.1-39.2	(28.6)	mg/l
Phosphorus	2.7-3.7	(3)	mg/l

จากคุณสมบัติของน้ำเสีย พบว่ามีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งตามข้อกำหนด ของ ส.น.ง.คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ดังนั้น น้ำเสียนี้นี้จะต้องได้รับการบำบัดให้มีคุณภาพ ตรงตามมาตรฐานเสียก่อน จึงจะสามารถระบายลงท่อระบายหรือแหล่งน้ำได้โดยไม่ก่อให้เกิดมลพิษ



2.2.2 น้ำเสียจากอาคารเรียนในคณะวิศวกรรมต่าง ๆ

น้ำเสียจากอาคารต่าง ๆ เหล่านี้ ส่วนมากเป็นน้ำที่เหลือจากการล้างมือ, ล้างหน้า, น้ำชักโครก, และน้ำล้างห้องน้ำ

ก) ปริมาณน้ำเสีย

เพื่อให้สามารถประมาณปริมาณน้ำเสียจากอาคารประเภทต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมและสะดวกรวดเร็ว ได้มีผู้ทำการรวบรวมปริมาณน้ำทิ้งจากอาคารประเภทต่าง ๆ ในรูปของปริมาณน้ำทิ้งต่อหน่วย ดังในตาราง 3.5 3.7

ตารางที่ 2.4 พื้นที่ใช้สอยและปริมาณน้ำทิ้งจากอาคารต่าง ๆ ภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์

อาคาร	พื้นที่ใช้สอย ม ²	ปริมาณน้ำทิ้ง ลิตร/วัน	อัตราน้ำทิ้งเฉลี่ยประจำวัน (ลิตร/ชม.)
อาคารเรียน 6 ชั้น	3153	19295	1608
อาคารเรียนภาควิชาโทรคมนาคม	2268	13880	1157
อาคารเรียนภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์	4167	25503	2125
อาคารเรียนภาควิชาวิศวกรรมโยธา	1984	12142	1012
อาคารเรียนภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม	1732	10603	884
อาคารเรียนภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	4617	28256	2355
อาคารเรียน 12 ชั้น	13662	83614	6968
อาคารกิจกรรม	800	4896	408

หมายเหตุ : ปริมาณน้ำทิ้งโดยเฉลี่ยจากอาคารมหาวิทยาลัย เท่ากับ 6.3 ลิตร/ม²-วัน , ฐานี ประดับหย้า

ข) คุณสมบัติของน้ำเสีย

เลือกใช้ค่าของ ธาตุนี้ ประดับหัตถ์ จากตาราง 3.8 ในส่วนของคุณสมบัติของน้ำเสียจาก
อาคารมหาวิทยาลัย ซึ่งมีลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

pH	7.5-8.0	(7.7)	
temperature	21-23	(22)	C
SS	18-27	(22)	mg/l
COD	43-85	(54)	mg/l
BOD	21-45	(28)	mg/l
TKN	2.9-7.1	(4.9)	mg/l
Phosphorus	1.9-4.3	(2.7)	mg/l



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 ทฤษฎีและหลักการ

3.1 น้ำทิ้ง

น้ำทิ้ง (WASTEWATER) หมายถึง น้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์ต่าง ๆ มาแล้ว เช่น ชำระร่างกาย, ประกอบอาหาร, ขับถ่ายของเสีย, การล้างเครื่องจักร, การหล่อเย็นเครื่องจักร ฯลฯ ซึ่งทำให้ลักษณะของน้ำเปลี่ยนไปจากเดิมเนื่องจากมี สิ่งสกปรกต่าง ๆ ทั้งสารอินทรีย์และอนินทรีย์ มาเจือปนอยู่ในน้ำ ซึ่งเมื่อระบายลงสู่แหล่งน้ำแล้วจะก่อให้เกิดการปนเปื้อนของแหล่งน้ำ และทำให้แหล่งน้ำนั้นใช้งานไม่ได้ดังเดิม

3.1.1 ประเภทของน้ำทิ้ง

อาจแบ่งน้ำทิ้งออกเป็นประเภทตามแหล่งกำเนิดได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

- น้ำทิ้งจากชุมชน (SEWAGE) ได้แก่ น้ำทิ้งจากบ้านพักอาศัย, อาคารร้านค้า, ตลาด, โรงแรม ฯลฯ น้ำทิ้งเหล่านี้ได้มาจากกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ เช่น การชำระร่างกาย, การซักผ้า, ประกอบอาหาร, ขับถ่าย สิ่งสกปรกในน้ำทิ้งเหล่านี้ ส่วนมากเป็นสารอินทรีย์ เช่น เศษอาหาร, ผงซักฟอก, อุจจาระ, ปัสสาวะ ฯลฯ

- น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม (INDUSTRIAL WASTEWATERS) ได้แก่ น้ำทิ้งที่เกิดจากกระบวนการต่าง ๆ ในงานอุตสาหกรรม เช่น การล้างวัตถุดิบ, การล้างเครื่องจักร, การระบายความร้อน สิ่งสกปรกในน้ำประเภทนี้มีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้น้ำและชนิดของโรงงาน

นอกจากนี้หากแบ่งตามลักษณะของสิ่งสกปรกส่วนใหญ่ในน้ำทิ้ง ก็อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

- น้ำทิ้งอินทรีย์ (ORGANIC WASTEWATER) ได้แก่ น้ำทิ้งที่มีสิ่งสกปรกส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ ซึ่งจุลินทรีย์ย่อยสลายได้ น้ำทิ้งประเภทนี้ ได้แก่ น้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น โรงงานกระดาษ โรงงานน้ำตาล โรงงานประกอบอาหาร โรงฆ่าสัตว์ ฯลฯ ลักษณะเด่นของน้ำทิ้งประเภทนี้ คือ จะเน่าเหม็นได้หากปล่อยทิ้งไว้นาน

- น้ำทิ้งอนินทรีย์ (INORGANIC WASTEWATER) ได้แก่ น้ำทิ้งที่มีสิ่งสกปรกส่วนใหญ่เป็นสารอนินทรีย์ น้ำทิ้งประเภทนี้ได้แก่ น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น โรงงานชุบโลหะ โรงงานถลุงเหล็ก โรงงานผลิตกรดกำมะถัน โรงงานผลิตปุ๋ย ฯลฯ

อย่างไรก็ตาม น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท อาจมีลักษณะเด่นได้ทั้งเป็นน้ำทิ้งอินทรีย์และน้ำทิ้งอนินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 สิ่งสกปรกในน้ำทิ้ง

สิ่งสกปรกในน้ำทิ้งที่ต้องการกำจัดออกมีดังต่อไปนี้ คือ

1. จุลินทรีย์ (MICROORGANISMS) มีอยู่มากในน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน จุลินทรีย์ส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียและเชื้อโรคต่าง ๆ
2. สารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้ (BIODEGRADABLE ORGANICS) ได้แก่ สารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ใช้เป็นอาหารได้ เช่น แป้ง, น้ำตาล, โปรตีน เป็นต้น
3. ตะกอนแขวนลอย (SUSPENDED SOLIDS) ได้แก่ สิ่งสกปรกต่าง ๆ ที่อยู่ในรูปของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ และอยู่ในรูปของตะกอนแขวนลอย เช่น เศษเยื่อกระดาษ ตะกอนแป้ง ตะกอนดินทราย ฯลฯ
4. สารอินทรีย์บางชนิดที่มีปริมาณน้อยมาก (TRACES ORGANICS) สารอินทรีย์บางชนิดที่มีอยู่ในน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม แม้จะมีปริมาณน้อยมาก แต่ก็ทำให้เกิดกลิ่นและรสในแหล่งน้ำได้ เช่น ฟีนอล (PHENOL)
5. สารพิษ (TOXIC SUBSTANCES) ได้แก่ โลหะหนัก เช่นปรอท แคดเมียม และสารอินทรีย์บางชนิด เช่น ไซยาไนด์ ยาฆ่าแมลง
6. สีและความขุ่น สีในน้ำทิ้งส่วนมากมักจะไม่เป็นพิษ แต่ทำให้แหล่งน้ำมีสีน่ารังเกียจ ความขุ่นก็เช่นกัน
7. สารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัส สารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นปุ๋ยของพืช น้ำ โดยเฉพาะสาหร่ายสีเขียวเซลล์เดี่ยวที่เรียกว่า อัลจี (ALGAE) ถ้าน้ำทิ้งมีสารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมากเกินไป อาจทำให้น้ำมีสีเขียวขุ่นได้
8. สารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้ยาก (NONBIODEGRADABLE ORGANICS) เช่น ผงซักฟอก (ALKYL BENZEN SULPHONATE) อาจทำให้เกิดฟองในลำน้ำได้
9. น้ำมันและสิ่งสกปรกลอยน้ำ (OIL AND FLOATING) น้ำมันและสิ่งสกปรก เช่น ขยะมูลฝอย ทำให้แหล่งน้ำมีสภาพน่ารังเกียจ และน้ำมันยังเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำด้วย
10. สารที่ระเหยได้ (VOLATILE MATERIALS) เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และสารระเหยต่าง ๆ ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น

3.1.3 สถานะน้ำเสีย (WATER POLLUTION)

สถานะน้ำเสีย คือ สถานะที่น้ำหรือแหล่งน้ำได้รับสิ่งสกปรกต่าง ๆ จากน้ำทิ้งชุมชน, น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม , ขยะเสียจากการเกษตร , ขยะมูลฝอย ฯลฯ สิ่งสกปรกเหล่านี้จะละลายและปะปนมากับน้ำ หากมีมากเกินไป จะทำให้คุณภาพของน้ำเสื่อมลงจนไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้

3.1.4 ประเภทของน้ำเสีย

น้ำเสียที่พบกันโดยทั่วไป แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ น้ำเสียเนื่องจากมีออกซิเจนน้อยเกินไป และน้ำเสียเนื่องจากมีสารเคมีละลายปะปนอยู่จนทำให้น้ำเป็นพิษหรือสกปรกจนไม่สามารถนำไปใช้ได้ น้ำเสียทั้ง 2 ชนิดอาจเกิดขึ้นพร้อมกันได้

-น้ำเสียเนื่องจากมีออกซิเจนน้อยเกินไป ออกซิเจนเป็นดัชนีคุณภาพของน้ำที่สำคัญที่สุด เพราะออกซิเจนมีความจำเป็นต่อการดำรงชีพของสัตว์น้ำ และช่วยป้องกันไม่ให้น้ำเน่าเหม็นเนื่องจากปฏิกิริยาชีวเคมีแบบไม่ใช้ออกซิเจน ถ้าน้ำมีสารอินทรีย์ละลายปะปนอยู่ในน้ำ แบคทีเรียก็จะใช้ออกซิเจนในน้ำไปในการเผาผลาญสารอินทรีย์ ทำให้ออกซิเจนลดน้อยลง ถ้าวออกซิเจนหมดไป ปฏิกิริยาชีวเคมีแบบไม่ใช้ออกซิเจนก็จะเกิดขึ้น ทำให้น้ำเน่าเหม็นและมีสีดำ น้ำเสียชนิดนี้พบมากที่สุด และเห็นได้ชัด คือ น้ำในคลองต่าง ๆ ในกรุงเทพฯซึ่งเน่าเหม็นเกือบตลอดเวลา แม่น้ำเจ้าพระยา ฯลฯ

-น้ำเสียเนื่องจากมีสารเคมีละลายปะปนอยู่ สารเคมีบางชนิดที่ละลายปะปนอยู่ในน้ำอาจจะทำให้น้ำเป็นพิษ ไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ประโยชน์ สิ่งสกปรกเหล่านี้ โดยมากมาจากน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและของเสียจากการเกษตร สารที่เป็นพิษที่สำคัญที่สุด ได้แก่ โลหะหนักต่าง ๆ เช่นปรอท แคดเมียม ตะกั่ว ฯลฯ และยาฆ่าแมลง สารพิษเหล่านี้ตรวจวิเคราะห์ได้ยาก และสามารถสะสมอยู่ในสัตว์น้ำ เช่น ปลา กุ้ง ได้ เมื่อคนกินสัตว์น้ำซึ่งมีสารพิษเข้าไป สารพิษก็จะสะสมอยู่ในร่างกายของคน จนในที่สุดจะมีมากจนเป็นอันตรายต่อชีวิตได้ -

นอกจากนี้การระบายน้ำทิ้งที่มีสารประกอบไนโตรเจนและฟอสเฟตอยู่เป็นจำนวนมากลงไปในแหล่งน้ำ ทำให้แหล่งน้ำมีไนโตรเจนและฟอสเฟตสะสมอยู่มาก ซึ่งไนโตรเจนและฟอสเฟตนี้เป็นปุ๋ยของพืช น้ำ จะทำให้เกิดปรากฏการณ์ EUTROPHICATION ขึ้น คือ จะทำให้พืชน้ำโดยเฉพาะอัลจีได้รับปุ๋ยและเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว จนทำให้น้ำมีสีเขียวเข้มขุ่นและมีกลิ่นเหม็น ไม่เหมาะสมแก่การอุปโภคบริโภค จัดว่าเป็นน้ำเสียอีกประเภทหนึ่งที่พบได้ในแหล่งน้ำทิ้งทั่วไป เช่น หนอง บึง อ่างเก็บน้ำ เนื่องจากอัลจีจะทำการสังเคราะห์แสงในเวลากลางวัน และหายใจใช้ออกซิเจนในเวลากลางคืน จึงทำให้ความเข้มข้นของออกซิเจนในเวลากลางวันและกลางคืนแตกต่างกันมาก จนอาจเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำได้

3.1.5 น้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน

น้ำทิ้งจากแหล่งชุมชนอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ น้ำส้วม ซึ่งมีสิ่งขับถ่ายจากร่างกายปะปนอยู่และน้ำทิ้งจากกิจกรรมอื่น ๆ เช่น น้ำทิ้งจากการชำระร่างกาย , การประกอบอาหาร เป็นต้น

3.1.5.1 ปริมาณน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน

ปริมาณน้ำทิ้งอันเกิดจากการอุปโภคบริโภคของประชาชน จะเป็นสัดส่วนกับปริมาณน้ำที่ประชากรกลุ่มนั้นใช้ไปในการดำรงชีวิตประจำวัน ค่าเฉลี่ยประจำวันของปริมาณน้ำทิ้งเรียกว่า DRY WEATHER FLOW (DWF) ซึ่งปกติจะน้อยกว่าปริมาณน้ำใช้เล็กน้อย โดยปกติค่า DWF นี้จะอยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 60-80 ของน้ำใช้ ในเขตแห้งแล้งบางแห่งที่น้ำมีความสำคัญ การใช้น้ำจะเป็นไปอย่างระมัดระวัง ค่านี้จะลดลงเหลือเพียงร้อยละ 40 ในขณะที่ในเมืองที่มีความเจริญสูง และมีการผลิตน้ำประปาใช้เอง ปริมาณน้ำทิ้งในเส้นท่อเมื่อเปรียบเทียบเป็นจำนวนลิตรต่อคนต่อวัน อาจมากกว่าน้ำใช้ที่ผลิตส่งออกจากโรงประปาก็ได้

การออกแบบระบบท่อและระบบบำบัดได้รับผลกระทบโดยตรงจากปริมาณน้ำทิ้งทั้งระยะต้นและระยะสุดท้ายของโครงการ ข้อมูลฐานรากที่อาจใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการคาดคะเนปริมาณน้ำทิ้งจากชุมชนก็คือ ปริมาณน้ำประปาที่ผลิตออกบริการแก่ประชาชน ในกรณีที่ เป็นชุมชนเล็ก ๆ ที่ห่างไกล ปริมาณน้ำทิ้งจะมีน้อยมาก และจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อชุมชนมีขนาดใหญ่ขึ้น สาเหตุก็คงเนื่องมาจากมาตรฐานการครองชีพที่ดีขึ้นนั่นเอง อัตราการใช้น้ำของประเทศอุตสาหกรรมจะอยู่ในช่วง 300-400 ลตคว.(ลิตรต่อคนต่อวัน) และประมาณ 100-200 ลตคว. สำหรับชุมชนขนาดเล็กหรือในประเทศกำลังพัฒนา ส่วนในประเทศไทยใช้น้ำในอัตราประมาณ 60-250 ลตคว. ขึ้นอยู่กับขนาดของกลุ่มประชากร

สำหรับชุมชนขนาดเล็ก การคำนวณปริมาณน้ำทิ้ง มักอาศัยคำนวณจากความหนาแน่นประชากร และข้อมูลน้ำทิ้งต่อคน(หรือต่อหน่วย)ต่อวันเป็นหลัก สำหรับชุมชนขนาดใหญ่ การคำนวณหาปริมาณน้ำทิ้งควรคิดจากหลักเกณฑ์การใช้ที่ดินและการทำนายความหนาแน่นประชากรในพื้นที่ดินนั้น ๆ เป็นหลัก และถ้าเป็นไปได้ ควรทดลองหาปริมาณน้ำทิ้งที่เกิดขึ้นจริงต่อลักษณะการใช้ที่ดินหนึ่ง ๆ มาเป็นรากฐานการคำนวณ

ตารางที่ 3.5 ปริมาณน้ำทั้งต่อหน่วยจากอาคารประเภทต่าง ๆ ในประเทศไทย

ประเภทอาคาร	หน่วย	กทม.	พัทยา	บางแสน ชลบุรี	เทศบาล เมือง สุพรรณบุรี	เทศบาล เมือง สมุทรสาคร	ค่าเฉลี่ย
สถาน ที่ราชการ	ลิตร/ม ² /วัน	0.98-3.4	-	-	5.4	2.1	2.54
อาคารชุด	ลิตร/ห้อง/วัน	245-674	505	650	-	736	520
โรงแรม	ลิตร/ห้อง/วัน	830	915	1200	1300	398 ⁽¹⁾	1061 ⁽²⁾
โรงพยาบาล	ลิตร/เตียง/วัน	270-1450	-	-	77.5	1400	800
อาบอบนวด	ลิตร/ห้อง/วัน	410	-	-	-	-	410
ตลาด	ลิตร/ม ²	40-93	-	-	75	67	69
บ้านจัดสรร	ลิตร/คน/วัน	249	-	200	103	163	179
ร้านอาหาร	ลิตร/ม ²	9-58	-	-	5.4	4.7	25
ศูนย์การค้า	ลิตร/ม ²	4.3-4.8	-	-	-	-	4.6
โรงเรียน	ลิตร/คน/วัน	-	-	25	12.3	21	19
หอพัก	ลิตร/ห้อง/วัน	78	-	-	-	-	78
สะพานปลา	ลิตร/ม ²	-	-	-	-	8.8	8.8

หมายเหตุ

(1) โรงแรมมีเฉพาะห้องพัก ไม่มีกิจกรรมอื่น ๆ

(2) ค่าเฉลี่ยไม่รวม (1)

ตารางที่ 3.6 ปริมาณน้ำเสียจากอาคารสาธารณะบางประเภท

อาคาร	หน่วยวัด	ปริมาณน้ำเสียต่อหน่วยวัด ลิตร/วัน
1.ห้างสรรพสินค้า	พื้นที่บริการ ม ²	8.15
	พนักงานขาย	108.08
2.โรงพยาบาล	เตียง	574
	ผู้ป่วย	847
3.ภัตตาคาร	ที่นั่ง	12.2
	ผู้ใช้บริการ	35.4
	พื้นที่บริการ ม ²	11.4
4.มหาวิทยาลัย	นิสิต	22.4
	พื้นที่ห้องเรียน ม ²	6.3
5.สถานีขนส่ง	ผู้โดยสาร	1.11
6.สำนักงาน	พื้นที่ทำงาน ม ²	7.7
	พนักงาน	69
7.โรงเรียน	นักเรียน	26.2
	พื้นที่ห้องเรียน	19.62

หมายเหตุ

-อาคารที่ 1, 4, 5, 6, 7 เป็นปริมาณน้ำเสียรวมจากน้ำโสโครกจากส่วนและน้ำเสียจากกิจกรรมอื่น ๆ

-อาคารที่ 2, 3 เป็นปริมาณน้ำเสียรวมจากน้ำโสโครกจากส่วน, น้ำเสียจากห้องครัวและน้ำเสียจากกิจกรรมอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5.2 ลักษณะของน้ำทิ้งเฉลี่ยจากชุมชน

น้ำทิ้งจากแหล่งชุมชนมีลักษณะเป็นกลาง มี pH ไม่ต่างจาก 7 มากนักสิ่งสกปรกในน้ำทิ้งมีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ นอกจากนี้ยังมีเชื้อโรคต่าง ๆ ปนอยู่ด้วย แต่สิ่งสกปรกที่สำคัญที่สุดได้แก่ สารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้ นิยมวัดรวมเป็นค่า BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND (BOD) ซึ่งเป็นสิ่งสกปรกที่สำคัญและต้องกำจัดออก เนื่องจากเป็นสาเหตุให้น้ำในแม่น้ำลำคลองเน่าเสีย

ตาราง 3.7 ลักษณะของน้ำทิ้งจากอาคารสาธารณะบางประเภท

สถานที่ ประเภทต่าง ๆ	พีเอช	อุณหภูมิ, ซ	เคสเอส มก./ลิตร	ซีโอดี มก./ลิตร	บีโอดี มก./ลิตร	ทีเคเอ็น มก./ลิตร	ฟอสฟอรัส มก./ลิตร
ห้างสรรพ	7.5-7.8	21-22	18-27	410-735	146-305	3.5-12.4	7.1-12.7
สินค้า	(7.6)	(22)	(22)	(627)	(238)	(8.5)	(9.6)
โรงพยาบาล	7.1-7.2	29-34	5-139	380-1640	167-830	10.0-18.4	2.1-4.7
	(7.1)	(31)	(70)	(1149)	(493)	(14.7)	(3.5)
ภัตตาคาร	5.3-6.2		79-110	390-470	276-310	21.1-39.2	2.7-3.7
	(5.8)	(28)	(97)	(429)	(292)	(28.6)	(3.0)
มหาวิทยาลัย	7.5-8.0	21-23	18-27	43-85	21-45	2.9-7.1	1.9-4.3
	(7.7)	(22)	(22)	(54)	(28)	(4.9)	(2.7)
สถานีขนส่ง	7.5-7.6	25-27	436-607	10700-12100	4600-7600	66-96	3.5-4.7
	(7.5)	(26)	(526)	(11400)	(6300)	(91)	(4.0)
สำนักงาน	7.3-7.5	20-22	9-22	146-312	55-124	3.7-11.4	0.7-1.1
	(7.4)	(21)	(16)	(234)	(94)	(6.5)	(0.8)
โรงเรียน	6.8-7.0		24-43	253-335	72-120	15.1-22.5	1.6-1.9
	(6.9)	(26)	(31)	(308)	(95)	(18.4)	(1.8)

ที่มา : วิทยานิพนธ์ 'ลักษณะและปริมาณน้ำเสียจากอาคารจากอาคารสาธารณะบางประเภท' ธานี ประดับหิ้ว , วิศวกรรม
สุขาภิบาล , จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529

ตารางที่ 3.8 ลักษณะน้ำทิ้งจากอาคารประเภทต่าง ๆ ของชุมชนในประเทศไทย

ประเภทอาคาร	pH	TS mg/l	SS mg/l	BOD mg/l	TKN mg/l
สถานที่ราชการ	7.1-7.3 (7.2)	312-718 (515)	25-28 (27)	8-27 (18)	13.9-17.08 (24)
อาคารชุด	7.1-7.6 (7.4)	596-712 (658)	44-194 (95)	34-163 (123)	15.4-55 (27)
โรงแรม	7.0-7.8 (7.4)	494-532 (513)	16-84 (42)	14-190 (75)	8.4-23.0 (16)
โรงพยาบาล	7.4-7.6 (7.6)	740-1020 (880)	26-69 (52)	21-170 (84)	14.2-27.6 (21)
อาบอบนวด	6.62	-	11.7	44.6	14.0
ตลาด	6.5-6.7 (6.6)	1678-1973 (1925)	242-551 (386)	487-1123 (710)	53.9-71.3 (65.4)
บ้านจัดสรร	7.4	-	34	38	18.1
ร้านอาหาร	5.2-6.5 (6.0)	2814-3670 (3242)	324-416 (380)	919-2350 (1503)	55.1-84.5 (71)
ศูนย์การค้า	7.51	732	61	81	66.8
โรงเรียน	6.8-7.2 (7.0)	568	58	94-106 (100)	24-34.3 (29)
หอพัก	7.78	-	29	75	19.2
สะพานปลา	6.1	25022	2260	6000	320

หมายเหตุ : () = ค่าเฉลี่ย

ที่มา: 'ข้อพิจารณาเกี่ยวกับปริมาณน้ำทิ้งชุมชนในประเทศไทย' ไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์, รายงานการประชุมวิชาการด้านสิ่งแวดล้อม ประจำปี 2536

3.1.6 น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมสามารถแบ่งออกตามขบวนการทำให้เกิดน้ำทิ้งได้ 4 ประเภทคือ

1. น้ำหล่อเย็น (COOLING WATER) เป็นน้ำทิ้งที่เกิดจากการระบายความร้อนในเครื่องจักร และอุปกรณ์ต่างๆ โดยปกติไม่สกปรกมากนัก แต่มักมีอุณหภูมิสูง ซึ่งความร้อนนี้ก็ต้องเป็นสิ่งที่ต้องถูกกำจัดออกจากร้านน้ำทิ้งอย่างหนึ่ง

2. น้ำล้าง (WASH WATER) ได้แก่ น้ำที่เกิดจากการล้างวัตถุดิบ, ล้างเครื่องจักรกล, พื้นโรงงาน ฯลฯ น้ำทิ้งประเภทนี้มักจะมีสารเคมีต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำความสะอาดละลายอยู่มาก

3. น้ำจากขบวนการผลิต (PROCESS WASTEWATER) เป็นน้ำที่เกิดจากขบวนการผลิต มักเป็นน้ำที่มีความสกปรกมาก

4. น้ำทิ้งอย่างอื่น (MISCELLANEOUS WASTEWATER) เช่น น้ำคอนเดนเซอร์, น้ำทิ้งจากหม้อไอน้ำ ฯลฯ

3.1.6.1 ปริมาณน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

ปริมาณน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ขึ้นอยู่กับชนิดของอุตสาหกรรม, ขบวนการผลิต, การควบคุมการผลิต ฯลฯ ในทางปฏิบัติหากเป็นไปได้ควรจะสำรวจและหาปริมาณน้ำทิ้งที่แท้จริงจากโรงงาน เพื่อจะสามารถทราบปริมาณน้ำทิ้งที่แท้จริง หากไม่สามารถทำได้อาจใช้การประมาณจากปริมาณน้ำใช้ก็ได้ โดยอาจตั้งสมมุติฐานว่า ปริมาณน้ำทิ้งจะมีปริมาณเป็นร้อยละ 85-95 ของปริมาณน้ำใช้

3.1.6.2 ลักษณะของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ มีคุณลักษณะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม

ตาราง 3.9 ปริมาณน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท

อุตสาหกรรม	ปริมาณที่ใช้	หน่วย
กระป๋อง		
ถั่วเขียว	20000	แกลลอน/ตัน
พืชผักผลไม้อื่น ๆ	2000-10000	แกลลอน/ตัน
เคมี		
แอมโมเนีย	37500	แกลลอน/ตัน
แก๊สโซลีน	7000-34000	แกลลอน/แกลลอน
แลคโตส	235000	แกลลอน/ตัน
ซิลเฟอร์	3000	แกลลอน/ตัน
อาหารและเครื่องดื่ม		
เบียร์	15000	แกลลอน/แกลลอน
ขนมปัง	600-1200	แกลลอน/ตัน
บรรจุหีบห่อเนื้อสัตว์	5000	แกลลอน/ตัน สัตว์เป็น
พัลพ์และกระดาษ		
พัลพ์	82000-230000	แกลลอน/ตัน
กระดาษ	47000	แกลลอน/ตัน
สิ่งทอ(ฝ้าย)		-
ฟลอก	72000-96000	แกลลอน/ตันฝ้าย
ข้อม	9500-19000	แกลลอน/ตันฝ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.10 ลักษณะของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท

ประเภทของโรงงาน	pH	SS mg/l	BOD ₅ mg/l	COD mg/l	Total-N mg/l	Total-PO ₄ mg/l
โรงงานน้ำตาล	2.4	-	71200	-	-	-
โรงงานแปรรูปมันสำปะหลัง	3.8	-	6550	10919	-	-
โรงงานสุรา	2.3-5.5	6240-23833	17500-45000	56971-193600	398-2161	26.6-375
โรงงานทอผ้า, ย้อมผ้า	7.14	356	5700	16569	-	-
โรงงานกระดาษ	9.4	900	752	2267	1.6	-
โรงงานโอสถ	7.3-7.6	28	2988	4769	nil	13.1
โรงงานสับประรดกระป๋อง	-	300	1685-3453	-	-	-
โรงงานขี้เถ้า	6.75	1188	2775	6425	-	45
โรงงานประกอบรถยนต์	7.5	463	26	337	-	15.25
โรงงานเย็บผ้า	7.2-8.9	172-183	214-321	596-650	-	1.075

3.1.7 ความแปรผันของปริมาณน้ำทิ้ง

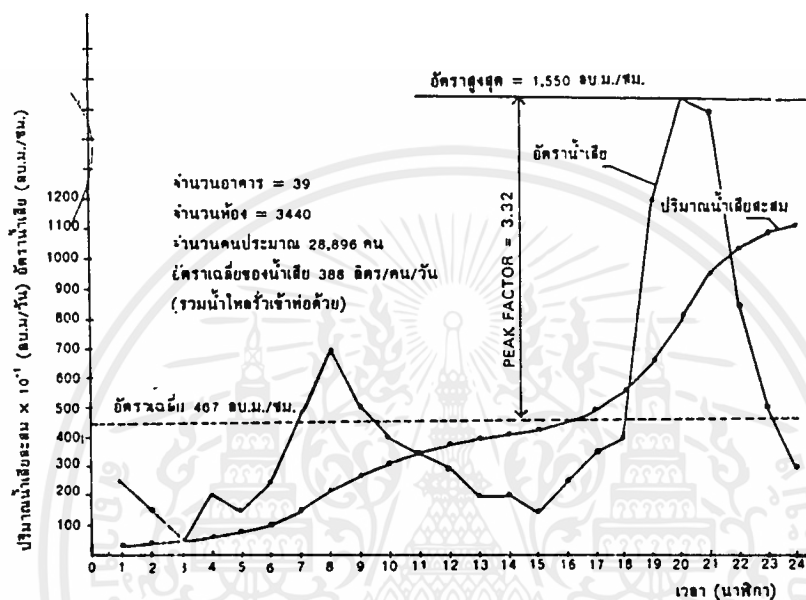
ปริมาณหรืออัตราการไหลของน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน ขึ้นอยู่กับจำนวนประชากร ความหนาแน่นประชากร และอัตราการใช้น้ำต่อคนต่อวัน ในการออกแบบท่อที่จะรองรับน้ำทิ้งเหล่านี้ จึงต้องคำนึงถึงการแปรผันของปริมาณน้ำทิ้งด้วย โดยปกติแล้วประชาชนจะมีความต้องการใช้น้ำมากเป็นพิเศษในช่วงเช้าและเย็นของแต่ละวัน รูปที่ 3.2 แสดงถึงความเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหลของน้ำทิ้งจากชุมชนแห่งหนึ่ง

การแปรผันของปริมาณน้ำใช้ขึ้นอยู่กับฤดูกาล, แต่ละวันของสัปดาห์, และแต่ละชั่วโมงของวัน อัตราการแปรผันของปริมาณน้ำใช้ จะมีผลโดยตรงต่ออัตราการไหลของน้ำทิ้ง ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญสำหรับการออกแบบระบบท่อระบายและระบบบำบัดน้ำเสีย

ในชุมชนขนาดเล็กจะมีอัตราการแปรผันของการใช้น้ำมาก ความแตกต่างของการใช้น้ำสูงสุดและต่ำสุดจากค่าเฉลี่ยก็จะมีค่ามากกว่าที่เกิดขึ้นในเมืองใหญ่ เพื่อที่จะสื่อความหมายของอัตราการแปรผันของน้ำทิ้ง จึงได้มีการใช้ค่า PEAK FACTOR หรือ อัตราส่วนของน้ำสูงสุดหรือต่ำสุดเทียบกับอัตราการไหลเฉลี่ย FAIR, GEYER AND OKUN ได้เสนออัตราดังกล่าวสำหรับใช้ในงานประปา ดังตารางข้างล่างนี้

ตาราง 3.11 อัตราสูงสุดและต่ำสุดของน้ำใช้ในชุมชน

อัตราน้ำใช้สูงสุดแต่ละวัน	= 2 x อัตราน้ำใช้เฉลี่ยประจำวัน(ave daily flow)
อัตราน้ำใช้สูงสุดแต่ละชั่วโมง	= 3 x อัตราน้ำใช้เฉลี่ยประจำวัน(ave daily flow)
อัตราน้ำใช้ต่ำสุดแต่ละวัน	= 2/3 x อัตราน้ำใช้เฉลี่ยประจำวัน(ave daily flow)
อัตราน้ำใช้ต่ำสุดแต่ละชั่วโมง	= 1/3 x อัตราน้ำใช้เฉลี่ยประจำวัน(ave daily flow)



รูปที่ 3.2 ลักษณะอัตราการไหลของน้ำเสียจากชุมชนห้วยขวาง

ธงชัย พรรณสวัสดิ์ ได้รายงานว่าค่า MAX HOURLY PEAK FACTOR ของน้ำเสียจากชุมชนห้วยขวาง = 3.32 ซึ่งอาจเป็นค่าที่นำมาใช้ได้กับสภาพการณ์ทั่วไปของประเทศ ส่วน METCALF AND EDDY ได้เสนอว่า ในกรณีไม่มีข้อมูลเพียงพอ ให้ใช้อัตราน้ำทิ้งสูงสุดแต่ละชั่วโมง (PEAK-HOUR FLOW) ในช่วง 24 ชั่วโมง = 1.5 เท่าของอัตราน้ำทิ้งเฉลี่ยใน 24 ชั่วโมงและอัตราสูงสุดแต่ละวัน (PEAK-DAY FLOW) เท่ากับ 1.8 เท่าของอัตราเฉลี่ยตลอดปี

ในกรณีที่ต้องการทราบอัตราน้ำสูงสุดของกลุ่ม เช่น ที่มีลักษณะการอยู่ร่วมกันเป็นพิเศษ เช่น โรงพยาบาล โรงแรม โรงเรียน อาคารสำนักงาน การทำนายโดยใช้อัตราส่วนดังกล่าวมาแล้วอาจให้ตัวเลขที่คลาดเคลื่อนได้มาก ทั้งนี้เพราะผลจากการใช้น้ำปริมาณมากไม่สอดคล้องกับความต้องการใช้น้ำตามบ้านเรือนธรรมดา ในกรณีนี้ อาจต้องใช้หลักการของวิศวกรรมงานท่อเข้ามาเกี่ยวข้อง และใช้ค่า 'หน่วยสุขภัณฑ์บริภัณฑ์' (SANITARY FIXTURE UNIT) เข้ามาช่วยในการหาอัตราน้ำสูงสุด

3.1.8 ลักษณะของน้ำเสีย

ลักษณะของน้ำเสียเป็นข้อมูลที่สำคัญในการออกแบบระบบบำบัด ลักษณะของน้ำเสียที่ควรพิจารณา มีดังนี้คือ

1.) pH

เป็นค่าแสดงปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคไฮโดรเจน (H^+) ในน้ำเสีย โดยคำนวณได้จากสูตร

$$pH = -\log [H^+]$$

เมื่อ $[H^+] =$ ความเข้มข้นของ H^+ (โมล/ลิตร)

ในทางปฏิบัติ pH แสดงถึงความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเสีย น้ำเสียจะมีสมบัติเป็นกรดเมื่อมีค่า pH น้อยกว่า 7 เป็นด่างเมื่อ pH มากกว่า 7 และเป็นกลางเมื่อ pH เท่ากับ 7 ค่า pH ของน้ำเสียมีความสำคัญในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการทางเคมี ฟิสิกส์ และชีววิทยา ซึ่งจำเป็นจะต้องควบคุมค่า pH ของน้ำเสียให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม การวัดค่า pH ทำได้หลายวิธี ที่ง่ายที่สุดคือการใช้กระดาษ pH ที่จะมีสีเปลี่ยนไปตามค่า pH ใช้ในการบอกค่า pH โดยประมาณได้ หากต้องการค่าที่ละเอียดต้องใช้เครื่องมือวัดที่เรียกว่า pH METER

2.) สารละลายออกซิเจนในน้ำ (DISSOLVED OXYGEN)

สารละลายออกซิเจนในน้ำเป็นดัชนีที่บอกคุณภาพของน้ำที่สำคัญเพราะออกซิเจนมีความสำคัญต่อการดำรงชีพของสัตว์น้ำและป้องกันไม่ให้น้ำเน่าเหม็น ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ จะขึ้นกับองค์ประกอบหลายอย่างคือ

- ก) แปรผันโดยตรงกับความดันของบรรยากาศ ถ้าความดันสูง ออกซิเจนจะละลายน้ำได้มาก
- ข) แปรผกผันกับอุณหภูมิของน้ำ ถ้าอุณหภูมิของน้ำสูง ออกซิเจนจะละลายได้น้อยลง
- ค) แปรผกผันกับความเข้มข้นของเกลือแร่ในน้ำ ถ้าความเข้มข้นของเกลือแร่สูง ออกซิเจนจะละลายได้น้อย

3.) ความต้องการออกซิเจน (OXYGEN DEMAND)

ในน้ำเสียส่วนใหญ่มีสิ่งสกปรกหลายชนิดที่สามารถทำปฏิกิริยากับสารละลายออกซิเจนได้ และเป็นสาเหตุให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง สิ่งสกปรกเหล่านี้แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทคือ

1. สารอินทรีย์ที่ไม่มีไนโตรเจน ได้แก่ สารอินทรีย์ที่มีแต่คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ เช่น แป้ง น้ำตาล ฯลฯ สารอินทรีย์เหล่านี้ส่วนมากจุลินทรีย์ใช้เป็นอาหารได้โดยใช้ออกซิเจนไปทำปฏิกิริยาชีวเคมีกับสารอินทรีย์ ให้ได้พลังงานในการดำรงชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาและวิจัยเท่านั้น ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้ในการค้าหรือการอื่นใด ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.สารประกอบไนโตรเจน ได้แก่สารอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เช่น โปรตีน และสารประกอบอินทรีย์พวกไนไตรท์(NO_2^-)และแอมโมเนีย (NH_4^+) สารเหล่านี้เป็นอาหารของแบคทีเรียบางพวก โดยใช้ออกซิเจนไปทำปฏิกิริยากับสารพวกนี้ แล้วได้สารประกอบไนไตรดและพลังงาน

3.สารอินทรีย์ สารประกอบอินทรีย์บางชนิด เช่น เฟอรัส (Fe^{++}),ซัลไฟด์ (S^{--}) สามารถทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในน้ำได้โดยตรง

การหาความต้องการออกซิเจนทำได้หลายวิธี ที่ใช้กันมาก ได้แก่ BOD, COD, TOD, ThOD, TOC

- BOD (BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND)

ได้แก่ความต้องการออกซิเจนของน้ำเสียหาได้โดยใช้ขบวนการทางชีววิทยา โดยใช้แบคทีเรียย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียต้องใช้คือ ปริมาณ BOD เนื่องจากปฏิกิริยาระหว่างออกซิเจนกับสารอินทรีย์ในน้ำเสียจะเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ กว่าสารอินทรีย์จะถูกทำลายหมดจะใช้เวลาหลายสัปดาห์ ตามมาตรฐานสากลจึงวัดค่า BOD ภายในเวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส BOD ในระยะ 5 วัน (BOD_5) จะมีค่าประมาณ 70-80 % ของปริมาณ BOD ทั้งหมด

ค่า BOD เป็นลักษณะของน้ำเสียที่สำคัญที่สุดในการกำจัดน้ำเสียประเภทอินทรีย์และในการควบคุมปัญหาน้ำเสีย ปริมาณออกซิเจนที่ต้องใช้ในระบบบำบัดแบบชีวเคมี จะขึ้นอยู่กับปริมาณ BOD ที่เข้าสู่ระบบกำจัด

- COD (CHEMICAL OXYGEN DEMAND)

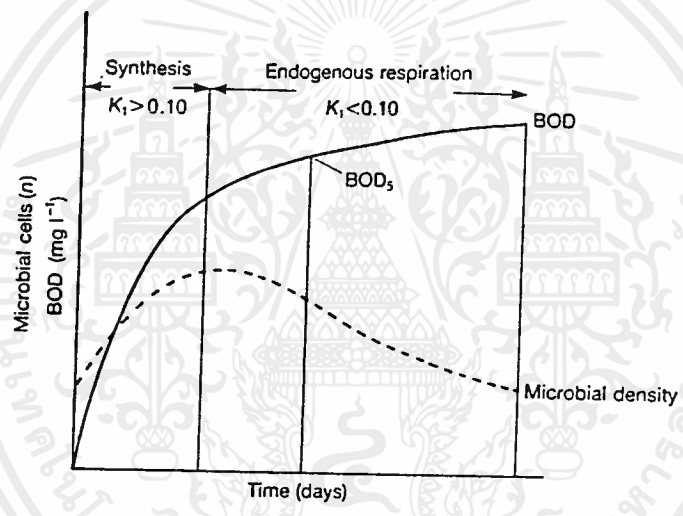
คือค่าความต้องการออกซิเจนของน้ำเสียที่หาโดยวิธีการทางเคมี ดังนั้น COD จึงแสดงถึงปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมดในน้ำเสียทั้งที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้และย่อยสลายไม่ได้ ปกติค่า COD สูงกว่าค่า BOD เสมอ

การหาค่า COD จะรู้ผลภายในเวลา 3 ชั่วโมง ไม่ต้องคอยถึง 5 วัน เช่น การหา BOD ดังนั้นการหาค่า COD จึงเหมาะสมในการใช้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย เมื่อมีข้อผิดพลาดจะได้สามารถแก้ไขได้ทันทั่วทั้ง และใช้ในการประเมินค่า BOD อย่างคร่าว ๆ ได้

ข้อเสียของค่า COD คือไม่สามารถบอกได้ว่าสารอินทรีย์ในน้ำเสียสลายตัวได้ยากง่ายเพียงใด และค่า COD และค่า BOD ในน้ำเสียชนิดหนึ่ง ๆ ไม่มีความสัมพันธ์กันที่แน่นอน

- TOD (TOTAL OXYGEN DEMAND)

คือ ปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่ใช้ในการเผาผลาญสารอินทรีย์ในน้ำเสีย สารอินทรีย์ในน้ำเสียจะถูกเปลี่ยนเป็นสารประกอบที่คงตัว โดยทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในห้องสันดาปที่มีพลาคินัมเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ค่า TOD หาได้จากปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่ใช้ไป การหาค่า TOD ทำได้รวดเร็วมาก และค่า TOD มีความสัมพันธ์กับค่า COD จึงเหมาะที่จะใช้ในงานวิจัยที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นในขบวนการบำบัดน้ำเสีย BOD

ต้องวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสียเป็นจำนวนมาก

- ThOD (THEORETICAL OXYGEN DEMAND)

คือ ปริมาณออกซิเจนที่คำนวณจากสมการเคมีระหว่างออกซิเจนกับสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่รัฐตรแน่นอน

- TOC (TOTAL ORGANIC CARBON)

คือ ปริมาณคาร์บอนในสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสีย ค่าที่ได้จะมีค่าใกล้เคียงกับค่า BOD และสามารถหาได้รวดเร็ว

4.) ของแข็ง (SOLIDS)

หมายถึง สิ่งเจือปนในน้ำเสียที่เหลืออยู่เมื่อระเหยน้ำออกจนหมด ไม่รวมสารบางอย่างที่ระเหยไป กับน้ำ เช่น พวกกรดอินทรีย์ และกรดอื่น ๆ ที่ละลายในน้ำ สิ่งเจือปนที่เป็นของแข็งนี้มีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ซึ่งอาจจะละลายน้ำหรือไม่ก็ได้

TOTAL SOLIDS (TS) คือสิ่งที่เหลืออยู่ภายหลังการระเหยน้ำออกจนหมด และอบให้แห้งที่ อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส

TS นี้แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ตามลักษณะการละลาย คือ

1. DISSOLVED SOLIDS คือส่วนที่ละลายน้ำได้ ซึ่งส่วนมากได้แก่ เกลืออนินทรีย์ เช่น NaCl Na_2CO_3
2. INSOLUBLE SOLIDS คือส่วนที่ไม่ละลายน้ำ แบ่งตามขนาดได้ 2 ชนิด คือ

- SUSPENDED SOLIDS คือส่วนที่ไม่ละลายน้ำและมีขนาดเล็ก ทำให้แขวนลอยอยู่ในน้ำได้ หาได้โดยการกรองน้ำด้วย GLASS FIBER PAPER (WHATMAN OF/C) แล้วนำไปอบแห้ง ชั่งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

- SETTLEABLE SOLIDS คือตะกอนขนาดใหญ่และหนัก สามารถตกตะกอนได้ เนื่องจากสิ่งเจือปนในน้ำมีทั้งสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ สารอินทรีย์ที่ประกอบด้วยคาร์บอนเป็นส่วนใหญ่ เมื่อเผาในอากาศจะกลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำระเหยไป แต่สารอนินทรีย์จะยังคงอยู่ ส่วนที่เป็นสารอินทรีย์ที่ระเหยออกไปได้เมื่อเผาเรียกว่า VOLATILE SOLIDS ส่วนที่คงอยู่ ได้แก่เกลืออนินทรีย์เรียกว่า FIXED SOLIDS

การวิเคราะห์หาค่า SOLIDS มีความสำคัญดังนี้ คือ

- ก) ปริมาณ TOTAL SOLIDS แสดงถึงปริมาณสิ่งเจือปนทั้งหมดในน้ำว่ามีมากน้อยเพียงไร
- ข) ปริมาณ SUSPENDED SOLIDS มีความสำคัญมากในการควบคุมคุณภาพของแหล่งน้ำธรรมชาติ เนื่องจากสารแขวนลอยนี้จะกั้นแสงแดดที่ส่องลงมาในน้ำ ยังผลให้การสังเคราะห์แสงของพืชน้ำลดลง เป็นการลดปริมาณออกซิเจนในน้ำวิธีหนึ่ง
- ค) ปริมาณ VOLATILE SOLIDS บอกให้ทราบถึงปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำอย่างคร่าว ๆ
- ง) ค่า SETTLEABLE SOLIDS ทำให้ทราบว่าในระบบบำบัดน้ำเสียจำเป็นต้องมีถังตกตะกอนหรือไม่ และเพื่อหาขนาดของเครื่องสูบลมตะกอน

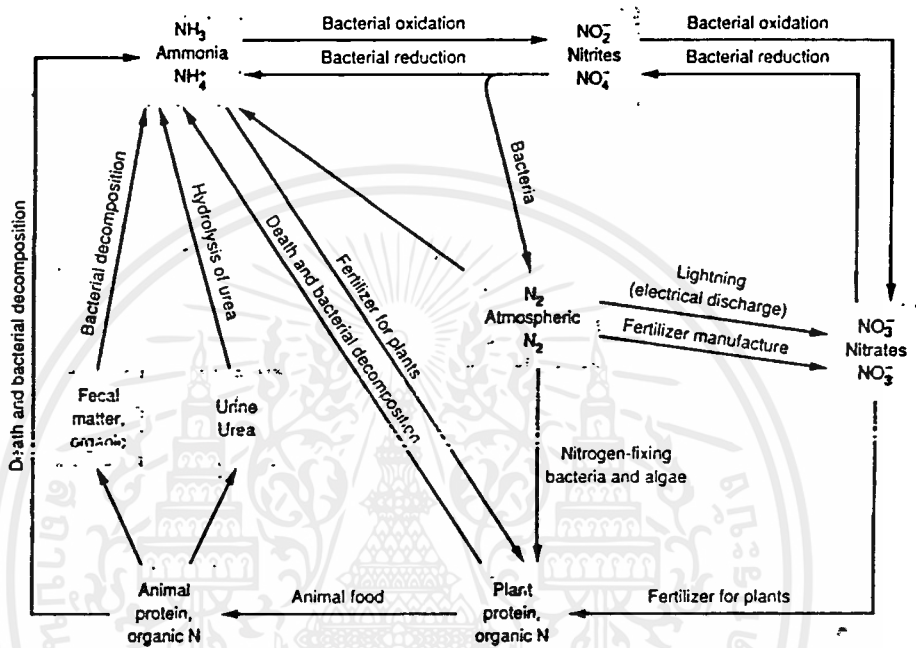
5.) ไนโตรเจน (NITROGEN)

ไนโตรเจน เป็นธาตุที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต ดังนั้นในการกำจัดการน้ำโสโครก โดยวิธีชีววิทยา ซึ่งใช้แบคทีเรียช่วยในการย่อยสลาย จำเป็นต้องมีปริมาณไนโตรเจนมากพอสำหรับการเจริญเติบโตของแบคทีเรีนั้น ไนโตรเจนในน้ำโสโครกอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ (ORGANIC NITROGEN), NITRITE (NO_2^-), NITRATE (NO_3^-) และแอมโมเนีย (NH_4^+)

การเติมออกซิเจนในสารประกอบไนโตรเจนโดยจุลินทรีย์ เรียกว่า NITRIFICATION เกิดขึ้น เป็นขั้น ๆ ดังนี้



ปฏิกิริยานี้อาจเกิดขึ้นในทางตรงกันข้าม ถ้ามีออกซิเจนในน้ำน้อย ปริมาณออกซิเจนในสารประกอบไนโตรจะถูกนำมาใช้เกิดปฏิกิริยาในทางตรงกันข้ามเรียกว่า DENITRIFICATION สารประกอบไนโตรเจน ทั้ง 4 ประเภทมีความสัมพันธ์กันเป็นวงจร (NITROGEN CYCLE) ดังรูป

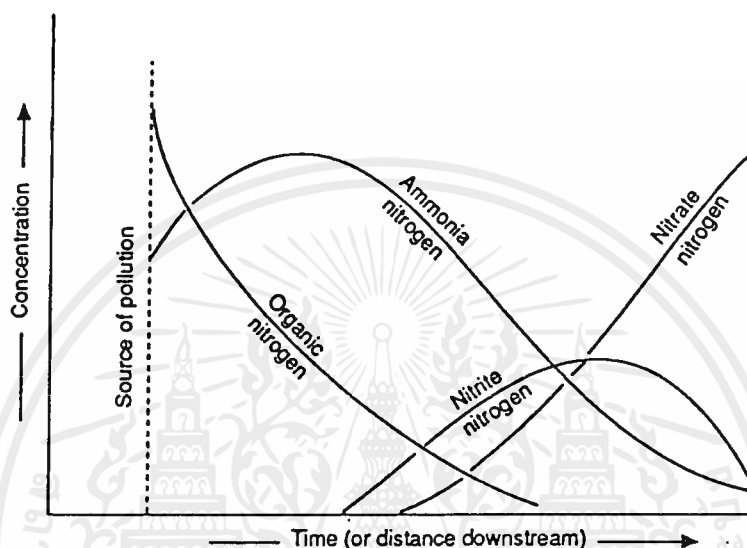


รูป 3.4 NITROGEN CYCLE

ไนโตรเจนที่อยู่ในน้ำโสโครก ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของ ORGANIC NITROGEN เช่น สารประกอบโปรตีน, ยูเรีย ฯลฯ และ NH_3

ไนโตรท ถ้ามีอยู่ในน้ำมากอาจก่อให้เกิดปัญหา ALGAE BLOOM หรือ EUTROPHICATION ได้เนื่องจาก NO_3^- เป็นสารที่ไปเร่งการเจริญเติบโตของพืชโดยเฉพาะสาหร่ายสีเขียว

ข้อดีของไนโตรทก็คือ ชลอการเน่าเหม็นของน้ำได้ ถึงแม้ว่าออกซิเจนในน้ำจะหมดไป ANAEROBIC BACTERIA จะดึงเอาออกซิเจนจาก NO_3^- มาใช้ก่อนที่จะเอาออกซิเจนจาก SO_4^{--} มาใช้ (การดึงออกซิเจนจากซัลเฟตมาใช้ จะทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเนื่องจากเกิดซัลไฟด์) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.5 การเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนกับเวลา

รูปที่ 3.5 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบไนโตรเจนในน้ำ ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนจะเห็นว่าเมื่อเวลาผ่านไป ORGANIC NITROGEN จะลดลงเรื่อยๆ พร้อมกับการเพิ่มขึ้นของ NH_3 , ซึ่งก็จะเปลี่ยนเป็น NO_2^+ และ NO_3^- เมื่อถึงจุดหนึ่งสารประกอบไนโตรเจนทั้งหมดจะกลายเป็น NO_3^- ทั้งหมด

NH_3 ในน้ำโสโครกจะอยู่ในรูปของเกลือแอมโมเนีย (NH_4^+) ปริมาณของ ORGANIC-NITROGEN รวมกับ AMMONIA-NITROGEN เรียกว่า TOTAL NITROGEN ในระบบกำจัดน้ำโสโครกแบบใช้ออกซิเจน ปริมาณของ TOTAL NITROGEN จะต้องเพียงพอให้แบคทีเรียเจริญได้เต็มที่ อัตราส่วน BOD : NITROGEN อย่างน้อยควรจะเป็น 100:5

6.) ฟอสฟอรัส (PHOSPHORUS)

ฟอสฟอรัส ก็เป็นธาตุที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์อีกธาตุหนึ่ง ปกติในแหล่งน้ำตามธรรมชาติจะมีฟอสฟอรัสอยู่เป็นจำนวนมาก ส่วนใหญ่เกิดจากผุสัฟอกในน้ำทิ้ง ซึ่งอยู่ในรูปของ POLY-PHOSPHATE ถ้าฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำมีมากเกินไป จะทำให้เกิดปรากฏการณ์ ALGAL BLOOM และเมื่อสาหร่ายเหล่านี้ตายไปจะเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำ และทำให้แหล่งน้ำนั้นเน่าเสียได้

ในขบวนการบำบัดน้ำเสียแบบใช้ออกซิเจน จำเป็นต้องใช้ฟอสฟอรัสเพื่อช่วยในการเจริญเติบโตของแบคทีเรียโดยทั่วไปอัตราส่วน BOD : N : P ควรจะเป็น 100 : 5 : 1



3.2 การบำบัดน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสียที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไป สามารถแบ่งออกตามหลักการที่ใช้ได้เป็น 4 ประเภท คือ

- 1 ระบบบำบัดทางฟิสิกเคมี (PHYSICOCHEMICAL)
- 2 ระบบบำบัดทางเคมี
- 3 ระบบบำบัดทางชีววิทยา
- 4 ระบบบำบัดทางกายภาพ

3.2.1 ระบบบำบัดทางฟิสิกเคมี (PHYSICOCHEMICAL)

ใช้ในการกำจัดสารมลพิษทั้งที่เป็นสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ในน้ำเสีย มีหลายกระบวนการ เช่น การดูดติดผิวด้วยคาร์บอน (CARBON ABSORPTION) การแลกเปลี่ยนไอออน (ION EXCHANGE) แก๊สstripping(GAS STRIPPING) ฯลฯ แต่ที่นิยมใช้มากที่สุดคือ การดูดซับด้วยคาร์บอน และการแลกเปลี่ยนไอออน อย่างไรก็ตามการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีฟิสิกเคมีโดยทั่วไปจะเสียค่าใช้จ่ายสูงกว่าการบำบัดด้วยวิธีอื่นจึงมักใช้ในการบำบัดขั้นสูง(ADVANCED-TREATMENT หรือ TERTIARY TREATMENT) เพื่อกำจัดสารมลพิษบางชนิดที่มีความเข้มข้นต่ำมาก (TRACE AMOUNT) และไม่เหมาะสมที่จะบำบัดด้วยวิธีอื่นเท่านั้น

3.2.1.1 การดูดติดผิวด้วยคาร์บอน

การบำบัดน้ำเสียโดยการดูดติดผิวด้วยถ่าน สามารถใช้แยกสิ่งสกปรกทั้งที่เป็นสารอินทรีย์และอนินทรีย์ เช่นซีโอติ บีโอติ สี กลิ่น รส ยาฆ่าแมลง สารซักฟอก ฯลฯ ถ่านที่ใช้เป็นถ่านพิเศษ เรียกว่า ถ่านกัมมันต์ (ACTIVATED CARBON) อัตราการติดผิวแปรผันกลับกับกำลังสองของเส้นผ่าศูนย์กลางของโมเลกุลของสารมลพิษ เพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารมลพิษในน้ำเสีย ลดลงตามการเพิ่มของน้ำหนักโมเลกุลของสารมลพิษ แปรผันตามกำลังสองของเวลาสัมผัสระหว่างโมเลกุลของสิ่งสกปรกกับถ่านกัมมันต์ และเพิ่มขึ้นถ้าค่าพีเอชลดลง เมื่อถ่านกัมมันต์ถูกใช้งานไปนาน ๆ รูปพรุนของถ่านกัมมันต์จะอุดตันด้วยโมเลกุลของสารต่างๆ ทำให้หมดประสิทธิภาพในการดูดติดผิว ซึ่งอาจจะสังเกตได้จากสี กลิ่น หรือโดยการวิเคราะห์ปริมาณสารที่ต้องการกำจัดก่อนและหลังผ่านระบบบำบัด ก็แสดงว่าระบบหมดขีดความสามารถแล้ว ก็แสดงว่าในกรณีเช่นนี้ต้องทำการฟื้นฟูคุณภาพถ่านกัมมันต์ หรือเปลี่ยนใหม่

3.2.1.2 การแลกเปลี่ยนไอออน

ใช้มากที่สุดในการแก้ความกระด้างของน้ำ และในการทำให้น้ำบริสุทธิ์ปราศจากแร่ธาตุ (DEMINERALIZATION) เพื่อใช้ในการทำไอน้ำและในงานอุตสาหกรรมบางชนิด สำหรับในการบำบัดน้ำเสียนั้น ไอออนเอกซ์เชนจ์ใช้กันมากในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะ และใช้ในการกำจัดแอมโมเนีย การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีแลกเปลี่ยนไอออนอาจทำได้ 2 แบบ คือ แบบเป็นแบทช์ (BATCH) (น้ำเสียจะถูกกวนผสมกับเรซินในถังปฏิกริยา จากนั้นจึงแยกเรซินออกโดยการตกตะกอน) และแบบต่อเนื่อง(เรซินจะบรรจุอยู่ในถังรูปทรงกระบอก น้ำเสียจะถูกปล่อยให้ไหลผ่านชั้นเรซิน) เมื่อใช้งานไปนาน ๆ เรซินจะหมดประสิทธิภาพ ต้องฟื้นฟูคุณภาพโดยล้างเรซินด้วยน้ำเกลือหรือกรดหรือด่าง แล้วแต่ชนิดของเรซิน สำหรับการควบคุมดูแลระบบกระทำได้ เช่นเดียวกับระบบถ่านกัมมันต์

3.2.1.3 การใช้สารเคมีในการตกตะกอน (CHEMICAL COAGULATION)

ในน้ำเสียที่มีสารแขวนลอยขนาดใหญ่ สารแขวนลอยนั้นอาจตกตะกอนแยกตัวออกจากน้ำด้วยน้ำหนักของตนเอง แต่ถ้าเป็นอนุภาคแขวนลอยที่มีขนาดเล็กน้ำหนักเบาจะไม่สามารถจมตัวได้ด้วยน้ำหนักของอนุภาคเอง ส่วนอนุภาคคอลลอยด์ที่แขวนลอยอยู่ในน้ำเสียต่างก็มีประจุไฟฟ้า ซึ่งจะเป็นประจุชนิดใดก็ขึ้นอยู่กับชนิดของอนุภาคนั้น ๆ เมื่อแต่ละอนุภาคซึ่งต่างมีประจุที่เหมือนกันแขวนลอยอยู่ก็จะมีแรงผลักรังที่เกิดจากประจุในน้ำที่ล้อมรอบอนุภาคนั้น ทำให้ไม่สามารถรวมตัวกันได้เป็นอนุภาคใหญ่ จึงไม่สามารถแยกตัวออกจากน้ำได้ด้วยน้ำหนักของอนุภาคเองเช่นกัน การที่จะให้อนุภาคขนาดเล็กที่มีน้ำหนักเบา และอนุภาคคอลลอยด์แยกตัวออกจากน้ำเสียได้ จะต้องมียุติการที่ทำให้อนุภาคเหล่านั้นรวมตัวกันเป็นอนุภาคใหญ่และมีน้ำหนักพอที่จะสามารถจมตัวได้ วิธีการดังกล่าวนี้ที่ใช้โดยทั่วไป คือ การเติมสารเคมีเพื่อไปเป็นตัวประสานให้อนุภาคขนาดเล็กมาจับตัวกัน หรือถ้าในบางกรณีที่เป็นอนุภาคคอลลอยด์ สารเคมีที่เติมลงไปจะเป็นชนิดที่ทำลายประจุที่ล้อมรอบอนุภาค ทำให้แรงผลักรังหายไป แล้วสารเคมีชนิดนั้น (หรือในบางกรณีอาจจะใช้สารเคมีอีกชนิดหนึ่ง) จะเป็นตัวประสานให้อนุภาคคอลลอยด์นั้นจับตัวกัน การทำให้อนุภาคเล็กๆ จับตัวกันเป็นอนุภาคใหญ่ด้วย สารเคมีนี้เรียกว่า เคมีคัลโคเอ็กกูเลชั่น(CHEMICAL COAGULATION) สารเคมีที่ใช้เรียกว่า โคเอ็กกูแลนต์หรือฟล็อกคูแลนต์ (COAGULANT OR FLOCCULANT) ที่รู้จักกันดีและใช้โดยทั่วไปได้แก่ สารส้ม ปูนลอมและไฮดรอกไซด์ (III) คลอไรด์

ในการทำเคมีคัลโคเอ็กกูเลชั่น เมื่อเติมสารเคมีลงไปในน้ำเสียจะต้องกวนให้สารเคมีผสมไป ในน้ำอย่างรวดเร็วทันที เพื่อให้สารเคมีนั้นสลายตัวและกระจายไปได้ทั่ว เมื่อเกิดอนุภาคเล็กๆ ลักษณะเหนียวหยุ่น ซึ่งเรียกว่า ฟล็อก(FLOC) ที่มองเห็นได้ชัดจะต้องเปลี่ยนจากการกวนอย่างรวดเร็วมาเป็นการกวนอย่างช้าๆ เพื่อไม่ให้ฟล็อกที่เกิดขึ้นแตกกระจาย และเพื่อให้ฟล็อกที่เกิดขึ้นมีโอกาสได้จับตัวกับอนุภาคขนาดเล็ก หรืออนุภาคคอลลอยด์ที่ถูกสะเทินประจุที่ล้อมรอบแล้ว กลายเป็นอนุภาคที่มีขนาดใหญ่ มีน้ำหนักพอที่จะแยกหรือจมตัวออกจากน้ำเสียได้ โดยทั่วไปเวลาที่ใช้ในการกวนอย่างรวดเร็วประมาณ 1/2 - 2 นาที และเวลาในการกวนอย่างช้าๆ ประมาณ 12-30 นาที ซึ่งประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้สารเคมีในการทำให้อนุภาคเหล่านี้ รวมตัวกันได้ดีที่สุด จะต้องมีการควบคุมค่าสภาพต่าง โดยทั่วๆ ไปใช้วัดเอาจากค่าพีเอช ค่าพีเอชที่เหมาะสมสำหรับโคเอ็กกูแลนต์ชนิดหนึ่งๆ มีค่าแตกต่างกันไป เช่น สารส้มมีค่าพีเอชที่เหมาะสม อยู่ระหว่าง 5-6.5 ถ้าในน้ำเสียมีค่าพีเอชไม่ได้ในพิสัยดังกล่าว ให้ปรับจนได้ดังพิสัยแล้วจึงเติมสารส้มลงไป

ในการกำจัดอนุภาคขนาดเล็กมากและอนุภาคคอลลอยด์ด้วยวิธีนี้จำเป็นต้องศึกษาทดลองในห้องปฏิบัติการโดยวิธีที่เรียกว่า จาร์เทสต์ (JAR TEST) เพื่อหาค่าสภาพต่าง พีเอชและปริมาณสารเคมีที่เหมาะสมในการบำบัดให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ระบบบำบัดทางเคมี

วิธีบำบัดทางเคมีส่วนใหญ่ใช้กำจัดมลสารที่เป็นสารอนินทรีย์ กระบวนการทางเคมีที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียมีหลายประเภท เช่น การทำให้เป็นกลาง (NEUTRALIZATION) การทำให้เกิดตะกอน (PRECIPITATION) ออกซิเดชัน-รีดักชัน (OXIDATION-REDUCTION) และคลอรีนชัน (CHLORINATION) เป็นต้น

3.2.2.1 การทำให้เป็นกลาง

น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไป มักจะไม่เป็นกลาง เช่น น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมเคมีผลิตกรดหรือด่าง ซึ่งน้ำเสียจากโรงงานประเภทนี้เป็นพวกสารอนินทรีย์ ดังนั้นในการบำบัดเพียงใช้วิธีการทำให้เป็นกลาง โดยการปรับค่าพีเอชด้วยกรดหรือด่างแล้วแต่กรณีเท่านั้น ก็สามารถจะปล่อยทิ้งลงแหล่งน้ำได้ โดยให้พีเอชมีค่าอยู่ระหว่าง 5-9 ตามมาตรฐานน้ำทิ้งของกระทรวงอุตสาหกรรม

กรดที่ใช้ในการลดค่าพีเอชที่ใช้กันทั่วไป ได้แก่ กรดซัลฟิวริกเข้มข้นหรือกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ส่วนด่างที่ใช้ในการเพิ่มค่าพีเอชที่ใช้กันโดยทั่วไปได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์และปูนโลม์

ระบบการปรับค่าพีเอชนั้นประกอบด้วยถังผสม ทำหน้าที่ผสมกรดหรือด่างให้เข้ากับน้ำเสีย ถังพักทำหน้าที่ให้ปฏิกิริยาระหว่างกรดหรือด่างกับน้ำเสียเกิดอย่างสมบูรณ์ที่สุด ดังนั้นผู้ควบคุมต้องคอยวัดค่าพีเอชเป็นระยะๆ หรือถ้าจะให้สะดวกก็ใช้ระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ (pH MONITOR) ซึ่งจะควบคุมค่าพีเอชให้ได้ตามต้องการ

การใช้ปูนโลม์มีข้อดีตรงที่ราคาถูก และทำให้เกิดตะกอนของสารบางชนิดด้วย แต่มีข้อเสียตรงที่ปริมาณสลัดจ์มีค่อนข้างมาก และอาจทำให้เกิดตะกอนในเส้นท่อได้ ถ้าใช้ปูนโลม์ในรูปของสารละลายในขณะที่ใช้งานจะต้องกวนอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้ปูนโลม์ละลายได้ดีและไม่ตกตะกอนอยู่กันถึง

3.2.2.2 การตกตะกอน

เป็นการเติมสารเคมีลงไปในน้ำเสีย เพื่อให้ไปทำปฏิกิริยากับสารมลพิษที่ละลายอยู่ในน้ำเสียเกิดเป็นตะกอนหนักซึ่งจมตัวได้ วิธีนี้ต่างกับวิธีโคแอกกูเลชัน (COAGULATION) ซึ่งเป็นการเติมสารเคมีเพื่อช่วยให้สารพิษที่เป็นตะกอนขนาดเล็กรวมตัวกันเป็นตะกอนใหญ่ ตัวอย่างการบำบัดน้ำเสียด้วยการทำให้เกิดตะกอน ได้แก่ การกำจัดฟอสเฟต ตะกั่ว และสังกะสีด้วยปูนโลม์ ในทางปฏิบัติถ้าตะกอนที่เกิดขึ้นขนาดเล็กและเบาต้องใช้วิธีโคแอกกูเลชันเข้าช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการควบคุมระบบบำบัดแบบนี้ จะต้องปรับปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการทำให้ตกตะกอนให้เหมาะสม (OPTIMUM DOSE) เพราะถ้าใช้มากเกินไปจะทำให้ขุ่น และทำให้พีเอชเป็นต่างมาก ต้องใช้กรดปรับพีเอชลงมาให้เป็นกลางก่อนจะปล่อยทิ้ง

3.2.2.3 วิธีออกซิเดชัน-รีดักชัน

เป็นวิธีการทางเคมีที่ใช้กันมาก ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะซึ่งมีสารประกอบของโลหะต่าง ๆ เจือปนอยู่ ในการบำบัดต้องเติมสารเคมีลงไป เพื่อให้ทำปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือรีดักชันกับสารประกอบที่ต้องการกำจัด ทำให้สารประกอบนั้นเปลี่ยนรูปไปเป็นสารประกอบอื่นที่ไม่เป็นพิษหรือตกตะกอนได้ สารเคมีที่ใช้เป็นตัวทำให้เกิดออกซิเดชัน ได้แก่ อากาศ ออกซิเจน โอโซน คลอรีน ไฮโปคลอไรต์ เปอร์แมงกาเนต ไครเมตและไนเตรต ส่วนสารเคมีที่ทำให้เกิดรีดักชัน ได้แก่ ไอร์ออน (II)ซัลเฟต โซเดียมเมตาไบซัลเฟต ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ฯลฯ ตัวอย่างการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีออกซิเดชัน ได้แก่การกำจัดไซยาไนด์ในน้ำเสียของโรงงานชุบโลหะ สารเคมีที่ใช้คือ คลอรีน หรือไฮโปคลอไรต์ ตัวอย่างการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีรีดักชันคือ การบำบัดน้ำเสียจาก โรงงานชุบโลหะที่มีสารประกอบโครเมต หรือกรดโครมิกละลายปนอยู่ การบำบัดใช้ไอร์ออน(II)ซัลเฟตไปทำปฏิกิริยากับสารประกอบโครเมต ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นได้ดีที่พีเอชต่ำกว่า 3 จึงต้องเติมกรดซัลฟิวริกไปด้วย จากนั้นจึงเติมปูนโลม์ลงไปเพื่อตกตะกอนอีกชั้นหนึ่ง

การควบคุมระบบบำบัดแบบนี้ ค่าพีเอชมีความสำคัญมาก จะต้องปรับพีเอชให้ได้ค่าพอเหมาะ ปฏิกิริยาจึงจะเกิดขึ้นได้สมบูรณ์ หรือถ้าใช้ไฮโปคลอไรต์หรือปูนโลม์มากเกินไป พีเอชจะเป็นต่างสูง ต้องใช้กรดปรับพีเอชลงมาให้เป็นกลางก่อนที่จะปล่อยน้ำทิ้งไป การวิเคราะห์หาค่าปริมาณโลหะที่ต้องการกำจัดก่อนหรือหลังการบำบัด จะเป็นการช่วยให้ทราบถึงประสิทธิภาพของการบำบัดหรือปฏิกิริยาเคมีว่าเกิดขึ้นสมบูรณ์เพียงใด

3.2.2.4 คลอรีเนชัน

การเติมแก๊สคลอรีน หรือสารประกอบคลอรีนลงไปในน้ำเสีย โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำเสียจากชุมชน มีจุดมุ่งหมายเพื่อฆ่าเชื้อโรคที่เป็นแบคทีเรียและไวรัสบางชนิด นอกจากนี้ยังใช้เพื่อประโยชน์อย่างอื่นอีก เช่น การกำจัดกลิ่น สี การควบคุมการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต ฯลฯ แต่ประโยชน์ที่สำคัญที่สุดของคลอรีนในการบำบัดน้ำเสียได้แก่ การฆ่าเชื้อโรค ตารางที่ 3.12 แสดงปริมาณคลอรีนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรคสำหรับน้ำเสียจากระบบบำบัดต่าง ๆ ปริมาณที่แน่นอนควรจะหาโดยการทดลองในห้องปฏิบัติการ

สารประกอบคลอรีนที่ใช้กันมากที่สุดได้แก่ แคลเซียม และโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ดังนั้น การควบคุมระบบที่สำคัญ คือการควบคุมปริมาณคลอรีนให้เหมาะสมกับความต้องการ วิธีที่ง่ายที่สุดได้แก่การใช้คนคอยปรับอัตราการเติมคลอรีน การหาปริมาณคลอรีนที่ต้องการนั้นปกติหากคำไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดปริมาณคลอรีนตกค้างหลังจากทำปฏิกิริยากับน้ำเสียขนาดประมาณ 15 ถึง 30 นาที น้ำเสียควรมีคลอรีนตกค้างเหลืออยู่ประมาณ 0.5 มก./ลบ.ดม. นอกจากนี้ยังอาจใช้เครื่องเติมคลอรีนอัตโนมัติซึ่งสะดวกและเหมาะสมสำหรับโรงงานบำบัดน้ำเสียขนาดใหญ่

ตารางที่ 3.12 ปริมาณคลอรีนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรค

น้ำจากชุมชน	ปริมาณคลอรีน (AVAILABLE CHLORINE) (มก./ลบ.ดม.)
ที่ไม่ผ่านการบำบัด	6-25
ผ่านระบบบำบัดเบื้องต้น	5-20
บำบัดด้วยการตกตะกอนโดยใช้สารเคมี	2-6
ระบบโปรยกรอง	3-15
ระบบแอ็คทิเวเตดสลัดจ์	2-8
ผ่านการกรองหลังจากบำบัดด้วยระบบแอ็คทิเวเตดสลัดจ์	1-5

3.2.3 ระบบบำบัดทางชีววิทยา

การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีชีววิทยา เป็นวิธีที่ใช้กันมากที่สุดในการกำจัดสารอินทรีย์ออกจากน้ำเสีย จุลินทรีย์ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรีย จะทำลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ด้วยปฏิกิริยาเคมีแบบใช้และไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ ดังนั้นการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีชีววิทยาจึงแบ่งตามปฏิกิริยาชีวเคมีออกได้เป็น การบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ (ANAEROBIC TREATMENT) และการบำบัดแบบใช้ออกซิเจนอิสระ (AEROBIC TREATMENT)

การบำบัดด้วยวิธีชีววิทยาจะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- (ก) ถึงปฏิกิริยา(REACTOR)ซึ่งใช้เป็นที่ให้แบคทีเรียทำปฏิกิริยาย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย
- (ข) การควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย
- (ค) การแยกตะกอนแบคทีเรียออกจากน้ำที่ออกจากถังปฏิกิริยา

อย่างไรก็ตามในการควบคุมระบบชีววิทยาทั้งสองแบบมีหลักการ และรายละเอียดที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งอธิบายได้ดังต่อไปนี้

3.2.3.1 ระบบบำบัดแบบแอนแอโรบิก

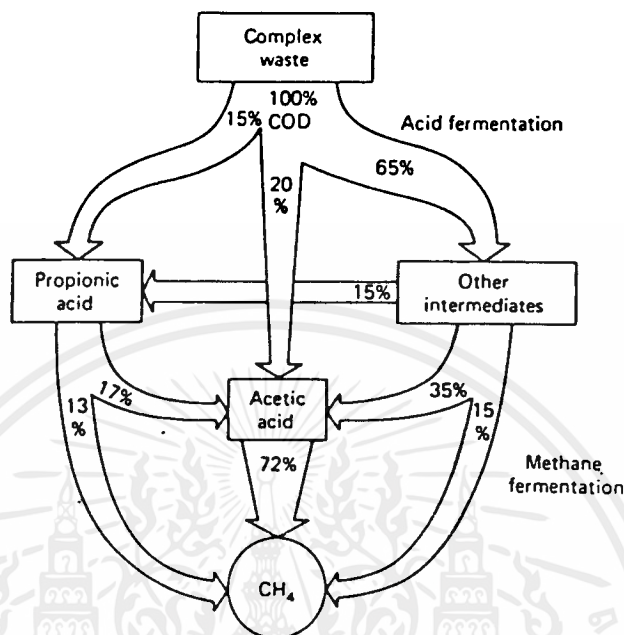
การทำงานของระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนอิสระนั้น กล่าวได้ง่าย ๆ ว่ามีปฏิกิริยาชีวเคมีเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ในขั้นตอนแรกสารอินทรีย์ต่าง ๆ ในน้ำเสีย เช่น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ จะถูกแบคทีเรียประเภทที่ดำรงชีพอยู่ได้ทั้งในสภาพที่มี และไม่มีออกซิเจนอิสระ (FACULTATIVE BACTERIA) และประเภทที่ดำรงชีพอยู่ได้เฉพาะที่ไม่มีออกซิเจนอิสระ (ANAEROBIC BACTERIA) กลุ่มหนึ่งที่เรียกว่า กลุ่มผลิตกรด (ACID FORMERS) ปล่อยเอนไซม์ออกมาเพื่อไฮโดรไลซ์ และทำการย่อยสลายสารอินทรีย์นั้นให้เป็นกรดอินทรีย์ขนาดโมเลกุลเล็ก ๆ หลายชนิด ที่สำคัญได้แก่กรดแอซิดิกและกรดไพรูวอนิก ปริมาณสารอินทรีย์วัดเป็นค่าซีโอดีจะกลายเป็นกรดแอซิดิกถึงร้อยละ 72 ในขั้นนี้สารอินทรีย์เพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ถูกนำไปใช้ในการสร้างเซลล์ใหม่ ปริมาณซีโอดีก็ยังไม่เปลี่ยนแปลง เพราะกรดอินทรีย์ต่าง ๆ นี้เป็นสารอินทรีย์ซึ่งแบคทีเรียย่อยสลายได้และวัดเป็นซีโอดีได้เช่นกัน การบำบัดในขั้นตอนนี้จึงเป็นการเตรียมการเพื่อการบำบัดในขั้นต่อไป

ในขั้นที่สอง กรดอินทรีย์ต่าง ๆ ที่ผลิตได้ จะถูกแบคทีเรียประเภทที่ดำรงชีพไม่ได้ในภาวะที่มีออกซิเจนอิสระอยู่ (OBLIGATE ANAEROBIC BACTERIA) อีกกลุ่มหนึ่งที่เรียกว่า กลุ่มผลิตมีเทน (METHANE FORMERS) ทำลายกลายเป็นแก๊สต่าง ๆ ที่สำคัญได้แก่ มีเทน และคาร์บอนไดออกไซด์ จึงทำให้ปริมาณชีโอดีและบีโอดีลดลง ปริมาณแก๊สมีเทนที่เกิดขึ้นจะแสดงถึงประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัด ในการเดินระบบบำบัดแบบนี้ จำเป็นต้องควบคุมสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ให้เหมาะสม เพื่อให้แบคทีเรียทั้งสองประเภททำงานได้ต่อเนื่องและสมดุลกัน สภาพแวดล้อมที่สำคัญได้แก่ สภาพไร้ออกซิเจนอิสระ ค่าพีเอช อุณหภูมิ ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ สภาพต่าง กรดอินทรีย์ระเหย สภาพต่างไบคาร์บอเนต (BICARBONATE ALKALINITY) โลหะเป็นพิษ อัตราการเติมสารอินทรีย์ต่อวัน (LOADING) เวลาในการบำบัด (HYDRAULIC RETENTION TIME , HRT) และอายุของสลัดจ์ (SLUDGE RETENTION TIME , SRT) ผู้ควบคุมระบบต้องผู้ควบคุมระบบต้องตรวจหรือวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นเป็นประจำทุกวัน เพื่อให้ทราบถึงสภาพการทำงานของระบบว่ามีประสิทธิภาพดีหรือไม่เพียงใด



รูปที่ 3.6 ปฏิกิริยาชีวเคมีแบบไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ



รูปที่ 3.7 แผนภาพแสดงการเกิดก๊าซมีเทนในขบวนการหมักแบบไร้อากาศ

สำหรับระบบบำบัดที่ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและมีเสถียรภาพ สภาพแวดล้อมต่างๆ ควรเป็นดังนี้ คือ

ก) ธาตุอาหาร ระบบนี้ต้องการธาตุอาหารไม่มาก อัตราส่วนซีโอดี : ไนโตรเจน : ฟอสฟอรัส ที่ต้องการต่ำสุดเท่ากับ 500 : 5.5 : 1 ดังนั้นต้องทำการวิเคราะห์หาค่าไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำเสียที่จะบำบัดว่ามีอยู่มากน้อยเพียงใด ถ้าต่ำกว่าอัตราส่วนที่ต้องการ ก็จำเป็นต้องเพิ่มเติมให้ครบ สารที่นิยมใช้ในการเพิ่มเติมคือยูเรีย และกรดฟอสฟอริก

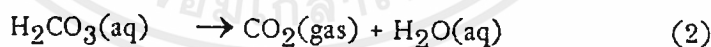
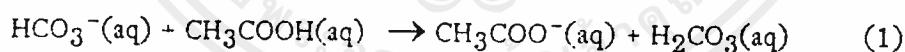
ข) สภาพไร้ออกซิเจนอิสระ ระบบบำบัดจะต้องอยู่ในสภาพที่ปราศจากออกซิเจนอิสระ เพราะออกซิเจนอิสระไม่เอื้ออำนวยต่อสภาพการทำงานของแบคทีเรีย กลุ่มผลิตแก๊สมีเทน ระบบบำบัดจึงต้องเป็นระบบปิด เช่น ในกรณีของถังหมัก มีวาล์วปิดเปิดได้โดยอัตโนมัติสำหรับให้แก๊สที่เกิดขึ้นดันออกสู่ภายนอกได้ แต่อากาศภายนอกเข้าไม่ได้ หรือในกรณีของบ่อหมัก (ANAEROBIC LAGOONS) ต้องมีความลึกมากกว่า 2.50 เมตร เพื่อให้เกิดสภาพไร้ออกซิเจนอย่างแท้จริงที่ก้นบ่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค) อุณหภูมิ ในระบบบำบัดแบบแอนแอโรบิกนี้ แบคทีเรียสามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่างกัน 2 ช่วง คือ ช่วงเมโซฟิลิก (MESOPHILIC RANGE) คือ ช่วงอุณหภูมิ 30-37 องศาเซลเซียส และช่วงเทอร์โมฟิลิก (THERMOPHILIC RANGE) คือ ช่วงอุณหภูมิ 47-55 องศาเซลเซียส ดังนั้นเมื่ออุณหภูมิต่ำหรือสูงกว่าช่วงดังกล่าว แบคทีเรียทำงานได้ไม่ดี ประสิทธิภาพของระบบจะลดต่ำลง เช่น ในช่วงอากาศหนาวเย็น ซึ่งสังเกตได้จากปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นจะลดน้อยลงทันที

ง) พีเอช สภาพเป็นกรดหรือสภาพเป็นด่างมีความสำคัญต่อระบบบำบัดทางชีววิทยามาก ถ้าเป็นกรดหรือด่างมากไปจะทำให้ระบบทำงานได้ไม่ดี หรืออาจร้ายแรงถึงขั้นเป็นพิษทำให้ระบบล้มเหลวได้ ดังนั้น น้ำเสียก่อนจะส่งเข้าระบบต้องปรับให้เป็นกลาง หรือให้มีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 6-8 สำหรับระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนอิสระจะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อพีเอชของระบบมีค่าที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 6.6 - 7.8 ดังนั้น ในการควบคุมระบบบำบัดแบบนี้จึงต้องตรวจสอบค่าพีเอชเป็นประจำทุกวัน ค่าพีเอชมักจะต่ำลงได้เนื่องจากมีการอินทรีย์ต่างๆ เกิดขึ้นดังกล่าวแล้วข้างต้น ถ้าค่าพีเอชลดต่ำลงมากอย่างกระทันหัน ก็จะสามารถทำให้ระบบล้มเหลวได้ทันที

จ) ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นผิดปกติในระบบการหมักเป็นตัวชี้ให้เห็นว่าระบบกำลังจะล้มเหลว การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์นี้ อาจจะเนื่องมาจากน้ำเสียมีสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่ายปนอยู่มาก ทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ได้มากในสภาพไม่มีออกซิเจนอิสระ อย่างไรก็ตาม ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น อาจจะเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาวะทางเคมีในระบบการหมักซึ่งมักเกิดขึ้นภายหลังจากระบบเกิดการล้มเหลวแล้ว ซึ่งแสดงให้เห็นได้ดังสมการ



ถ้าระบบอยู่ในภาวะปกติ ปฏิกริยาจะเกิดขึ้นเพียงขั้นเดียวตามสมการที่ (1)

จากสมการ (1) พบว่าถ้ากรดแอซิดิกเพิ่มขึ้น 250 มก./ลบ.ดม. จะทำลายสภาพต่างไบคาร์บอเนตได้ประมาณ 415 มก./ลบ.ดม. แต่ได้แอซิดซึ่งเทียบเท่าปริมาณสภาพต่างทั้งหมด (TOTAL ALKALINITY) เพียง 310 - 350 มก./ลบ.ดม. ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเมื่อปริมาณกรดเพิ่มขึ้น ปริมาณสภาพต่างไบคาร์บอเนตจะลดลง และได้สภาพต่างแอซิดมาแทนเป็นผลให้ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น (ตามสมการ 2) แต่ลดปริมาณสภาพต่างทั้งหมดลงไปเล็กน้อยเท่านั้น แสดงให้เห็นว่าค่าสภาพต่างทั้งหมดมีความสำคัญน้อยมากในด้านการใช้เป็นตัวช่วยในการควบคุมระบบบำบัดแบบนี้

ฉ) ปริมาณสภาพต่างทั้งหมด และสภาพต่างไบคาร์บอเนต สภาพต่างทั้งหมดมีความสำคัญน้อยกว่าสภาพต่างไบคาร์บอเนตในการใช้เป็นตัวชี้บอกสภาวะการทำงานของระบบแอนแอโรบิก เนื่องจากสภาพต่างทั้งหมดเกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าดังกล่าวแล้วในหัวข้อ (จ) จึงไม่สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องบ่งชี้ที่ดีได้

ค่าพีเอชตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในระบบการหมักได้ไม่ดันทัก ถึงแม้ว่าโดยปกติจะถือว่าการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช เป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงค่าสภาพต่างไบคาร์บอเนต ที่ถูกแล้ว ค่าพีเอชเปลี่ยนเนื่องจากการเปลี่ยนความเข้มข้นของแอมโมเนียในโตรเจนมากกว่า แต่เนื่องจากการแยกยากที่จะแยกความสำคัญของค่าพีเอช และค่าสภาพต่างออกจากกันให้เห็นชัด จึงมักจะถือว่าเป็นผลมาจากอันเดียวกัน สภาพต่างไบคาร์บอเนตทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์เมื่อมีการดอินทรีย์เกิดขึ้นของระบบอันเนื่องมาจากการสลายตัวของสารอินทรีย์ในขั้นแรกของระบบ ทำให้ค่าพีเอชเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย (ดูสมการที่ 1 ในข้อ จ) แต่ถ้ามีสภาพต่างไบคาร์บอเนตต่ำ หรือกรดอินทรีย์มากเกินไป จนทำลายแอมโมเนียในโตรเจนที่มีอยู่หมดไป ทำให้เกิดมีการดอินทรีย์อิสระเหลืออยู่เป็นเหตุให้ค่าพีเอชลดต่ำลงได้มาก เมื่อเกิดกรณีเช่นนี้ขึ้น จำเป็นต้องรีบปรับพีเอชให้ขึ้นมาอยู่ในช่วงปกติทันที โดยใช้โซดาไฟหรือปูนโลม์ แล้วจึงใช้แอมโมเนียไบคาร์บอเนตหรือโซเดียมไบคาร์บอเนตเติมลงไปเพื่อรักษาปริมาณสภาพต่างไบคาร์บอเนต และอาจจะต้องใช้เติมในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบทุกวัน เพื่อรักษาปริมาณสภาพต่างไบคาร์บอเนตในระบบให้คงที่และมากพอ เนื่องจากจะมีส่วนหนึ่งสูญเสียไปกับน้ำทิ้งที่ออกจากระบบ แอมโมเนียไบคาร์บอเนตหรือโซเดียมไบคาร์บอเนตละลายน้ำมีฤทธิ์เป็นด่างอ่อน (พีเอชไม่เกิน 8) เมื่อใช้เติมในระบบจะไม่เพิ่มค่าพีเอชของระบบมากนัก และไม่ทำให้เกิดตะกอนของเกลือคาร์บอเนต จึงเป็นที่นิยมใช้เพิ่มค่าสภาพต่างไบคาร์บอเนต ถึงแม้ว่าราคาจะแพงกว่าปูนโลม์มากก็ตาม ปูนโลม์เมื่อละลายน้ำมีฤทธิ์เป็นด่างแก่ ถ้าใช้เติมในปริมาณมากเกินไปจะเพิ่มค่าพีเอชของระบบให้สูงขึ้นเกินกว่าค่าที่เหมาะสมได้ นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติละลายน้ำได้ช้า และทำให้เกิดตะกอนของแคลเซียมคาร์บอเนตขึ้นในระบบได้ โดยทั่วไปจึงใช้ในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าเป็นการชั่วคราว ไม่นิยมใช้ต่อเนื่องกันเป็นเวลานานด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น

สภาพความเป็นด่างจะบอกให้ทราบถึงว่ามีกำลังบัฟเฟอร์(BUFFERING CAPACITY) เหลืออยู่เท่าใดในระบบไร้อากาศ ถ้ากำลังบัฟเฟอร์ต่ำ ปริมาณกรดอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย จะทำให้ pH ลดลงได้อย่างมากและเร็ว ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อแบคทีเรียที่สร้างมีเทน ถ้าระบบมีสภาพต่างสูงพอ ระบบก็จะสามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงของกรดระเหยง่ายได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อกิจกรรมมากนัก ระดับของสภาพต่างควรสูงเท่าใดที่จะทำให้ระบบมีกำลังบัฟเฟอร์ที่เหมาะสมนั้นกำหนดตายตัวได้ยาก เพราะขึ้นอยู่กับลักษณะสมบัติและความเข้มข้นของน้ำเสีย ถ้าน้ำเสียมีความเข้มข้นสูง จะมีโอกาสผลิตคาร์บอนไดออกไซด์ได้มาก อาจเป็นผลให้กำลังบัฟเฟอร์ของระบบเพิ่มขึ้น โดยทั่วไประบบไร้ออกซิเจนควรมีสภาพสภาพต่างประมาณ 1,500 - 2,000 มก./ลบ.ดม. ปัจจัยที่สำคัญกว่าระดับสภาพความเป็นด่างคือ อัตราส่วนของความเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่ควรนำข้อมูลไปใช้ในการตัดสินใจ หรือดำเนินการใดๆ โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสาร

ของกรดระเหยง่ายต่อระดับสภาพต่างไบคาร์บอเนต ถ้ามีอัตราส่วนน้อยกว่า 0.4 จัดว่าระบบมีกำลังบัฟเฟอร์สูง การเพิ่มค่าอัตราส่วนนี้เป็นสัญญาณของการเสียสมดุลของระบบ และแสดงว่ากำลังบัฟเฟอร์ที่มีอยู่เดิมลดลงและไม่พอเพียง ถ้าอัตราส่วนนี้สูงกว่า 0.8 แสดงว่าระบบกำลังอยู่ในขั้นที่พีเอชจะลดลงอย่างรวดเร็ว ถึงแม้จะมีการเพิ่มกรดระเหยง่ายเพียงเล็กน้อย ด้วยเหตุนี้ ในระหว่างการควบคุมระบบไร้อากาศ จำเป็นที่จะต้องดูอัตราส่วนนี้และการเปลี่ยนแปลงของมัน

ข) กรดอินทรีย์ระเหยง่าย ปริมาณกรดอินทรีย์ระเหยง่ายเท่านั้น ที่ถือว่าเป็นตัวชี้ให้เห็นสภาพการทำงานของระบบการหมักที่แท้จริง ในการควบคุมระบบบำบัด ไม่จำเป็นต้องวิเคราะห์หาปริมาณที่แท้จริงว่าเป็นเท่าไร เพียงแต่วิเคราะห์หาปริมาณของกรดอินทรีย์ระเหยง่ายที่เหลืออยู่ในระบบเท่านั้น และสังเกตดูการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดซึ่งควรจะอยู่ในช่วงต่ำสุด ปริมาณกรดอินทรีย์ระเหยง่ายอาจเพิ่มขึ้นถึงจุดเป็นอันตรายต่อระบบ ในขณะที่ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ยังคงไม่เปลี่ยนแปลง หรือค่าพีเอชและสภาพต่างทั้งหมดอาจจะเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยจนถือได้ว่ายังไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง ไม่ว่าระบบจะล้มเหลวเนื่องจากค่าพีเอชลดต่ำลง หรือปริมาณกรดอินทรีย์ระเหยง่ายเพิ่มขึ้นก็ตาม ต่างก็ขึ้นอยู่กับปริมาณของสภาพต่าง อย่างไรก็ตาม ปริมาณกรดอินทรีย์ระเหยง่ายไม่ถือว่าเป็นสาเหตุแรกที่ทำให้ระบบล้มเหลว แต่จะเป็นตัวช่วยเสริมให้ระบบล้มเหลวเร็วขึ้น ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

เมื่อระบบเสียสมดุลไปจะเนื่องจากสาเหตุใดก็ตามที่กลายปะปนมาในน้ำเสีย ภูมิพีเอช โลหะเป็นพิษ หรืออัตราการเติมสารอินทรีย์ต่อวัน เป็นต้น จะทำให้แบคทีเรียประเภทผลิตแก๊สมีเทนที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมมากกว่าประเภทผลิตกรด หยุดชะงักและไม่ทำงาน ทำให้เกิดความไม่สมดุลขึ้นในระบบ โดยมีสารอินทรีย์ระเหยง่ายอิสระมากขึ้น เป็นเหตุให้ค่าพีเอชลดต่ำลงทันที หรือไปยับยั้งการทำงานของแบคทีเรียโดยตรง ระบบจะล้มเหลวไวยิ่งขึ้น ระบบที่ทำงานเป็นปกติจะมีค่าความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ระเหยง่ายไม่เกิน 2,000 มก./ลบ.ดม. แต่ถ้าความเข้มข้นเพิ่มขึ้นประมาณ 8,000-10,000 มก./ลบ.ดม. จะเกิดเป็นพิษต่อระบบขึ้นได้โดยตรง

ข) ปริมาณไอออนและโลหะหนัก ปริมาณไอออนและโลหะหนักในน้ำเสียหรือในระบบ ถ้ามีมากเกินไปจะเกิดเป็นพิษต่อแบคทีเรียในระบบได้โดยตรง ไอออนเหล่านี้มีทั้งแคโทไอออนและแอนไอออน ที่สำคัญได้แก่ K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , และ S^{2-} ส่วนโลหะหนักได้แก่ Cu, Zn, Ni และ Cr เป็นต้น

ดังนั้น ในการบำบัดด้วยระบบย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน ถ้าน้ำเสียมีปริมาณไอออนต่าง ๆ หรือโลหะหนักอยู่ในปริมาณมากถึงระดับที่ทำให้เกิดเป็นพิษ จำเป็นต้องเจือจางน้ำ เพื่อให้ความเข้มข้นของไอออนต่าง ๆ หรือโลหะหนัก ต่ำกว่าระดับทำให้เกิดพิษ เช่น น้ำเสียจากโรงต้มกลั่นสุราแห่งหนึ่ง ซึ่งกลั่นแอลกอฮอล์จากกากน้ำตาลผสมกับข้าวเหนียว พบว่าใน

กากสา (STILLAGE) ที่ปล่อยทิ้งมีค่าเฉลี่ยของ K^+ สูงถึง 8,539 มก./ลบ.ตม., S^{-2} 1,225 มก./ลบ.ตม. เมื่อเทียบจากตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 ความเข้มข้นของไอออนและโลหะหนักที่เกิดเป็นพิษต่อระบบการหมักได้โดยตรง

ไอออนและโลหะ หนักที่เป็นพิษ	ความเข้มข้น		ผลที่มีต่อระบบ
	โมล/ลบ.ตม.	มก./ลบ.ตม.	
Na^+	0.2	4600	เริ่มมีการยับยั้งการทำงาน (INHIBITION)
	0.4	9000	หยุดการทำงาน (COMPLETE INHIBITION)
K^+	0.05 - 0.10	1900 - 3900	ไม่มีผล(NO INHIBITION)
	> 0.1	> 3900	เริ่มมีการยับยั้งการทำงาน
	0.35	13650	หยุดการทำงาน
Mg^{2+}	> 0.05	1200	เริ่มมีการยับยั้งการทำงาน
	0.2	4800	หยุดการทำงาน
Ca^{2+}	0.075	3000	เริ่มมีการยับยั้งการทำงาน
	> 0.2	> 8000	หยุดการทำงาน
S^{2-}	-	150 - 250	เริ่มมีการยับยั้งการทำงาน
	-	800	หยุดการทำงาน
Cu	-	397	แก๊สมีเทนที่เกิดขึ้นลดลงเหลือร้อยละ 24 ของเกณฑ์ควบคุม
Zn	-	>500	หยุดการเกิดแก๊ส
	-	350-400	แก๊สมีเทนที่เกิดขึ้นลดลงเหลือเพียงร้อยละ 5 ของเกณฑ์ควบคุม
	-	1000	แบคทีเรียถูกทำลายหมด (COMPLETELY TOXIC)
Ni	-	200	แบคทีเรียถูกทำลาย
	-	367	แก๊สมีเทนที่เกิดขึ้นลดลงเหลือเพียงร้อยละ 23 ของเกณฑ์ควบคุม
	-	500 - 1000	แบคทีเรียถูกทำลายอย่างรุนแรง (SERIOUS TOXIC)
Cr	-	> 1000	แบคทีเรียถูกทำลายหมด
	-	200	แบคทีเรียถูกทำลายหมด
	-	2000	แบคทีเรียถูกทำลายหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นว่า K^+ และ S^{-2} มีความเข้มข้นเกินระดับที่ทำให้เกิดเป็นพิษขึ้นได้มาก ดังนั้น ก่อนจะส่งเข้าระบบบำบัดจึงจำเป็นต้องทำให้ปริมาณ K^+ และ S^{-2} ลดน้อยลงต่ำกว่าระดับที่ทำให้เกิดพิษโดยการเจือจางด้วยน้ำเป็นต้น

เราสามารถลดการเป็นพิษของโลหะหนักได้ ด้วยสารประกอบซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นในระบบ หรือโดยการเติมสารที่สลายตัวให้ซัลไฟด์ลงไป ทั้งนี้เนื่องจากซัลไฟด์จะไปจับตัวกับโลหะต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปโลหะซัลไฟด์ เป็นตะกอนไม่ละลายน้ำ ทำให้การเป็นพิษหมดไปได้

ณ) ปริมาณ ซีโอดี บีโอดี และเอสเอส การตรวจวิเคราะห์ค่าซีโอดี บีโอดี และเอสเอส ในน้ำเสียก่อนเข้าระบบและน้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัด ก็เพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบประสิทธิภาพการบำบัดของระบบว่าดีหรือเลว ผิดปกติหรือไม่ หรือเป็นการตรวจสอบอัตราการเติมสารอินทรีย์ที่เข้าสู่ระบบ จากประสบการณ์พบว่าระบบหมัก(ANAEROBIC POND) มีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีได้ประมาณร้อยละ 50 และบีโอดีได้ประมาณร้อยละ 60 เท่านั้น ส่วนระบบถังหมัก (ANAEROBIC DIGESTER) มีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีและบีโอดีได้ร้อยละ 55-60 และร้อยละ 75-80 ตามลำดับ และกำจัดเอสเอสได้ร้อยละ 60-75 อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพการบำบัดของระบบนั้นจะขึ้นอยู่กับลักษณะและประเภทของน้ำเสีย เวลาในการบำบัด อัตราการเติมสารอินทรีย์ต่อวันและปัจจัยอื่น ๆ อีกมากดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

ญ) อัตราการเติมสารอินทรีย์ต่อวัน (BOD LOADING) เวลาในการบำบัด และอายุของสลัดจ์ ทั้งสามนี้มีความสัมพันธ์กันและกันอยู่ รวมทั้งเป็นส่วนที่สำคัญมากเกี่ยวกับการควบคุมระบบหมัก โดยจะต้องมีอัตราการเติมสารอินทรีย์ต่อวัน เวลาในการบำบัดและอายุของสลัดจ์ที่เหมาะสม ถ้าอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าสู่ระบบมากไป ทำให้เวลาในการบำบัดสั้น ประสิทธิภาพในการทำงานของระบบจะไม่ดี และถ้าเวลาในการบำบัดและอายุของสลัดจ์นานไป ตัวบ่อหรือถังหมักจะต้องมีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้สิ้นเปลืองเงินลงทุนในการก่อสร้างระบบโดยไม่จำเป็น ค่าที่เหมาะสมของค่าที่สามนี้หาได้จากตัวเลขที่มีผู้ได้ทำการศึกษาทดลองไว้แล้วสำหรับน้ำเสียแต่ละประเภท หรือหาได้เองจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยทั่วไปแล้วในระบบการหมักค่าเวลาในการบำบัดหรืออายุของสลัดจ์ ไม่ควรต่ำกว่า 5 วัน และค่าอายุของสลัดจ์ที่เหมาะสมที่สุดคือ 10 วัน (สำหรับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส) มีอัตราการรับปริมาณซีโอดี (COD LOADING) ได้ในช่วง 0.8-4.8 กก./ลบ.ม./วัน ประสิทธิภาพในการบำบัดประมาณร้อยละ 84-98

3.2.3.2 ระบบบำบัดแบบแอโรบิก

การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการทางชีววิทยา แบบใช้ออกซิเจนอิสระมีหลายระบบ เริ่มตั้งแต่ระบบบ่อเชี้ยว (OXIDATION PONDS) ที่ต้องอาศัยธรรมชาติมากที่สุด และไม่มีเครื่องจักรอุปกรณ์ใดๆเลย จนถึงระบบแอ็คทิเวเตดสลัดจ์ (ACTIVATED SLUDGE) ที่ยุ่งยากและใช้เครื่องจักรกลมาก อย่างไรก็ตามระบบบำบัดต่างๆนี้อาศัยหลักการอันเดียวกัน คือ ใช้แบคทีเรียเป็นตัวกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียด้วยปฏิกิริยาแบบใช้ออกซิเจนอิสระ ดังนั้นระบบบำบัดแต่ละระบบจึงแตกต่างกันตรงวิธีการให้ออกซิเจนแก่แบคทีเรีย และการควบคุมสภาพต่าง ๆ ที่เอื้ออำนวยให้เกิดปฏิกิริยาย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียเท่านั้น

ปฏิกิริยาชีวเคมีแบบใช้ออกซิเจนอิสระเกิดขึ้น เมื่อแบคทีเรียใช้ออกซิเจนอิสระไปเผาผลาญสารอินทรีย์เพื่อให้ได้พลังงานในการดำรงชีวิต สารประกอบต่าง ๆ ที่เกิดจากปฏิกิริยาเป็นสารที่คงตัว ไม่มีกลิ่นเหม็น ที่สำคัญได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ

ระบบบำบัดแบบใช้ออกซิเจนอิสระจะแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

ก) ประเภทที่แบคทีเรียอยู่ในลักษณะแขวนลอย ได้แก่ระบบบ่อเชี้ยว และระบบแอ็คทิเวเตดสลัดจ์ ระบบบำบัดประเภทนี้ในต่างประเทศเริ่มเสื่อมความนิยมแต่ยังคงนิยมใช้กันมากในประเทศไทย แต่มิแนโน้มน้าวความนิยมนี้อาจจะลดน้อยลงในอนาคต

ข) ประเภทที่แบคทีเรียยึดเกาะกับตัวกลางอย่างหนึ่ง (BACTERIAL BED) ซึ่งอาจอยู่กับที่ (FIXED BED) เช่น ระบบโปรยกรอง (TRICKLING FILTER) หรือเคลื่อนที่ (MOVING BED) เช่นระบบจานชีว (ROTATING BIOLOGICAL CONTACTOR) เป็นต้น

ออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการสลายสารอินทรีย์นั้น อาจได้มาจาก

ก) การสังเคราะห์แสงของอัลจี และ

ข) การถ่ายเทออกซิเจนตามธรรมชาติระหว่างน้ำกับอากาศ (ATMOSPHERIC REAERATION) เช่นในระบบบำบัดแบบบ่อเชี้ยว การผสมอากาศกับน้ำเสียโดยใช้เครื่องมือกล (MECHANICAL AERATION) หรือโดยการอัดอากาศลงไปในน้ำเสียโดยตรง (DIFFUSED AERATION) เช่นในระบบบำบัดแบบแอโรเตตเตดสลัดจ์ และแอ็คทิเวเตดสลัดจ์ และ

ค) การอัดแก๊สออกซิเจนเข้าไปในน้ำเสีย เช่น ในระบบแอ็คทิเวเตดสลัดจ์ แบบใช้ออกซิเจนบริสุทธิ์ (PURE OXYGEN ACTIVATED SLUDGE)

ในการควบคุมระบบบำบัดด้วยวิธีการทางชีววิทยาแบบใช้ออกซิเจนอิสระต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆที่สำคัญ ดังต่อไปนี้คือ

ก) ธาตุอาหาร ในระบบบำบัดด้วยวิธีการทางชีววิทยาแบบใช้ออกซิเจนอิสระ ต้องการปริมาณธาตุอาหารสูงกว่าระบบไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ น้ำเสียจะต้องมีธาตุอาหารอย่างเพียงพอ นั่นคือ อัตราส่วนบีโอดี : ไนโตรเจน : ฟอสฟอรัส = ประมาณ 100 : 5 : 1 ผู้ดูแลระบบจำเป็นต้องตรวจวิเคราะห์หาค่าบีโอดี ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำเสียที่ต้องการบำบัด เพื่อให้ทราบว่า มีปริมาณมากน้อยเพียงใด ถ้าน้อยกว่าอัตราส่วนดังกล่าวข้างต้น ก็จำเป็นต้องเพิ่มค่าไนโตรเจน และ/หรือฟอสฟอรัสให้ระบบ โดยเติมผสมเพิ่มลงไปในน้ำเสียที่เข้าระบบ ทั่วไปนิยมใช้ยูเรีย เป็นตัวเพิ่มไนโตรเจน และกรดฟอสฟอริกเป็นตัวเพิ่มฟอสฟอรัส หรือใช้ไดแอมโมเนียม ไฮโดรเจนฟอสเฟต $[(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4]$ อย่างเดียว ซึ่งให้ทั้งไนโตรเจนและฟอสฟอรัส แต่การใช้ ชนิดหลังราคาจะแพงกว่าการใช้ 2 ชนิดแรกรวมกัน และค่าฟอสฟอรัสมักจะเกินกว่าปริมาณที่ต้องการ (เนื่องจากส่วนมากต้องคำนวณให้ได้ค่าไนโตรเจนครบ และในบางกรณีอาจจะขาดเพียง ธาตุใดธาตุหนึ่ง) ดังนั้น การใช้ยูเรียและกรดฟอสฟอริกจึงถูกกว่าและเป็นที่ยอมรับมากกว่า

ข) อุณหภูมิ อุณหภูมิของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดด้วยวิธีการทางชีววิทยาแบบใช้ออกซิเจนอิสระต้องไม่สูงเกินกว่า 40 องศาเซลเซียส เพราะถ้าสูงเกินไป แบคทีเรียจะไม่ทำปฏิกิริยา ย่อยสลาย อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุด คือ 35 องศาเซลเซียส

ค) พีเอช น้ำเสียต้องไม่เป็นกรดหรือด่างเกินไป ค่าพีเอชที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียขึ้นอยู่กับชนิดของแบคทีเรียด้วย โดยทั่วไปมีค่าระหว่าง 5-9 ในการควบคุมระบบบำบัดควรปรับให้มีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 7-8

ง) โลหะเป็นพิษ โลหะหนักต่างๆถ้ามีปริมาณความเข้มข้นมากเกินไป จะเกิดเป็นพิษแก่แบคทีเรียขึ้นได้โดยตรง โลหะเหล่านี้ได้แก่ ตะกั่ว สังกะสี ปรอท แคดเมียม นิกเกิล และทองแดง เป็นต้น ดังนั้น น้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมที่มีโลหะหนักเหล่านี้บางตัวปนอยู่ จำเป็นต้องมีการบำบัดขั้นต้นโดยกรรมวิธีต่าง ๆ เพื่อแยกเอาโลหะเหล่านี้ออกเสียก่อนที่จะนำไปบำบัดด้วยวิธีการทางชีววิทยาแบบใช้ออกซิเจนอิสระต่อไป

จ) ปริมาณออกซิเจนละลาย ในระบบบำบัดแบบใช้ออกซิเจนอิสระต้องมีปริมาณออกซิเจนละลายในระบบอย่างเพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบแอ็คทิเวเต็ดสลัดจ์ ควรจะมีปริมาณออกซิเจนละลายอยู่ระหว่าง 1-2 มก./ลบ.ดม. สำหรับระบบแเอเรเต็ดลากูน ปริมาณออกซิเจนละลายอาจต่ำได้ถึง 1 มก./ลบ.ดม. ในระบบเหล่านี้ถ้าปริมาณออกซิเจนละลายต่ำกว่า 1 มก./ลบ.ดม. ประสิทธิภาพในการบำบัดจะไม่ดีเท่าที่ควรหรือถ้าออกซิเจนละลายต่ำถึง 0.1-0.5 มก./ลบ.ดม. โดยยังไม่เกิดการเน่า แต่แบคทีเรียจะทำงานอย่างไม่มีประสิทธิภาพ และอาจทำให้เกิดการลอยตัวของตะกอนแบคทีเรีย (SLUDGE BULKING) ขึ้นได้ สลัดจ์จะไม่เป็นสี

น้ำตาลเข้มข้น และถ้าปริมาณออกซิเจนละลายเป็นศูนย์ระบบจะล้มเหลว เกิดการนำเปลี่ยนเป็นระบบบำบัดแบบแอนแอโรบิก ดังนั้นการตรวจสอบวัดปริมาณออกซิเจนละลายในถังปฏิกริยาหรือในแอเรเต็ดลาถูกก็เป็นประโยชน์ในการควบคุมการทำงานของระบบ ในทางปฏิบัติสำหรับระบบบำบัดขนาดใหญ่จะต้องตรวจวิเคราะห์เป็นประจำอย่างน้อยวันละหนึ่งครั้ง

ฉ) ปริมาตรสลัดจ์ (SLUDGE VOLUME, SV) เอสเอสและค่าสลัดจ์วอลูมอินเดกซ์ (SVI)

ปริมาตรสลัดจ์และเอสเอส หมายถึง ปริมาณของมวลแบคทีเรียซึ่งวัดออกมาเป็นหน่วยปริมาตรและหน่วยน้ำหนักต่อ 1,000 ลบ.ซม. ตามลำดับ การวิเคราะห์หาค่าปริมาตรสลัดจ์ และค่าเอสเอส เป็นประโยชน์มากในการควบคุมระบบบำบัดแบบแอเรเต็ดลาถูก และระบบแอ็คทิเวเต็ดสลัดจ์ เนื่องจากค่าปริมาตรสลัดจ์และเอสเอสนี้ จะบอกให้ทราบถึงปริมาณตะกอนและความสมบูรณ์ของตะกอนแบคทีเรียได้ ในระบบแอเรเต็ดลาถูก ปริมาตรสลัดจ์ ค่าเอสเอส จะไม่มากนัก มีค่าไม่เกิน 100 ลบ.ซม./ลบ.ดม. และ 1,000 มก./ลบ.ดม. ตามลำดับ ระบบแอเรเต็ดลาถูกมีค่าระยะเวลาในการบำบัดเท่ากับอายุของสลัดจ์ เพราะไม่มีการหมุนเวียนตะกอนสลัดจ์กลับมาเข้าระบบอีก ส่วนระบบแอ็คทิเวเต็ดสลัดจ์ค่าที่เหมาะสมควรมีค่าประมาณ 500 ลบ.ซม./ลบ.ดม. และปริมาณเอสเอสในรูปของเอ็มแอลเอสเอสมีค่าประมาณ 2,000-4,000 มก./ลบ.ดม. สำหรับน้ำเสียจากชุมชน หรือตามที่วิศวกรผู้ออกแบบได้กำหนดไว้ในการทำงานของระบบการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานประเภทอื่น ๆ ดังนั้นผู้ควบคุมระบบจะต้องพยายามรักษาปริมาณตะกอนให้คงที่อยู่ในช่วงที่วิศวกรผู้ออกแบบได้กำหนดไว้ และถ้าเมื่อใดค่าปริมาตรสลัดจ์เพิ่มขึ้นมาก แต่ค่าเอ็มแอลเอสเอสไม่เพิ่มขึ้นหรือกลับน้อยลงกว่าที่ออกแบบไว้จะสังเกตได้ว่า มีตะกอนจุลินทรีย์ลอยในถังตกตะกอน แสดงให้เห็นว่าเกิดการลอยตัวของตะกอนจุลินทรีย์ขึ้น ประสิทธิภาพการบำบัดเริ่มลดลง ซึ่งอาจจะสืบเนื่องมาจากหลายสาเหตุ เป็นต้นว่า

- 1) ระบายตะกอนส่วนเกินทั้งหมดน้อยไป จึงมีปริมาณตะกอนแก่และที่ตายเพิ่มมากขึ้น ทำให้การย่อยสลายไม่สมบูรณ์
- 2) ค่าพีเอชในถังปฏิกริยาดำเกินไปทำให้เชื้อราหรือไมซีเลียมแบคทีเรีย (MYCELIMUM BACTERIA) เกิดขึ้น
- 3) เกิดจากปริมาณออกซิเจนในถังเดิมอากาศ ไม่เพียงพอ
- 4) อัตราการเติมสารอินทรีย์ต่อวันเพิ่มมากขึ้นทันที

ดังนั้น ผู้ควบคุมจะต้องสืบหาสาเหตุแท้จริงที่ทำให้เกิดการลอยตัวของตะกอนสลัดจ์ให้ได้รวดเร็ว และหาทางแก้ไข.

สำหรับค่าสถิติจั่วอลูมิเนียมอินเดกซ์ (เอสวีไอ) คือ ปริมาตรของตะกอนแบบคที่เรียจจำนวน 1 กรัม (น้ำหนักแห้ง) ภายหลังตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนเป็นเวลา 30 นาที ค่าเอสวีไอจะแสดงให้เห็นประสิทธิภาพของถังปฏิกริยาได้ดังนี้ คือ

ค่าเอสวีไอประมาณ 50 ถือได้ว่าดีมาก

ค่าเอสวีไอประมาณ 100 ถือได้ว่าดี

ค่าเอสวีไอประมาณ 200 ถือได้ว่าพอใช้

ค่าเอสวีไอประมาณ 300 ถือได้ว่าเลว

ข) การตรวจสอบตะกอนจุลินทรีย์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ การใช้กล้องจุลทรรศน์ตรวจสอบตะกอนจุลินทรีย์เพื่อดูชนิดและปริมาณของจุลชีพ สามารถใช้เป็นตัวชี้บอกให้ผู้ควบคุมระบบบำบัดทราบถึงประสิทธิภาพการทำงานของระบบได้ภายในเวลาอันสั้น อันจะเป็นประโยชน์ต่อการควบคุมระบบได้อย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการควบคุมระบบบำบัดแบบแอ็คทิเวเต็ดสลัดจ์

ข) การตรวจวิเคราะห์ ซีไอดี บีไอดี และเอสเอส การตรวจวิเคราะห์หาค่าซีไอดี บีไอดี และเอสเอสของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ ฯ และน้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัด โดยปกติระบบบำบัดแบบแอโรบิกโดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบแอ็คทิเวเต็ดสลัดจ์จะมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอดี บีไอดี และเอสเอสได้สูงกว่าระบบบำบัดแบบแอนแอโรบิก คือ สามารถกำจัด ซีไอดี บีไอดี และเอสเอสได้ประมาณร้อยละ 60-80, 80-95 และ 75-90 ตามลำดับ

ณ) อัตราการเติมสารอินทรีย์ต่อวัน, เวลาในการบำบัดและอายุของสลัดจ์ ในระบบบำบัดแบบใช้ออกซิเจนอิสระ ค่าเหล่านี้มีความสำคัญมาก เนื่องจากเป็นค่าที่ควบคุมประสิทธิภาพการทำงานของระบบ ผู้ควบคุมระบบบำบัดต้องมีความเข้าใจและพยายามควบคุมค่าทั้งสามให้ถูกต้องตามที่วิศวกรผู้ออกแบบกำหนดไว้ หรือให้เป็นไปตามข้อกำหนดของสมาคมวิชาชีพหรือของทางการ

ระบบบำบัดแบบแอโรบิกที่นิยมใช้กันในบ้านเรา มีระบบบ่อเขียว ระบบคูคลองวนเวียน (OXIDATION DITCH) ระบบแอร์เต้ลาทูน และระบบแอ็คทิเวเต็ดสลัดจ์ รวมทั้งระบบอาร์บีซี (RBC, ROTATING BIOLOGICAL CONTACTOR)

3.2.4 ระบบบำบัดทางกายภาพ

ใช้ในการกำจัดเศษสิ่งสกปรกต่าง ๆ ที่ลอยปะปนมาในน้ำเสีย วิธีต่าง ๆ ที่ใช้กันมีดังนี้

การใช้ตะแกรง (Screening)

เป็นวิธีที่ใช้ในการแยกเศษสิ่งสกปรกออกจากน้ำที่ง่ายที่สุดวิธีหนึ่ง ตะแกรงที่ใช้โดยทั่วไปมี 2 ประเภท คือ

- ตะแกรงหยาบ ที่ใช้กันมากเป็นแบบเหล็กลูกกรง (bar rack) คือ ใช้แท่งเหล็กเชื่อมเป็นแผ่นตะแกรง ขวางทางระบายน้ำเสีย โดยทำมุม 30-80 องศา กับแนวระดับ ระยะระหว่างซี่ลูกกรงประมาณ 1-2 นิ้ว เพื่อดักเศษสิ่งสกปรกชิ้นใหญ่ที่ลอยมากับน้ำ เมื่อติดตั้งแล้วต้องหมั่นดักเศษสิ่งสกปรกที่ติดอยู่ที่ซี่ลูกกรงออก เพราะหากทิ้งไว้ อาจเกิดการอุดตันและเน่าเหม็นได้

- ตะแกรงละเอียด มักทำด้วยโลหะหรือวัสดุอื่นที่มีรูพรุน มีทั้งที่เป็นแผ่นเอียง หรือเป็นทรงกระบอก ใช้ดักเศษสิ่งสกปรกขนาดเล็กที่ลอยปะปนมาในน้ำเสีย

การตัด (Comminution)

ในกรณีที่เศษสิ่งสกปรกที่ลอยปะปนมาเป็นสิ่งที่เน่าเปื่อยได้ ทำให้เกิดกลิ่นเหม็น นำไปตากหรือเผาได้ยาก อาจใช้เครื่องตัดตัดให้ละเอียดจนมีขนาดเล็กซึ่งแยกออกได้ด้วยการตกตะกอน เครื่องตัดที่ใช้มีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน เช่น maserator , comminutor , mutrator เครื่องสูบน้ำบางชนิดจะมีเครื่องตัดรวมอยู่ด้วย เรียกว่า grinder pump , หรือ shredder pump

การตักหรือการกวาด (Skimming)

ถ้าเศษสิ่งสกปรกลอยอยู่บนผิวน้ำเสีย เช่น น้ำมัน, คราบไขมัน วิธีการกำจัดที่ใช้กันคือการใช้บ่อดักไขมัน (grease trap) เป็นที่มีควมจุพอที่จะกักน้ำไว้ได้นาน 15 นาที ในบ่อจะมีแผ่น baffle กันขวางทางน้ำไหลเอาไว้ น้ำจะไหลลอดแผ่นกันนี้ไป น้ำมันที่ลอยอยู่ส่วนบนจะถูกกักไว้ซึ่งจะต้องตักเอาไปทำลาย ในกรณีที่บ่อมีขนาดใหญ่ อาจใช้เครื่องกวาด (skimmer) กวาดคราบน้ำมันออกจากถัง

การทำให้ลอย (Floatation)

ใช้ในการแยกเศษสิ่งสกปรกที่ตกตะกอนได้ยาก หรืออยู่ในลักษณะครึ่งจมครึ่งลอย การแยกสิ่งเหล่านี้ทำได้โดยการใช้ฟองอากาศพาเศษสิ่งสกปรกลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ แล้วจึงทำการกวาดออกไปกำจัด การทำให้ลอยนี้ใช้กันมากในการบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิด เช่น โรงงานกระดาษ, โรงงานน้ำมัน นอกจากนั้น วิธีนี้ยังใช้ในการเพิ่มความเข้มข้นของตะกอน (sludge thickening)

การตกตะกอน (Sedimentation)

เป็นการแยกตะกอนของแข็งที่มีน้ำหนักมากออกจากน้ำเสีย โดยการกักน้ำไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่งในถังตกตะกอน เพื่อลดความเร็วในการไหลของน้ำ จนกระทั่งตะกอนต่าง ๆ สามารถจมตัวลงสู่ก้นถังได้ด้วยแรงดึงดูดของโลก

ในบางครั้งสิ่งสกปรกมีขนาดเล็กมากที่เป็นตะกอนแขวนลอยและอนุภาคคอลลอยด์ ไม่สามารถจมตัวได้ด้วยน้ำหนักของตัวเอง ทำให้ต้องใช้สารเคมีช่วยในการทำให้อนุภาคเล็กๆ เหล่านั้น จับตัวกันเป็นอนุภาคขนาดใหญ่ขึ้น สารเคมีที่ใช้ได้แก่ สารส้ม , ปูนขาว , เพอริคลอไรด์

ในการบำบัดน้ำเสียยังสามารถแบ่งกระบวนการในการบำบัดออกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ได้ดังนี้ คือ

-การบำบัดน้ำเสียขั้นเตรียมการ (Preliminary Treatment)

ได้แก่การแยกเศษสิ่งสกปรกขนาดใหญ่ออกจากน้ำเสีย โดยใช้ตะแกรงหรือการตกตะกอน จุดมุ่งหมายเพื่อปรับปรุงคุณภาพของน้ำให้เหมาะสมแก่การบำบัดขั้นต่อไป มิให้มีเศษสิ่งสกปรกชิ้นใหญ่ ไปอุดตันท่อหรือเครื่องสูบน้ำ และป้องกันมิให้ตะกอนทรายที่ปนมากับน้ำเสียตกตะกอนอุดตันท่อต่าง ๆ ในระบบบำบัด

-การบำบัดน้ำเสียขั้นต้น (Primary Treatment)

ได้แก่ การกำจัดเศษสิ่งสกปรกที่มีขนาดเล็ก ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นเศษของสารอินทรีย์ต่าง ๆ โดยอาศัยการตกตะกอน การใช้ตะแกรง การทำให้ลอย การบำบัดในขั้นนี้สามารถลดค่า BOD ลงได้ร้อยละ 25-40

-การบำบัดน้ำเสียขั้นที่สอง (Secondary Treatment)

ได้แก่ การกำจัดสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่ปะปนมาในน้ำ ในรูปของสารละลายหรือคอลลอยด์ วิธีการที่ใช้ในการกำจัดมักจะเป็นวิธีทางชีวเคมี ซึ่งอาศัยจุลินทรีย์ช่วยในการย่อยสลายสารอินทรีย์ การบำบัดในขั้นนี้สามารถลดค่า BOD ลงได้ร้อยละ 75-95

-การบำบัดน้ำเสียขั้นสุดท้าย (Tertiary Treatment or Advanced Treatment)

ใช้ในกรณีที่ต้องการน้ำทิ้งที่สะอาดมากจนสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก กระบวนการที่ใช้มักเป็นวิธีทางเคมี และฟิสิกส์เคมี ซึ่งสามารถกำจัดสิ่งสกปรกต่าง ๆ ที่ยังหลงเหลืออยู่ เช่น ไนโตรเจน, ฟอสเฟต, โลหะหนักต่าง ๆ รวมทั้งสี, กลิ่น, รส ออกไปได้ และเมื่อผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อโรคแล้ว ก็จะได้ น้ำทิ้งที่สะอาด

3.3 รายละเอียดของระบบบำบัดน้ำเสียประเภทต่าง ๆ

3.3.1 ระบบ OXIDATION PONDS

หลักการ

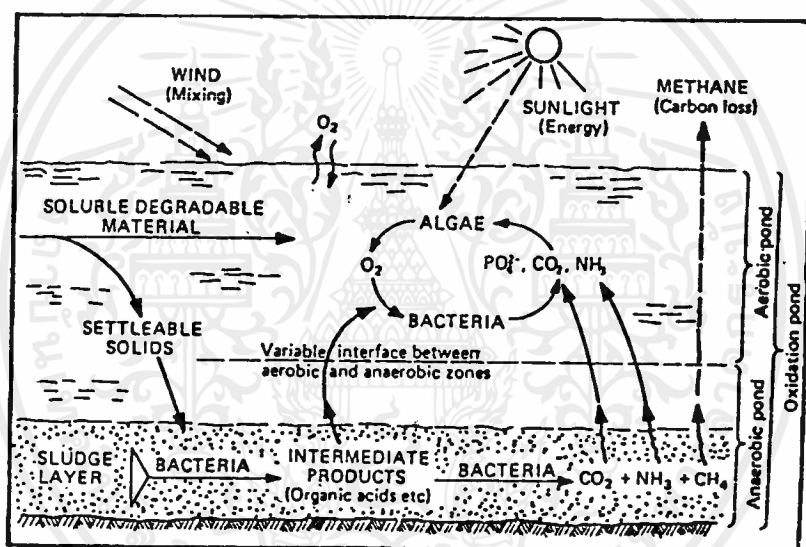
ระบบ OXIDATION PONDS เป็นระบบการบำบัดน้ำเสียที่ง่ายที่สุดและต้องพึ่งธรรมชาติมากที่สุด ระบบบำบัดแบบนี้เหมาะสมในกรณีที่พื้นที่ดินมีราคาถูก หากไม่คิดราคาค่าที่ดินแล้ว ระบบ OXIDATION PONDS จะเป็นระบบที่ประหยัดที่สุด

OXIDATION PONDS เป็นบ่อดินธรรมชาติหรือบ่อดินดาดด้วยคอนกรีตหรือวัสดุอื่นที่กั้นการรั่วซึมได้ การบำบัดเป็นแบบต่อเนื่องคือน้ำเสียจะไหลเข้าและออกจากบ่อบำบัดตลอดเวลา ในระหว่างที่น้ำเสียอยู่ในบ่อบำบัด แบคทีเรียจะทำลาย BOD ในน้ำเสียด้วยปฏิกิริยาแบบใช้ออกซิเจน ออกซิเจนเกือบทั้งหมดที่แบคทีเรียใช้ในการนี้ได้มาจากการสังเคราะห์แสงของอัลจี เนื่องจากอัตราการเติมออกซิเจนนี้ค่อนข้างต่ำ ดังนั้น การเจริญเติบโตของแบคทีเรียจึงถูกจำกัดด้วยปริมาณออกซิเจน อัตราเร็วของปฏิกิริยาการทำลาย BOD จึงค่อนข้างช้า ระบบ OXIDATION PONDS จึงต้องใช้บ่อที่มีขนาดใหญ่กินเนื้อที่มาก เนื่องจากประสิทธิภาพของ OXIDATION PONDS ขึ้นอยู่กับปริมาณออกซิเจนที่จะได้จากการสังเคราะห์ ระบบบำบัดนี้จึงใช้ได้ผลดีในบริเวณที่มีแสงแดดมาก เช่นในประเทศไทย

OXIDATION PONDS แบ่งออกได้เป็น 2 ระบบคือ HIGH RATE PONDS และ FACULTATIVE PONDS

1. HIGH RATE PONDS ระบบนี้ใช้บ่อดินความลึกไม่เกิน 0.5 เมตร เพื่อให้แสงแดดส่องทะลุถึงก้นบ่อ น้ำเสียที่จะนำมาบำบัดในบ่อนี้ควรต้องผ่านการบำบัดขั้นต้นแยกตะกอนออกเสียก่อน เพราะบ่อดินหากมีตะกอนจะทับถมจนเต็มได้ในเวลาไม่นาน อัลจีในบ่อนี้จะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วเพราะได้รับแสงแดดมาก น้ำที่ไหลออกจากบ่อบำบัดจึงมีสีเขียวขุ่นเพราะมีอัลจีอยู่มาก หากระบายทิ้งลงในแหล่งน้ำจะทำให้เกิดปัญหาน้ำเสียขึ้นได้ จึงต้องนำน้ำทิ้งจากบ่อ HIGH RATE มาแยกอัลจีออก ซึ่งอาจทำได้โดยกักน้ำไว้ในบ่อใหญ่เป็นเวลานานเพื่อให้อัลจีตายและตกตะกอน หรือแยกอัลจีออกโดยตกตะกอนด้วยสารเคมี (CHEMICAL COAGULATION) แล้วแยกตะกอนออกใช้ระบบทำให้อ่อน หรือใช้ถังตกตะกอน

2. FACULTATIVE PONDS ระบบนี้ใช้บ่อลึกประมาณไม่เกิน 2 เมตร ทำให้แสงแดดส่องลงไปไม่ถึงตลอดความลึก การเจริญเติบโตของอัลจีจึงช้ากว่าในบ่อแบบ HIGH RATE น้ำทิ้งที่จะบำบัดไม่จำเป็นต้องตกตะกอนก่อน ทำให้เกิดชั้นตะกอนทับถมอยู่ก้นบ่อ ปฏิกิริยาชีวเคมีเกิดขึ้นในส่วนบนของบ่อเป็นแบบใช้ออกซิเจน ส่วนปฏิกิริยาชีวเคมีในส่วนล่างเป็นแบบไม่ใช้ออกซิเจน น้ำที่ไหลออกจากบ่อบำบัดแบบ FACULTATIVE มีอัลจีไม่มากนัก ไม่จำเป็นต้องกำจัดออก



รูปที่ 3.8 แผนภาพแสดงรายละเอียดของระบบ Oxidation Pond

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ระบบ AERATED LAGOONS

หลักการ

ระบบ AERATED LAGOONS เป็นระบบบำบัดที่ใช้แพร่หลายมากที่สุดระบบหนึ่งในการบำบัดน้ำเสียจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม ดังปฏิกิริยาของระบบนี้คือบ่อขนาดใหญ่ลึกไม่น้อยกว่า 2 เมตร ปฏิบัติการทำลาย BOD โดยแบคทีเรียจะเร็วกว่าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในระบบ OXIDATION PONDS เพราะมีการเดินออกซิเจนด้วยเครื่องมือกล จึงทำให้การเจริญเติบโตของแบคทีเรียไม่ถูกจำกัดด้วยอัตราการเติมออกซิเจน เช่น ในระบบ OXIDATION PONDS เนื่องจากบ่อที่ใช้ในระบบนี้ลึกกว่าบ่อในระบบ OXIDATION PONDS มาก และปฏิกิริยาการทำลาย BOD เร็วกว่าหลายเท่า สำหรับปริมาณ BOD เท่ากัน ระบบ AERATED LAGOONS จึงใช้พื้นที่น้อยกว่าระบบ OXIDATION PONDS ประมาณ 8-10 เท่า

ระบบ AERATED LAGOONS แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

1) AEROBIC LAGOONS ได้แก่บ่อที่มีกำลังเครื่องเติมอากาศ (AERATORS) พอเพียงที่จะกวนน้ำในบ่ออย่างทั่วถึงจนไม่มีการตกตะกอนเกิดขึ้นในบ่อ ปฏิกิริยาชีวเคมีที่เกิดขึ้นในบ่อจะเป็นแบบใช้ออกซิเจนตลอดความลึก โดยปรกติน้ำทิ้งที่ออกจากบ่อบำบัดแบบนี้จะค่อนข้างขุ่น จำเป็นต้องแยกตะกอนออกโดยการตกตะกอนในถังตกตะกอนหรือบ่อดกตะกอน

2) FACULTATIVE LAGOONS ได้แก่บ่อที่มีกำลังเครื่องเติมอากาศพอเพียงที่จะให้ออกซิเจนแก่แบคทีเรียตามปริมาณที่ต้องการ แต่ไม่เพียงพอที่จะกวนน้ำในบ่ออย่างทั่วถึง ทำให้เกิดการตกตะกอนในบ่อ ตะกอนจะถูกย่อยสลายด้วยปฏิกิริยาชีวเคมีแบบไม่ใช้ออกซิเจน เช่น ในระบบ FACULTATIVE OXIDATION PONDS

ข้อดีของระบบ AERATED LAGOONS คือ การควบคุมดูแลทำได้ง่าย ค่าก่อสร้างต่ำ ไม่ใช้พื้นที่มากจนเกินไป ไม่มีปัญหาการกำจัดกากตะกอน รับ SHOCK LOAD ได้ดีเพราะมีปริมาตรมาก ไม่มีกลิ่นเหม็นและเหตุเดือดร้อนรำคาญอย่างอื่น และประสิทธิภาพสูงพอสมควร

ตารางที่ 3.14 ผลการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบ AERATED LAGOON

Type of waste	Detention, days	Temperature, C	BOD Influent mg/litre	BOD Effluent mg/litre	Percent reduction	O ₂ uptake mg/litre-hr
Flax pulp	1	13-16	73	40	45	
Kraft	4	20-36	252	89	64	
	4	26-39	213	40	81	
	3	26-40	193	52	73	
News chip	10	17-30	378	122	68	
Sewage	8.6	20	225	26	88	0.77
	8.6	13	307	47	84	0.83
	7.9	4	481	52	88	0.93
	7.3	7	326	86	73	1.70
	3.5	8	162	65	59	1.90
Paperboard	5.7	26	415	33	92	
	5.1	20	380	64	83	
	3.2	24	432	86	80	
Cannery	4.5	17.2	360	21	94	
	4.5	6.3	920	490	43	
	13.0	8.5	980	50	95	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

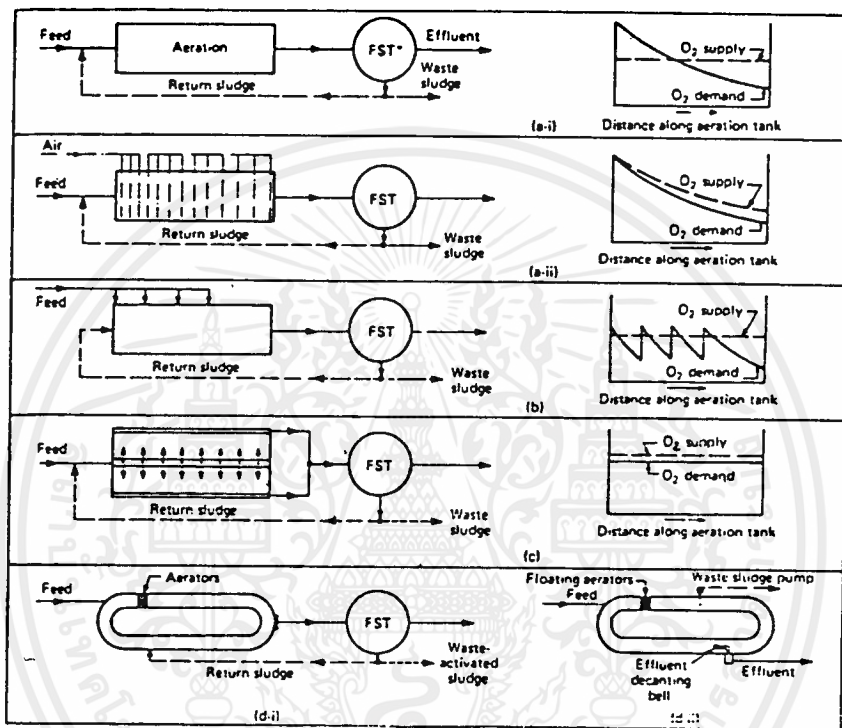
3.3.3 ระบบ ACTIVATED SLUDGE

หลักการ

ระบบ ACTIVATED SLUDGE (จะเขียนย่อเป็น AS) เป็นระบบบำบัดที่ใช้เครื่องจักรกลมากที่สุดค่าก่อสร้างและค่าใช้จ่ายในการบำบัดจึงสูงกว่าระบบอื่น แต่ใช้พื้นที่น้อยกว่ามาก ระบบ AS เป็นระบบที่ใช้กันแพร่หลายและเหมาะสมในกรณีที่พื้นดินมีจำกัด หรือที่ดินมีราคาแพงมาก และต้องการน้ำทิ้งที่มีคุณภาพสูง

ระบบ AS มีแบบปลักย่อยหลายแบบ แต่ทุกแบบมีหลักการเหมือนกัน กล่าวคือ ระบบจะต้องประกอบด้วยถังปฏิกริยาซึ่งเป็นถังเติมอากาศ (AERATION TANK) และถังตกตะกอน น้ำเสียจะถูกสูบมาเข้าถังเติมอากาศเพื่อทำปฏิกริยากับแบคทีเรีย อัตราการทำลาย BOD โดยแบคทีเรียจะถูกเร่งให้เร็วขึ้นโดยการเพิ่มทั้งปริมาณออกซิเจนและปริมาณแบคทีเรีย ดังนั้นแบคทีเรียจะทำลาย BOD ในน้ำเสียและเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว ปริมาณแบคทีเรียในถังเติมอากาศจะมีมาก จนจับเป็นตะกอนชั้นใหญ่ ๆ มีสีน้ำตาลเข้มซึ่งเรียกว่า ACTIVATED SLUDGE น้ำผสมระหว่างน้ำเสียกับตะกอนแบคทีเรียในถังเติมอากาศเรียกว่า MIXED-LIQUOR ในถังเติมอากาศจะมีระบบเติมอากาศเพื่อทำหน้าที่ให้ออกซิเจนแก่แบคทีเรียและกวน MIXED-LIQUOR เพื่อให้ตะกอนแบคทีเรียอยู่ในลักษณะแขวนลอยกระจายไปทั่วถังเติมอากาศ หลังจากถูกกักอยู่ในถังเติมอากาศเป็นเวลาหลายชั่วโมง MIXED-LIQUOR จะไหลจากถังเติมอากาศมาเข้าสู่ถังตกตะกอนเพื่อแยกตะกอนแบคทีเรียออก จะได้น้ำทิ้งที่ใสสะอาดและมีค่า BOD ต่ำ ส่วนตะกอนแบคทีเรียที่จมอยู่บนก้นถังตกตะกอน ส่วนใหญ่จะถูกสูบไปเข้าถังเติมอากาศเพื่อรักษาปริมาณแบคทีเรียในถังเติมอากาศให้คงที่ ตะกอนแบคทีเรียส่วนเกินที่เกิดขึ้นจากการเจริญเติบโตของแบคทีเรียจะต้องนำไปกำจัด

ข้อสังเกตที่สำคัญคือ ในระบบ AS นั้น ปริมาณ BOD เพียงไม่เกิน 50 % ที่ถูกทำลายเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไป ส่วนที่เหลือนั้นถูกแยกออกจากน้ำเสียในรูปของตะกอนแบคทีเรียซึ่งต้องนำไปกำจัดต่อไป



* FST = final settling tank

Comparison of simple modifications to the activated sludge process: (a-i) conventional layout, (a-ii) tapered aeration, (b) step aeration, (c) completely mixed (CMAS), (d-i) continuous oxidation ditch, (d-ii) intermittent oxidation ditch

รูปที่ 3.9 แผนผังระบบ ACTIVATED SLUDGE แบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

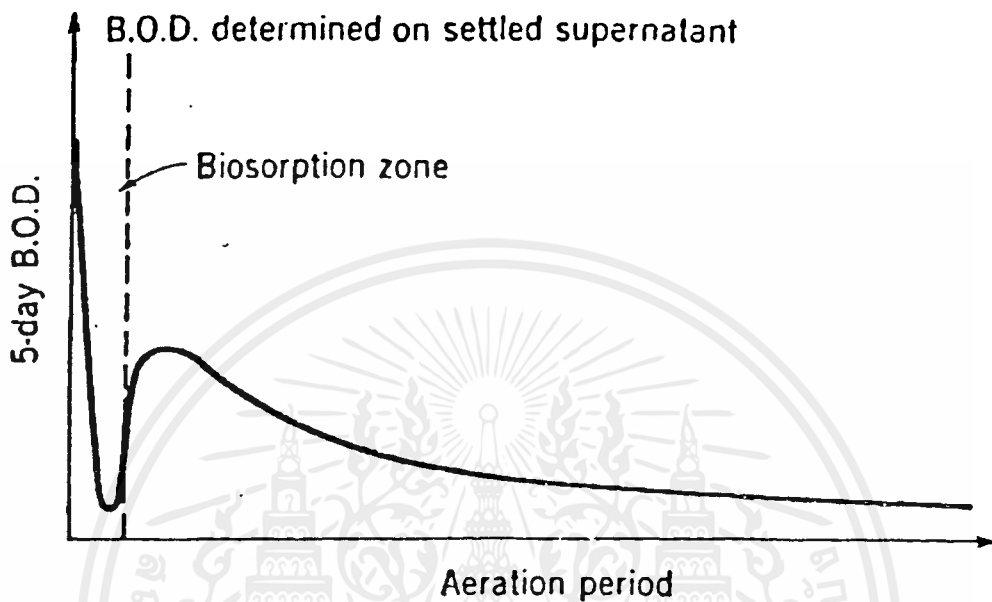
ระบบ AS มีหลายแบบ แต่ละแบบแตกต่างกันที่การควบคุมการเจริญเติบโตของ แบคทีเรีย และ รายละเอียดปลีกย่อยอื่น ๆ ดังแผนผังในรูปที่ 3.9 ตารางที่ 3.15 สรุปลักษณะที่สำคัญประสิทธิภาพและ การใช้งานของระบบ AS แบบต่าง ๆ ที่ใช้กันมากได้แก่

1.แบบธรรมดา (CONVENTIONAL PROCESS) เป็นระบบ AS ที่มักใช้บำบัดน้ำเสีย จากชุมชนที่มีปริมาณมาก ๆ ลักษณะทางชลศาสตร์ในถังเติมอากาศจะเป็นแบบ PLUG FLOW น้ำทิ้งและ ACTIVATED SLUDGE ที่หมุนเวียนกลับมาใช้จะไหลเข้าทางตอนหัวของถังเติม อากาศประมาณ 6 ชั่วโมง ปริมาณตะกอนหมุนเวียนประมาณ 25%-50% ของปริมาณน้ำทิ้ง เนื่อง จากการไหลแบบ PLUG FLOW ค่า BOD จึงสูงสุดตรงหัวถังเติมอากาศ และค่อย ๆ ลดลงตาม ความยาวของถัง ทำให้ความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียมีค่าสูงสุดตรงที่หัวถัง และค่อย ๆ ลดลงตามความยาวของถังเช่นกัน ส่วนอัตราการเติมออกซิเจนนั้น จะมีค่าคงที่ตลอดความยาวของ ถังเติมอากาศ เพื่อให้การใช้ออกซิเจนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยทั่วไปจึงออกแบบให้อัตรา การเติมออกซิเจนสอดคล้องกับความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรีย (TAPERED AERATION)

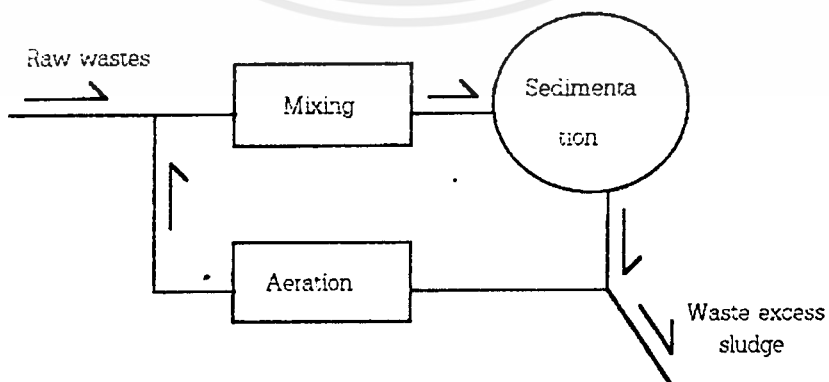
2.แบบ STEP-AERATION เพื่อไม่ให้ความต้องการออกซิเจนที่หัวถังเติมอากาศมากจน เกินไป ในระบบ AS แบบนี้ น้ำเสียจะถูกแบ่งระบายเข้าถังอากาศหลายจุด นอกจากจะทำให้ การใช้ออกซิเจนมีประสิทธิภาพสูงขึ้นแล้วยังทำให้ค่า F/M สม่าเสมอตลอดถังเติมอากาศด้วย วิธีนี้ ใช้กันแพร่หลายมากในการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ AS แบบธรรมดา

3.แบบ HIGH-RATE หลักการเหมือนแบบธรรมดา แต่ต่างกันตรงที่ใช้เวลาในการเติม สิ้นมาก ประมาณ 1.5-3 ชั่วโมง และค่า MLSS ในถังเติมอากาศต่ำมากเพียง 200-500 มก./ล เมื่อเทียบกับค่า MLSS ที่เกินกว่า 1500 มก./ล ในระบบ AS แบบอื่น ๆ ดังนั้นค่า F/M จึงสูงมาก ทำให้การเจริญเติบโตของแบคทีเรียอยู่ในช่วงระหว่าง LOG GROWTH PHASE และ DECLINING GROWTH PHASE แบคทีเรียจึงทำลาย BOD ได้รวดเร็ว แต่การตกตะกอนของ ACTIVATED SLUDGE ไม่ดี จึงทำให้น้ำทิ้งขุ่น ระบบนี้มีประสิทธิภาพ ในการลดค่า BOD ต่ำ เพียงแค่ 60-70% เท่านั้น ระบบ HIGH-RATE AS จึงเหมาะสำหรับบำบัดน้ำเสียที่มีค่า BOD ต่ำ

4.แบบ BIOSORPTION หรือ CONTACT STABILIZATION ระบบ AS แบบนี้ อาศัยหลักการที่ว่า การลดของค่า BOD ในระบบ AS นั้นแบ่งออกได้เป็น 2 ระยะคือ ระยะแรก เกิดขึ้นในช่วงเวลา 20-40 นาทีแรก เมื่อน้ำเสียผสมกับ ACTIVATED SLUDGE สารอินทรีย์ใน น้ำเสียก็จะถูกแบคทีเรียดูดซึมเข้าไปในเซลล์อย่างรวดเร็วจึงทำให้ค่า BOD ลดต่ำลงโดยทันที ดัง ในรูปที่ 3.10 ระยะที่สองแบคทีเรียจะปล่อยน้ำย่อยออกมาทำลายสารอินทรีย์ที่ดูดซึมไว้ สาร อินทรีย์บางส่วนจึงละลายกลับออกมาในน้ำเสียอีกทำให้ค่า BOD กลับสูงเพิ่มขึ้นจากนั้นแบคทีเรีย ก็จะทำลายสารอินทรีย์ต่อไป จึงทำให้ค่า BOD ลดลง



รูปที่ 3.10 การเปลี่ยนแปลงของ BOD ไปตามเวลาในระบบ ACTIVATED SLUDGE แบบ CONTACT STABILIZATION



รูปที่ 3.11 แผนผังระบบ ACTIVATED-SLUDGE แบบ CONTACT STABILIZATION หรือ BIOSORPTION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานวิจัยเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระบบ AS แบบต่างๆไป การลดค่าของ BOD ทั้งสองระยะนี้เกิดขึ้นในถังเติมอากาศเดียวกัน แต่สำหรับในระบบ CONTACT STABILIZATION จะออกแบบให้ทั้งสองระยะแยกจากกัน โดยใช้ถังเติมอากาศสองถัง ดังแผนผังในรูปที่ 3.11 จะเห็นได้ว่า น้ำเสียจะถูกระบายมาเข้าถังเติมอากาศถังแรกเรียกว่า CONTACT TANK ซึ่งมีค่า MLSS สูงกว่า 4,000 มก./ล ใช้เวลาเติมอากาศนาน 30-90 นาที เพื่อให้แบคทีเรียดูดซึมสารอินทรีย์ จากนั้นนำ MIXED LIQUOR มาตกตะกอนแยก ACTIVATED SLUDGE ออก นำ ACTIVATED SLUDGE ซึ่งดูดซึมสารอินทรีย์ไว้แล้วไปเข้าถังเติมอากาศถังที่สองเรียกว่า REAERATION TANK เพื่อให้แบคทีเรียทำลาย BOD ที่ดูดซึมไว้ ใช้เวลาในการเติมอากาศนานประมาณ 3-6 ชั่วโมง จนแบคทีเรียพร้อมที่จะดูดซึมสารอินทรีย์อีก จึงระบาย ACTIVATED SLUDGE กลับไปเข้า CONTACT TANK

ข้อดีของระบบ AS แบบ CONTACT STABILIZATION คือ สามารถลดค่าก่อสร้างลงได้ เนื่องจากใช้ถังเติมอากาศที่มีปริมาตรน้อยกว่าถังเติมอากาศในระบบ AS แบบอื่นๆ CONTACT STABILIZATION เหมาะสำหรับบำบัดน้ำเสียที่สารอินทรีย์ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของอนุภาคคอลลอยด์ที่แบคทีเรียดูดซึมได้ง่าย

5.แบบ COMPLETE MIX ลักษณะทางชลศาสตร์ของระบบนี้เป็นแบบ COMPLETE MIX คือออกแบบให้น้ำเสียและ ACTIVATED SLUDGE ไหลเข้าถังเติมอากาศสม่ำเสมอตลอดถัง เพื่อให้ MIXED LIQUOR ในถังเติมอากาศเป็นเนื้อเดียวกันหมด (HOMOGENEOUS) ทำให้ความต้องการออกซิเจนและอัตราการเติมออกซิเจนเท่ากันทุกจุด ระบบ COMPLETE MIX AS จึงมีเสถียรภาพต่อ SHOCK LOADS สูงมากและสามารถบำบัดน้ำเสียที่มีค่า BOD สูงประมาณ 5,000-10,000 มก./ล

6.แบบ EXTENDED AERATION ระบบ AS แบบนี้ออกแบบให้การเจริญเติบโตของแบคทีเรียอยู่ใน ENDOGENEOUS PHASE จึงใช้ค่า F/M ต่ำ และเวลาในการเติมอากาศนานมาก เพื่อให้ประสิทธิภาพในการบำบัดสูง และต้องการให้ ACTIVATED-SLUDGE ส่วนเกินที่ต้องแยกออกมากำจัดมีน้อยที่สุด เพราะต้องการลดค่าก่อสร้างระบบกำจัดตะกอนส่วนเกิน แต่เนื่องจากระยะเวลาในการเติมอากาศนานมาก ถังเติมอากาศจึงต้องมีขนาดใหญ่ ถ้าปริมาณน้ำเสียมีมากแล้วผลที่ได้จากการใช้แบบ EXTENDED AERATION เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดตะกอนส่วนเกิน จะไม่คุ้มกับผลเสียที่เกิดขึ้นจากการที่ต้องใช้ถังเติมอากาศขนาดใหญ่

7.แบบ OXIDATION-DITCH ระบบ AS แบบนี้โดยแท้จริงแล้วเป็นระบบ EXTENDED AERATION AS แต่แทนที่จะใช้ถังเติมอากาศเป็นถังลึก 3-4 เมตรรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเหมือนระบบ AS แบบอื่น ๆ จะใช้รูปวงรีลึกเพียง 1.50 เมตร แทนถังเติมอากาศ เพื่อต้องการให้การก่อสร้างง่าย ดังนั้น OXIDATION-DITCH จึงใช้พื้นที่มากกว่าระบบ AS แบบอื่นๆ เหมาะสำหรับบำบัดน้ำเสียปริมาณไม่มากนัก และที่ดินราคาไม่แพงเกินไป

8.แบบ PURE OXYGEN เป็นระบบ AS โดยใช้แก๊สออกซิเจนอัดลงไปใน MIXED-LIQUOR โดยตรง แทนที่จะใช้อากาศ ทำให้แบคทีเรียเจริญเติบโตได้เร็วยิ่งขึ้น ACTIVATED-SLUDGE จมตัวได้ดีมาก และระบบบำบัดสามารถทำงานที่มีค่า F/M สูงได้ทำให้สามารถลดขนาดของถังเติมอากาศได้ปริมาณตะกอนส่วนเกินที่ต้องการกำจัดมีน้อยลงและน้ำทิ้งมีออกซิเจนละลายอยู่มาก ข้อเสียก็คือ การทำงานของระบบบำบัดยุ่งยากซับซ้อนขึ้น ไม่เหมาะสมในทางปฏิบัติ

ตารางที่ 3.15 ลักษณะที่สำคัญของระบบ Activated Sludge แบบต่าง ๆ

Process modification	Flow model	Aeration system	BOD removal efficiency, %	Application
Conventional	Plug-flow	Diffused-air, mechanical aerator	85-95	Low-strength domestic waste, susceptible to shock loads
Complete-mix	Complete-mix	Diffused-air, mechanical aerator	85-95	General application, resistant to shock load, surface aerators
Step-aeration	Plug-flow	Diffused-air	85-95	General application to wide range of wastes
Modification-aeration	Plug-flow	Diffused-air	80-75	Intermediate degree of treatment where cell tissue in the effluent is not objectionable
Contact-stabilization	Complete-mix	Diffused-air	80-90	Expansion of existing systems, package plants, flexible mechanical aerators
Extended-aeration	Complete-mix	Diffused-air, mechanical aerator	75-95	Small communities, package plants, flexible, surface aerators
Kraus process	Plug-flow	Diffused-air	85-95	Low-nitrogen, high-strength wastes
High-rate aeration	Complete-mix	mechanical aerator	75-90	User with turbine aerators to transfer oxygen and control the floc size, general application
Pure-oxygen systems	Complete-mix	mechanical aerator	85-95	General application, use where limited volume is available, use near economical source of oxygen, turbine or surface aerators

3.3.4 ระบบ TRICKLING FILTER

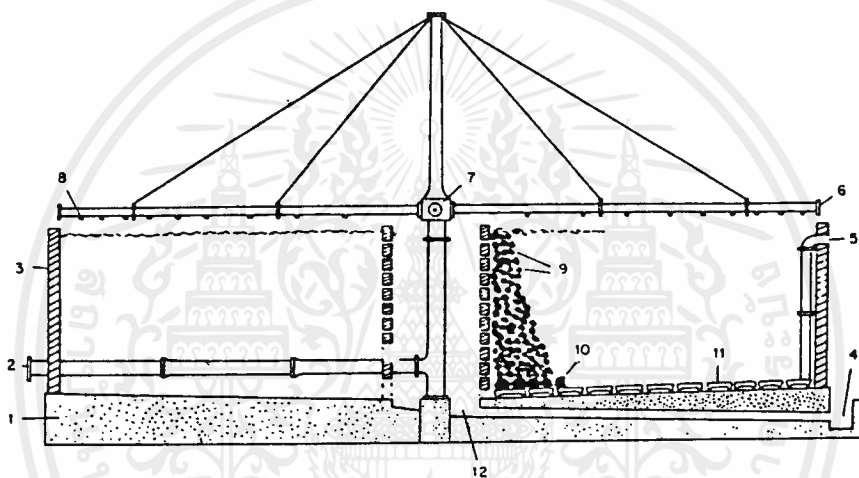
หลักการ

ระบบ TRICKLING FILTER (TF) เป็นระบบที่ใช้กันแพร่หลายที่สุดระบบหนึ่งในสหรัฐอเมริกา และยุโรป ระบบ TF มีข้อดีตรงที่ค่าก่อสร้างและค่าใช้จ่ายถูกกว่าระบบ AS และการควบคุมระบบง่ายกว่า เหมาะสำหรับใช้บำบัดน้ำเสียจากชุมชนเล็กๆ ในประเทศไทย ข้อเสียของระบบนี้คือมีกลิ่นเหม็น และมีแมลงหวี่ตอมมาก

หลักการของระบบ TF ต่างกับระบบบำบัดแบบอื่นๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วทั้งหมดซึ่งใช้แบคทีเรียในลักษณะตะกอนแขวนลอย แบคทีเรียที่ใช้ในระบบ TF จะถูกเลี้ยงให้เกาะเป็นเมือก (SLIME) หนาประมาณ 2-3 มม. รอบตัวกลาง (MEDIUM) ซึ่งทำด้วยวัสดุแข็ง เช่น ก้อนหินขนาด 2-3.5 นิ้ว หรือแผ่นพลาสติก ดังปฏิกิริยาของระบบ TF จึงเป็นถังกลมหรือถังสี่เหลี่ยมสูงไม่น้อยกว่า 2 เมตร ในถังมีตัวกลางบรรจุอยู่เต็ม ดังในรูปที่ 3.12 น้ำเสียจะถูกนำมาโปรยลงบนพื้นผิวหน้าของถังปฏิกิริยา และจะไหลหยด (TRICKLING) ผ่านตัวกลางลงสู่ก้นถัง ในขณะที่น้ำเสียไหลผ่านเมือกแบคทีเรียรอบตัวกลาง แบคทีเรียจะดูดซึมสารอินทรีย์ต่างๆ เข้าไป ในขณะที่เดียวกันก็ทำลายสารอินทรีย์ด้วยปฏิกิริยาแบบใช้ออกซิเจน เมือกแบคทีเรียจึงเติบโตหนาขึ้นจนในที่สุดแบคทีเรียชั้นในที่เกาะกับก้อนหินจะตาย เนื่องจากขาดอาหาร จึงทำให้เมือกแบคทีเรียหลุดจากก้อนหินปะปนไปกับน้ำทิ้ง น้ำทิ้งที่ระบายออกจากถังปฏิกิริยาจะผ่านไปเข้าถังตกตะกอนเพื่อแยกตะกอนเมือกแบคทีเรียออก ตะกอนนี้เรียกว่า HUMUS SLUDGE ซึ่งมีไม่มากนักที่ตะกอนที่แยกออกมาได้ ต้องนำไปกำจัดด้วยวิธีที่เหมาะสม

ตารางที่ 3.16 ผลการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบ TRICKLING FILTER

plant location	influent flow, mgd	filter media depth ft	influent BOD, mg/l	recircula tion ratio	hydraulic loading, mgd/acre	organic loading lbBOD/day /1000ft ³	effluent BOD, mg/l	percent removal
Low Rate								
Aurora, Illinois	7.8	6	117	0	2.1	4.4	14	80
Dayton, Ohio	34.4	7.5	227	0	3.5	12	33	76
Durham, N. Carolina	1.8	7	375	0	1.9	13	68	74
Madison, Wisconsin	4.8	10	248	0	2.4	6.4	33	76
Richardson, Texas	1.5	6.5	166	0	3.9	13.31	20	83
Intermediate-Rate								
Plainfield, New Jersey	4.3	6	629	0.6	2.4	25	13	83
Great Neck, New York	0.5	4	187	1.0	7.8	20	20	83
High-Rate								
Oklahoma City, Oklahoma	16.2	6	463	1.0	16.3	78	66	78
Freemont, Ohio	1.6	3.3	134	1.5	19.0	41	21	78
Stonn Lake, Iowa	7.4	8	690	2.1	21.5	62	61	84
Richard, Washington	2.2	4.5	173	2.8	19.6	44	20	83
Alisal, California	0.6	3.2	293	3.1	20.6	53	24	87
Chapel hill, N. Carolina	1.4	4.25	166	2.0	16.3	19	44	43



Basic constructional features of a conventional percolating filter. 1, foundation floor; 2, feed pipe; 3, retaining wall; 4, effluent channel; 5, ventilation pipe; 6, distributor arm; 7, rotary seal; 8, jets; 9, main bed of medium; 10, base layer of larger medium; 11, drainage tiles; 12, central well for effluent collection (Bruce and Hawkes 1983).

รูปที่ 3.12 รายละเอียดของระบบ TRICKLING FILTER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

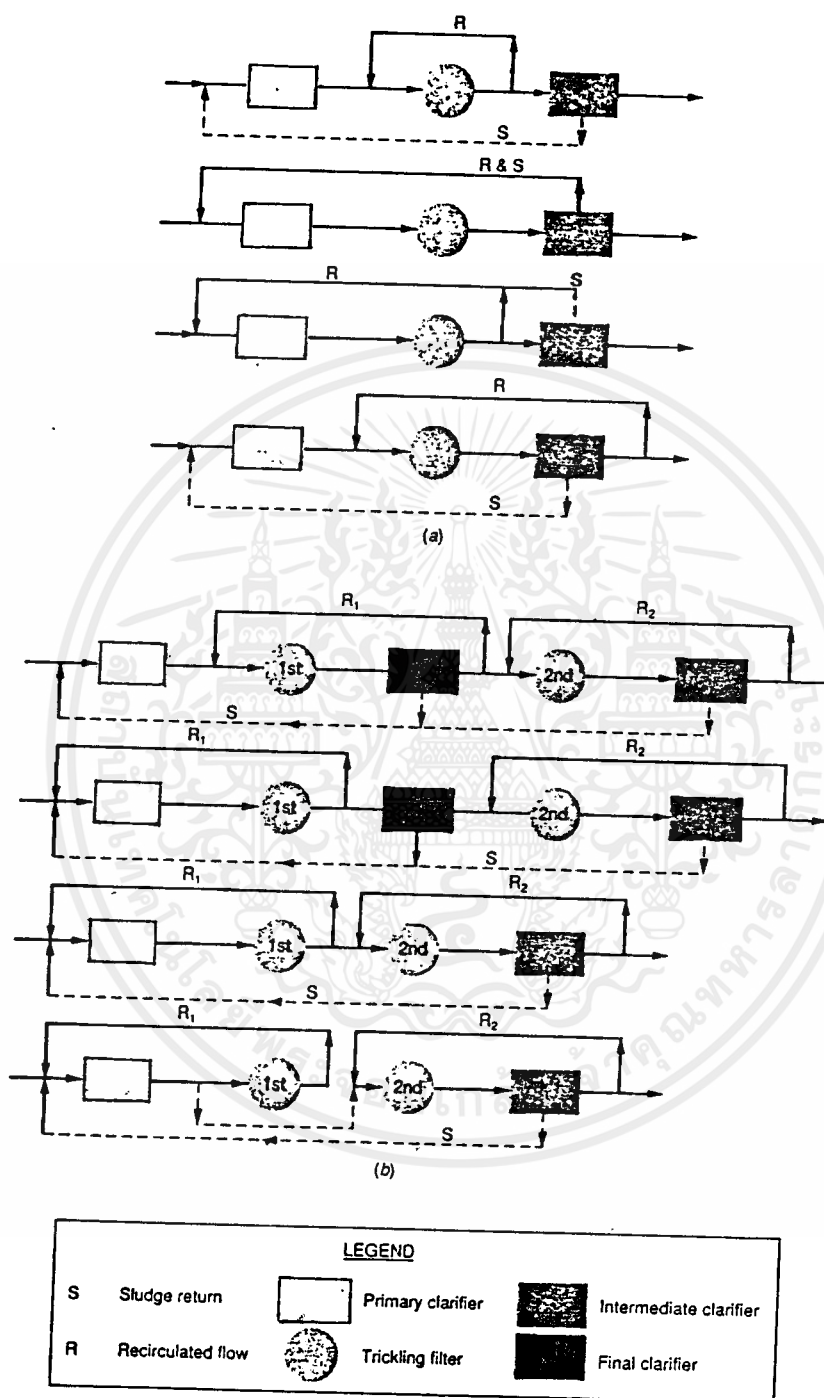
ระบบ TF แบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทตามอัตราการรับปริมาณน้ำเสีย (HYDRAULIC LOAD) และอัตราการรับปริมาณ BOD (ORGANIC LOAD) ดังนี้คือ

1.แบบ LOW-RATE ระบบ LOW-RATE TF จะไม่มีการหมุนเวียนของน้ำทั้งในระบบ เหมือนระบบ TF แบบอื่นๆ อัตราการรับปริมาณน้ำเสียตั้งแต่ 1 ถึง 4 ล้านแกลลอน/เอเคอร์/วัน (0.935-3.74 ลูกบาศก์เมตร/ตารางเมตร/วัน) และอัตราการรับปริมาณ BOD ระหว่าง 5 ถึง 20 ปอนด์/1000 ลูกบาศก์ฟุต/วัน (0.08-0.32 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร/วัน) ความสูงของตัวกลางประมาณ 5 ถึง 10 ฟุต พบว่าเมื่อแบคทีเรียจะมีอยู่หนาแน่นในช่วงตอนบนระหว่าง 2 ถึง 4 ฟุตแรก ส่วนช่วงล่างจะมีแบคทีเรียพวก NITRIFYING BACTERIA มาก แบคทีเรียนี้จะเปลี่ยนแอมโมเนียในน้ำเสียให้กลายเป็นไนเตรต น้ำที่ออกจากระบบ LOW-RATE TF จึงมีปริมาณไนเตรตสูง ข้อเสียของระบบ LOW-RATE TF ได้แก่กลิ่นเหม็นและเป็นแหล่งเพาะแมลงวัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าอากาศร้อน

2.แบบ HIGH-RATE มีการหมุนเวียนของน้ำทั้งในระบบ (RECIRCULATION) ซึ่งจะได้หลายแบบ ดังแผนผังในรูปที่ 3.13 อัตราการรับปริมาณน้ำเสียรวมทั้งน้ำหมุนเวียนตั้งแต่ 10 ถึง 30 ล้านแกลลอน/เอเคอร์/วัน (9.34-28.05 ลูกบาศก์เมตร/ตารางเมตร/วัน) และอัตราการรับปริมาณ BOD ไม่รวมปริมาณ BOD ในน้ำหมุนเวียนระหว่าง 30 ถึง 60 ปอนด์/ 1000 ลูกบาศก์ฟุต/วัน (0.48-0.96 กิโลกรัม/ตารางเมตร/วัน) ความสูงของตัวกลางประมาณ 3 ถึง 6 ฟุต เนื่องจากอัตราการรับปริมาณ BOD สูงมากจึงไม่มี NITRIFYING BACTERIA ดังนั้นน้ำที่ออกจากระบบจึงมีปริมาณแอมโมเนียสูง โดยทั่วไประบบ HIGH-RATE TF จะมีประสิทธิภาพต่ำกว่าระบบ LOW RATE TF

3.แบบ INTERMEDIATE-RATE หลักการเหมือนระบบ HIGH-RATE TF แต่อัตราการรับปริมาณน้ำเสียและอัตราการรับปริมาณ BOD จะมีค่าอยู่ระหว่างแบบ LOW-RATE และแบบ HIGH RATE คือระหว่าง 4 ถึง 10 ล้านแกลลอน/เอเคอร์/วัน (3.74-9.35 ลูกบาศก์เมตร/ตารางเมตร/วัน) และระหว่าง 15 ถึง 30 ปอนด์/1000 ลูกบาศก์ฟุต/วัน (0.24-0.48 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร/วัน)

4.แบบ SUPPER-RATE หรือ ROUGHING FILTERS มีอัตราการรับปริมาณน้ำเสียและอัตราการรับปริมาณ BOD สูงมาก อาจสูงถึง 150 ล้านแกลลอน/เอเคอร์/วัน (140.25 ลูกบาศก์เมตร/ตารางเมตร/วัน) และ 100 ปอนด์/1000 ลูกบาศก์เมตร/วัน (1.6 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร/วัน) โดยมากใช้ตัวกลางที่เป็นพลาสติก ระบบ TF แบบนี้มักใช้กับน้ำเสียที่มีค่า BOD สูงเป็นการบำบัดขั้นต้น



Intermediate-rate and high-rate trickling-filter flow diagrams with various recirculation patterns: (a) single-stage filters and (b) two-stage filters.

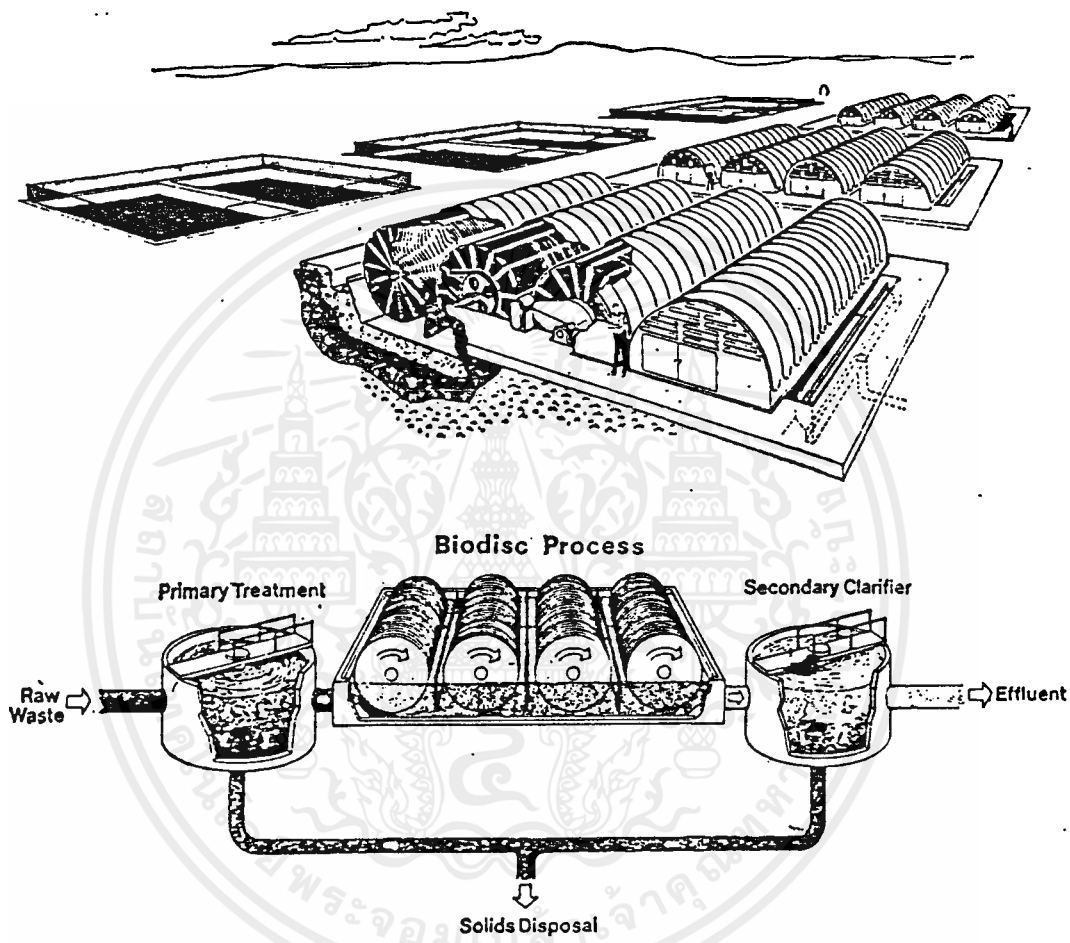
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาและวิจัยเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 ระบบ ROTATING BIOLOGICAL CONTACTOR (RBC)

หลักการ

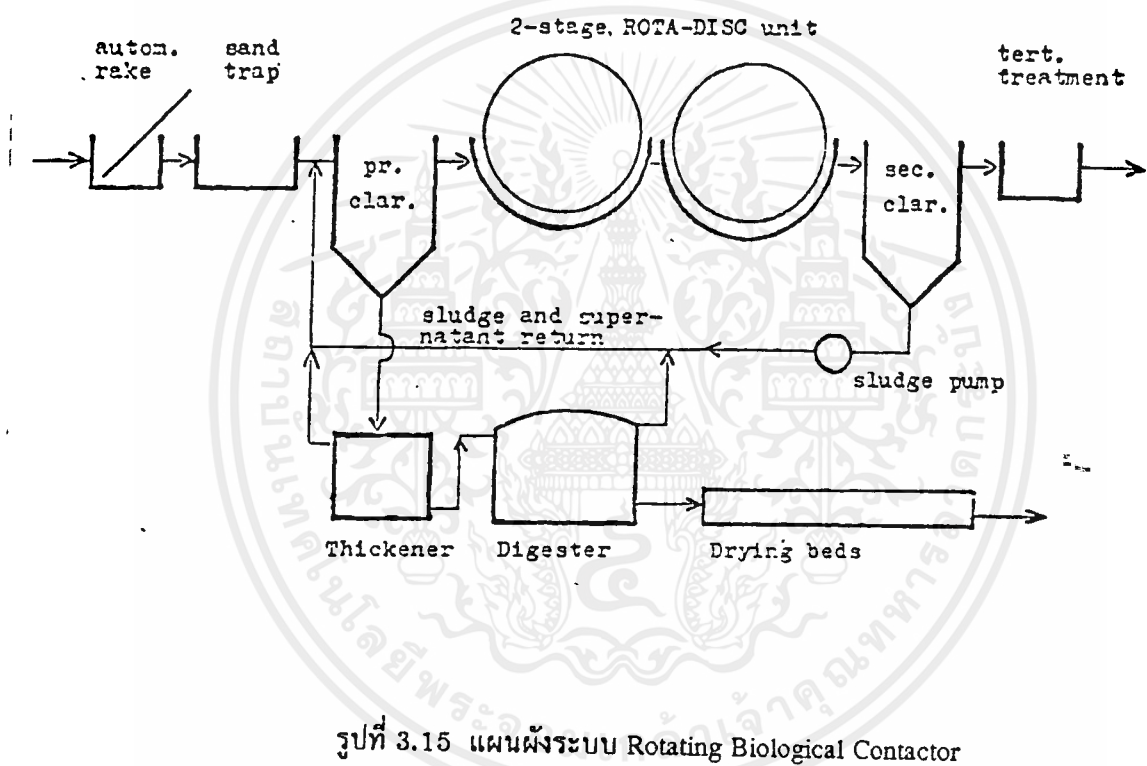
ระบบ RBC เป็นระบบที่เพิ่งใช้กันเมื่อไม่นานมานี้ มีหลักการคล้ายกับระบบ TRICKLING FILTER คือเพิ่มค่า SRT โดยการเลี้ยงให้แบคทีเรียให้เกาะเป็นเมือกรอบตัวกลางแต่ในระบบ RBC เมือกแบคทีเรียจะไม่อยู่นิ่งเหมือนในระบบ TRICKLING FILTER น้ำเสียจะถูกระบายเข้าถังรูปครึ่งทรงกระบอก ดังในรูปที่ 3.14 ตัวกลางที่ให้เมือกแบคทีเรียเกาะเป็นแผ่นพลาสติกหรือแผ่นโฟมกลมมีหลายขนาด ใหญ่ที่สุดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.5 เมตร แผ่นกลมหรือ DISC นี้มีหลายแผ่นชั้นอยู่กับปริมาณ BOD ที่จะกำจัด จะร้อยอยู่บนเพลากลางผ่านศูนย์กลางของแต่ละแผ่น ระยะห่างระหว่างแผ่นประมาณ 1/2-1 นิ้ว เพลางจะวางตามยาวและยึดอยู่บนขอบหัวถังและปลาย ถัง ทำให้แผ่นพลาสติกจมอยู่ในน้ำทั้งประมาณเกือบครึ่งแผ่น เพลางจะถูกขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ให้หมุนไปช้าๆ ประมาณ 2-10 รอบ/นาที ทำให้ส่วนหนึ่งของแผ่นพลาสติกขึ้นมาสัมผัสกับอากาศ ในขณะที่อีกส่วนหนึ่งจุ่มอยู่ในน้ำเสีย ขณะจุ่มอยู่ในน้ำเสีย แบคทีเรียจะดูดซึมสารอินทรีย์ในน้ำเสียและจะทำลายเมื่อได้รับออกซิเจนจากอากาศ เมือกแบคทีเรียจะหนาประมาณ 2-3 มม. บางส่วนที่ตายจะหลุดร่วงไปปนกับน้ำทิ้งที่ไหลออกจากถัง ผ่านเข้าถังตกตะกอนเพื่อแยกตะกอนออกไปกำจัดเช่นเดียวกับในระบบ TRICKLING FILTER ดังในรูปที่ 3.15

ระบบ RBC มีประสิทธิภาพสูงทัดเทียมกับระบบ ACTIVATED SLUDGE แต่มีข้อดีเหนือกว่าหลายประการเช่น ควบคุมและบำรุงรักษาง่าย ด้านทาน SHOCK LOAD ได้ดี ค่าใช้จ่ายในการบำบัดต่ำ ข้อเสียคือ ต้องมีหลังคาคลุมเพื่อไม่ให้เมือกแบคทีเรียโดยฝนชะ ค่าก่อสร้างและพื้นที่ดินที่ต้องการใกล้เคียงกับของระบบ ACTIVATED SLUDGE



รูปที่ 3.14 ลักษณะของระบบ Rotating Biological Contactor (RBC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6 ระบบ ANAEROBIC LAGOONS

หลักการ

ระบบ ANAEROBIC LAGOONS หรือระบบบ่อหมักเป็นวิธีบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนที่ง่ายที่สุด ซึ่งเทียบเคียงได้กับระบบ OXIDATION PONDS กล่าวคือเป็นระบบที่ไม่ใช้เครื่องจักรกล และอาศัยธรรมชาติมากที่สุด ตัวบ่อหมักเป็นบ่อดินขนาดใหญ่ลึก 2-3 เมตร น้ำเสียจะใช้เวลาอยู่ในบ่อหลายวันก่อนที่จะไหลล้นออกไปในระหว่างที่น้ำเสียอยู่ในบ่อ สารอินทรีย์ในน้ำเสียจะถูกแบคทีเรียทำลายด้วยปฏิกิริยาชีวเคมีแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้น้ำเสียเน่าเหม็น มีสีดำและมีค่า BOD ลดลง ระบบบ่อหมักเหมาะสำหรับบำบัดน้ำเสียที่มีค่า BOD สูง มีความเหมาะสมที่สุดในกรณีที่ที่ดินมีราคาไม่แพงนัก และใช้ที่ดินน้อยกว่าระบบ OXIDATION PONDS ประมาณ 10-30 เท่า ข้อเสียของระบบบ่อหมัก คือ ปัญหาเรื่องกลิ่น แต่ถ้าหากบ่อหมักทำงานดีแล้วกลิ่นเหม็นจะไม่รุนแรงนักอยู่ในระดับเดียวกันกับกลิ่นเหม็นของคลองต่าง ๆ ในกรุงเทพมหานคร

ตารางที่ 3.17 ผลการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบ่อหมัก

ประเภทของน้ำทิ้ง	ค่า BOD ₅ มก/ล	อัตราการรับปริมาณ BOD ปอนด์/เอเคอร์/วัน	ประสิทธิภาพในการ ลดBOD ₅ %
โรงงานผลิตเยื่อกระดาษ	178	750	75
น้ำโสโครกจากบ้านเรือน	133-695	866-1321	58-78
โรงงานสุรารวมกับโรง งานน้ำตาลในประเทศ อินเดีย	16,000	335.6	89

3.3.7 ระบบ CONVENTIONAL ANAEROBIC DIGESTION

หลักการ

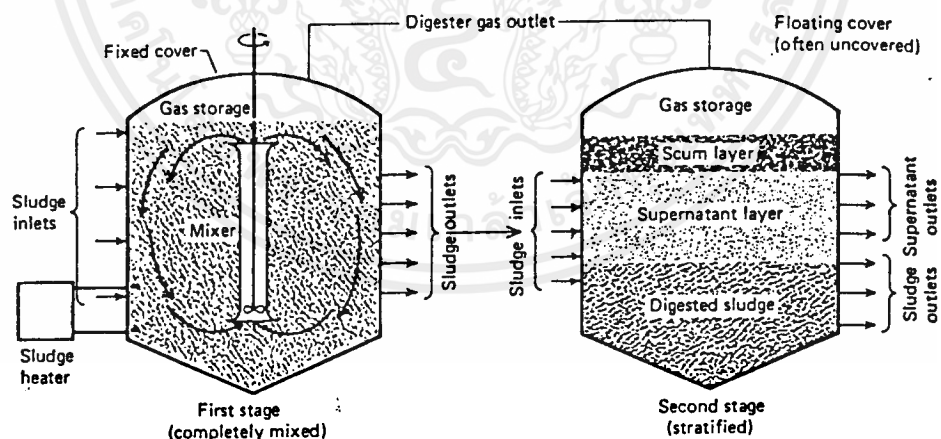
ระบบ CONVENTIONAL ANAEROBIC DIGESTION ดังในแผนผังรูปที่ 3.16 เป็นระบบที่มีความยุ่งยากใช้เครื่องมือกลเพิ่มขึ้นจากระบบ ANAEROBIC LAGOONS ระบบบำบัดจะประกอบด้วยถังปฏิกริยา ซึ่งเป็นถังคอนกรีตกลมมีฝาปิดเพื่อเก็บความร้อน กลิ่น แก๊ส และทำให้ภายในถังปฏิกริยามีสภาพไร้ออกซิเจนอย่างแท้จริง บนฝาดังมีทางระบายแก๊สมีเทนออก เพื่อเผาทิ้งหรือนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง น้ำเสียในถังปฏิกริยาจะถูกกวนอยู่ตลอดเวลาโดยใช้เครื่องกวนเครื่องสูบน้ำแบบ SCREW PUMP หรือนำแก๊สมีเทนที่ได้มาอัดลงไปใต้น้ำเสีย การกวนจะทำให้แบคทีเรียสัมผัสสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้ทั่วถึงยิ่งขึ้น ดังนั้นอัตราการทำลาย BOD ในระบบนี้จึงเร็วกว่าในระบบ ANAEROBIC LAGOONS มาก

จากแผนผังระบบบำบัดในรูปที่ 3.16 จะเห็นว่าลักษณะการบำบัดในถังปฏิกริยาจะเป็นแบบ COMPLETE MIX ที่ไม่มีการหมุนเวียนน้ำแบคทีเรียกลับมาใช้อีก ซึ่งเทียบได้กับลักษณะการบำบัดในระบบ AERATED LAGOONS ดังนั้นที่สถานะสมดุล ปริมาณแบคทีเรียที่เกิดขึ้นจะต้องเท่ากับปริมาณแบคทีเรียที่สูญเสียไปกับน้ำทิ้งที่ออกจากถังปฏิกริยา มิฉะนั้นระบบบำบัดจะทำงานไม่ได้ผล ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการบำบัดจึงต้องนานมาก

ระบบ CONVENTIONAL ANAEROBIC DIGESTION โดยทั่วไปใช้บำบัดน้ำเสียที่มีค่า BOD สูง เช่น กากตะกอนจากระบบบำบัดแบบใช้ออกซิเจน และน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิด เช่น โรงเหล้า โรงน้ำตาล ฯลฯ ตารางที่ 3.18 รวบรวมข้อมูลผลการบำบัดน้ำเสียต่าง ๆ ด้วยระบบ CONVENTIONAL ANAEROBIC DIGESTION จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพในการบำบัดอาจสูงกว่า 90 %

ตารางที่ 3.18 ผลการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบ CONVENTIONAL ANAEROBIC DIGESTION

waste water	HRT day	temperature F	volatile solids		BOD	
			influent	removal	influent	%removal
Pea blancher	3.5	131	700	83		
Pea blancher	6.0	99	400	85		
Winery	-	97	200	87		
Butanol	10.0	-	190		110	68
Rye fermentation	2.0	130	930			54
Corn fermentation	4.0	130	330			76
Whey waste	29.0	130	150			72
Acetic acid	30.0	95	1370		975	90
Butyric acid	30.0	95	830		1000	91



รูปที่ 3.16 แผนผังระบบ CONVENTIONAL ANAEROBIC PROCESS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.8 ระบบ ANAEROBIC CONTACT

หลักการ

เนื่องจากแบคทีเรียพวก METHANE FORMERS เจริญเติบโตได้ช้า ระบบบำบัดแบบ CONVENTIONAL ANAEROBIC DIGESTION จึงต้องใช้เวลาอย่างมาก ดังนั้นจึงไม่เหมาะที่จะใช้ในการบำบัดน้ำเสียที่มีค่า BOD ต่ำ และปริมาณมาก เพราะจะต้องสร้างถังปฏิกริยาขนาดใหญ่มาก ระบบ ANAEROBIC CONTACT เป็นระบบที่จะแก้ปัญหา โดยอาศัยหลักการเดียวกันกับระบบ ACTIVATED SLUDGE PROCESS กล่าวคือ มีการแยกตะกอนแบคทีเรียออกจากน้ำทิ้งที่ออกจากถังปฏิกริยา แล้วนำตะกอนกลับมาใช้ในการบำบัดอีก จึงสามารถลดขนาดของถังปฏิกริยาลงได้ รูปที่ 3.17 เป็นแผนผังแสดงระบบบำบัดแบบนี้

ระบบ ANAEROBIC CONTACT เหมาะสำหรับใช้ในการบำบัดน้ำเสียที่มีค่า BOD ปานกลาง ตารางที่ 3.19 แสดงผลการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบำบัดแบบนี้จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพในการบำบัดอาจสูงถึง 95 %

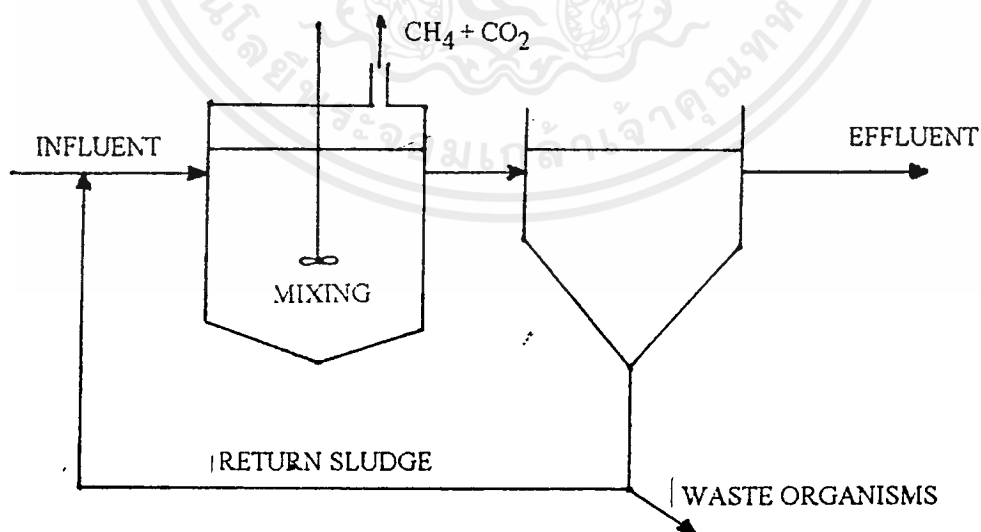
ข้อยุ่งยากของระบบ ANAEROBIC CONTACT คือการแยกตะกอนแบคทีเรียออกจากน้ำทิ้งที่ระบายออกจากถังปฏิกริยา เนื่องจากน้ำทิ้งมีแก๊สละลายปนอยู่มาก ซึ่งแก๊สนี้จะพาตะกอนลอยขึ้นแทนที่จะจมลง อาจแก้ปัญหานี้ได้โดย นำน้ำทิ้งมากำจัดแก๊สเสียก่อน โดยใช้เครื่องไล่แก๊สสูญญากาศ (VACUUM DEGASIFIER) เนื่องจากตะกอน ไม่เข้มข้นนัก จึงทำให้ปริมาณน้ำตะกอนที่สูกกลับไปเข้าถังปฏิกริยามากกว่าปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ ประมาณ 2 ถึง 4 เท่า

ตาราง 3.19 ผลการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบ ANAEROBIC CONTACT

น้ำทิ้ง	HRT วัน	อุณหภูมิ ฟ'	BOD ₅				
			เข้าถัง มก./ล*	เข้าระบบ*	ถูกกำจัด*	เปลี่ยนเป็น แก๊ส	% ที่ถูกกำจัด
Maize-Starch	3.3	73	6280	110	97	85	88
Whisky Distillery	6.2	92	25000	250	237	184	95
Cotton kierung	1.3	86	1800	74	50	42	67
Citrus	1.3	92	4600	214	186	141	87
Brewery	2.3		3900	127	122		96
Starch-Gluten	3.8	95	14000**	100**	60**		80**
Wine	2.0	92	23400**	730**	620**	735	85**
Yeast	2.0	92	11900**	372**	242**	146	65**
Molasses	3.8	92	32800**	546**	376**	222	69**
Meat-Packing	1.3	92	2000	110	104	77	95
Meat-Packing	0.5	92	1380	156	142	66	91
Meat-Packing	0.5	95	1430	164	156		95
Meat-Packing	0.5	85	1310	152	143		94
Meat-Packing	0.5	75	1110	131	119		91

หมายเหตุ * มีหน่วยเป็น ปอนด์/1000ฟ³/วัน

** Volatile suspended solids



รูปที่ 3.17 แผนผังระบบ ANAEROBIC CONTACT

หรือ ANAEROBIC ACTIVATED SLUDGE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.9 ระบบ ANAEROBIC FILTER

หลักการ

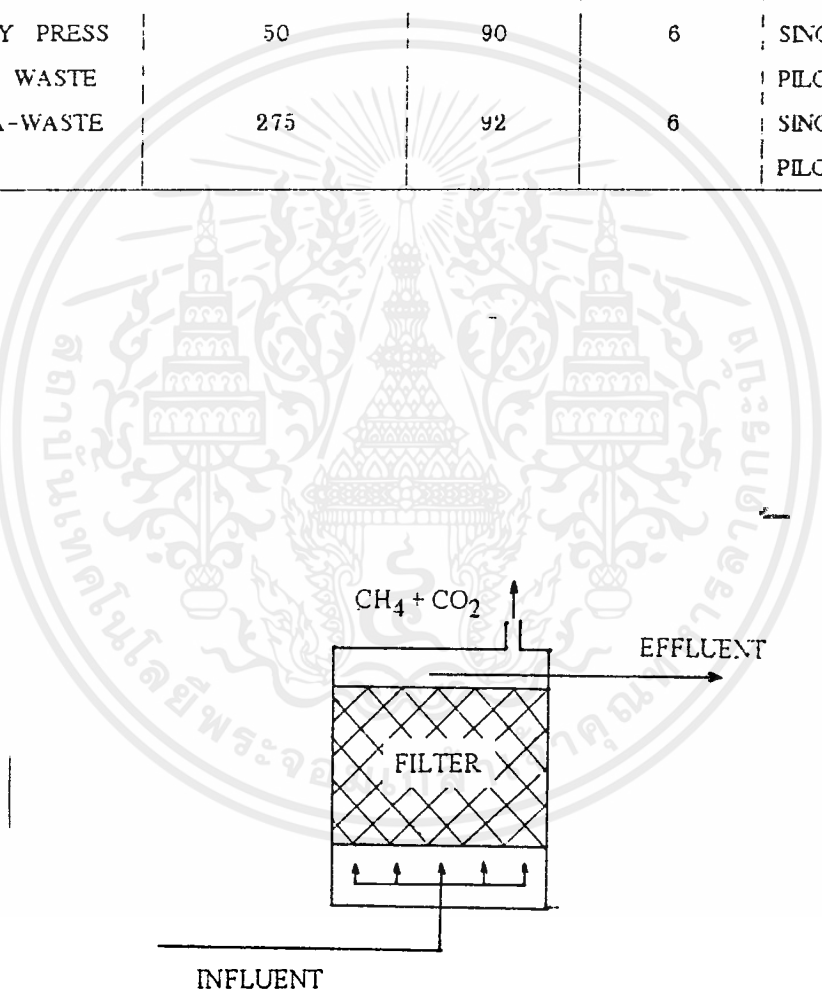
ระบบ ANAEROBIC FILTER มีหลักการคล้ายคลึงกับระบบ TRICKLING FILTER ดังแผนผังในรูปที่ 3.18 คือถังปฏิกรณ์เป็นถังกลมสูงประมาณ 2-3 เมตร ภายในถังมีตัวกลาง (MEDIUM) เช่นก้อนหินบรรจุอยู่เต็ม น้ำเสียจะถูกปล่อยเข้ามาทางก้นถังแล้วไหลออกมาทางตอนบน (UPWARD FLOW) แบคทีเรียที่เกิดขึ้นจะยึดเกาะตัวกลาง และเกาะกันเป็นตะกอนติดอยู่ตามช่องว่างระหว่างตัวกลาง ระบบ ANAEROBIC FILTER สามารถใช้น้ำบำบัดน้ำเสียที่มีค่า BOD ไม่สูงนักได้เช่นเดียวกับระบบ ANAEROBIC CONTACT แต่ระบบ ANAEROBIC FILTER ง่ายกว่าระบบ ANAEROBIC CONTACT มาก เพราะไม่ต้องการตะกอน และไม่ต้องมีการสูบลมตะกอนจากก้นถังตกตะกอนกลับมาเข้าถังปฏิกรณ์อีก

ระบบ ANAEROBIC FILTER ยังไม่เป็นที่แพร่หลายกันนักในต่างประเทศที่มีอากาศหนาว ทั้งนี้เพราะถ้าน้ำเสียมียค่า BOD ต่ำกว่า 10,000 มก./ล แล้วแก๊สมีเทนที่ได้จะมีปริมาณไม่มากพอที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงที่มอดุลของน้ำเสียได้ จึงทำให้ค่าใช้จ่ายในการบำบัดสูงกว่าวิธีการบำบัดแบบใช้ออกซิเจนเช่นระบบ ACTIVATED SLUDGE แต่สำหรับในประเทศไทยจะไม่มีปัญหาเรื่องการเพิ่มมอดุลของน้ำเสีย ระบบบำบัดแบบ ANAEROBIC FILTER จึงน่าจะเป็นระบบที่เหมาะสมและประหยัดที่สุด

ระบบ ANAEROBIC FILTER สามารถรับปริมาณ BOD ได้พอ ๆ กับระบบบำบัดแบบ ACTIVATED SLUDGE หรือ TRICKLING FILTER คือกว่า 200 ปอนด์ COD/1000 ลูกบาศก์ฟุต/วัน ประสิทธิภาพในการบำบัดจะอยู่ในช่วงระหว่าง 60-95 % ผลการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบ ANAEROBIC FILTER ได้สรุปรวบรวมไว้ในตารางที่ 3.20

ตารางที่ 3.20 ผลการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบ ANAEROBIC FILTER

ประเภทของน้ำทิ้ง	อัตราการรับ COD ปอนด์/1000ฟ ³ /วัน	ประสิทธิภาพ การกำจัด%	ความสูงของถัง ปฏิริยา, ฟุต	หมายเหตุ
SEPTIC TANK EFFLUENT	-	33-74	2.25	LAB.SCALE
	-	33-85.7	2.0	LAB.SCALE
	-	46.8-73.8	2.08	LAB.SCALE
WHEAT STARCH- GLUTEN PLANT	237	64	20	3 FILTERS IN PARALLEL. FULL-SCALE
BREWERY PRESS LIQUOR WASTE	50	90	6	SINGLE FILTER, PILOT-SCALE
TAPICCA-WASTE	275	92	6	SINGLE FILTER, PILOT-SCALE



รูปที่ 3.18 แผนผังระบบ ANAEROBIC FILTER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บทที่ 4 การพิจารณาระบบบำบัดน้ำเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การพิจารณาระบบบำบัดน้ำเสีย

4.1 การพิจารณาเลือกรูปแบบการบำบัดน้ำเสีย

ในการบำบัดน้ำเสีย หากจะแบ่งตามสถานที่ตั้งของระบบบำบัดน้ำเสีย ก็จะแบ่งได้ 2 แบบ คือ

-การบำบัดน้ำเสียแบบในที่

คือ การจัดทำระบบบำบัดน้ำเสียในสถานที่ที่เป็นแหล่งผลิตน้ำเสีย เช่นการใช้การใช้ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปในบ้านเรือน การบำบัดแบบในที่นี้ เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีแหล่งผลิตน้ำเสียแต่ละแหล่งอยู่ห่างกัน และมีปริมาณน้ำเสียไม่มากนัก น้ำเสียที่เกิดขึ้นสามารถบำบัดได้ไม่ยาก เนื่องจากการบำบัดแบบแยกส่วนย่อย ๆ ทำให้ปริมาณน้ำเสียที่แต่ละระบบต้องรับมีน้อย ทำให้ระบบบำบัดมีขนาดเล็ก เสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่ำ เป็นระบบที่ไม่ยุ่งยาก การดูแลรักษาง่าย แต่ถ้าชุมชนที่เป็นแหล่งผลิตน้ำเสียมีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้ต้องมีระบบบำบัดขนาดเล็กเหล่านี้น่ามากขึ้นด้วย ซึ่งเมื่อถึงจุดหนึ่งแล้ว การใช้ระบบบำบัดแบบรวมอาจประหยัดกว่า

-การบำบัดน้ำเสียแบบรวม

คือ การรวบรวมเอาน้ำเสียที่มีทั้งหมดมารวมกันเพื่อบำบัดในสถานที่แห่งใดแห่งหนึ่ง การบำบัดโดยวิธีนี้ โรงบำบัดน้ำเสียจะมีขนาดใหญ่ เนื่องจากต้องรับน้ำเสียปริมาณมาก ระบบบำบัดจะต้องได้รับการออกแบบและควบคุมการทำงานอย่างใกล้ชิด ทำให้ต้องใช้เงินลงทุนมากเนื่องจากการต้องวางท่อเพื่อรวบรวมน้ำเสียเป็นระยะทางยาว และระบบขนาดใหญ่ และต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจ้างบุคลากรที่มีความรู้เพื่อดูแลระบบ ระบบแบบนี้จะเหมาะสมกับชุมชนขนาดใหญ่ มีปริมาณน้ำเสียมากจนกระทั่งไม่เป็นการประหยัดหากจะบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบในที่

สำหรับพื้นที่ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ทำการศึกษานี้ การบำบัดน้ำเสียแบบในที่จะเป็นระบบที่เหมาะสมกว่า เนื่องจากน้ำเสียจากแต่ละอาคารมีไม่มากนัก หากจะพิจารณาเฉพาะในส่วนของระบบบำบัดน้ำเสียแล้ว การสร้างระบบบำบัดน้ำเสียรวมอาจจะประหยัดกว่า แต่เมื่อพิจารณาถึงสถานที่ตั้งของระบบบำบัดนั้นแล้ว สถานที่ที่เหมาะสมจะเป็นบริเวณด้านหลังของอิมเนซียม ทำให้ต้องมีการวางท่อเพื่อรวบรวมน้ำเสียเป็นระยะทางไกล อีกทั้งยังมีความยากลำบากในการวางท่อเนื่องจากต้องทำการขุดถนนเพื่อวางท่อ ดังนั้นในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์นี้ จึงออกแบบให้เป็นระบบบำบัดแบบในที่

4.2 การเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม

เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดก็เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและมีข้อดี ข้อเสียที่แตกต่างกัน เมื่อมีความจำเป็นต้องใช้ระบบบำบัด จึงควรพิจารณาเลือกใช้ระบบที่เห็นว่าเหมาะสมในด้านต่าง ๆ มากที่สุด

ข้อดี-ข้อจำกัดของระบบบำบัดแบบต่าง ๆ ที่พอจะรวบรวมได้ มีดังนี้

ระบบบำบัดแบบ Aerobic

Oxidation Pond

- ข้อดี
- ค่าลงทุนในการก่อสร้างต่ำ(ไม่รวมค่าที่ดิน)
 - ปล่อยให้เกิดการย่อยสลายตามธรรมชาติ ไม่มีการใช้เครื่องจักรกลในการเติมอากาศ ทำให้ดูแลรักษาระบบง่าย และไม่จำเป็นต้องใช้คนที่มีความรู้ความชำนาญมากนักในการควบคุมดูแลระบบ
 - เสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและซ่อมบำรุงระบบน้อยกว่าระบบอื่น ๆ
 - เนื่องจากบ่อบำบัดมีขนาดใหญ่ ทำให้ปัญหาเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติและปริมาณของน้ำเสียที่จะเข้าสู่ระบบอย่างกะทันหัน (shock load) มีน้อย
 - เนื่องจากปล่อยให้เศษตะกอนต่าง ๆ ตกลงสู่ก้นบ่อ และย่อยสลายตามธรรมชาติ จึงไม่จำเป็นต้องมีระบบกำจัดตะกอน เพียงแต่นาน ๆ ครั้งเมื่อมีตะกอนสะสมมากเกินไป ก็ให้มีการสูบลบตะกอนก้นบ่อไปทิ้งบ้าง
 - เมื่อไม่ต้องการแล้ว สามารถถมที่และใช้ที่ดินทำประโยชน์อย่างอื่นได้โดยง่าย

- ข้อจำกัด
- ใช้พื้นที่มาก จึงเหมาะกับบริเวณที่ดินมีราคาไม่แพงนัก
 - น้ำทิ้งจากบ่อมักมีสาหร่ายสีเขียวปะปนอยู่มาก
 - ไม่เหมาะกับพื้นที่อากาศหนาวเย็น และปริมาณแสงแดดน้อย เพราะปฏิกิริยาการย่อยสลายจะเกิดช้ามาก

Aerated Lagoon

- ข้อดี
- ค่าลงทุนในการก่อสร้างต่ำ(ไม่รวมค่าที่ดิน)
 - เป็นระบบที่ไม่ซับซ้อน การควบคุมการทำงานทำได้ง่าย
 - ใช้เครื่องจักรกลน้อย ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและซ่อมบำรุงอุปกรณ์ต่าง ๆ น้อย
 - เนื่องจากบ่อเติมอากาศมีขนาดใหญ่ และมีการผสมผสานของน้ำเสียอย่างทั่วถึง ทำให้ปัญหาเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติและปริมาณของน้ำเสียที่จะเข้าสู่ระบบอย่างกะทันหัน (shock load) มีน้อย
 - ใช้ระยะเวลาในการบำบัดนาน ทำให้ตะกอนจุลินทรีย์บางส่วนสลายตัวไป ปริมาณตะกอนที่จะต้องนำไปกำจัดจึงมีน้อย
 - มีประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์สูงพอสมควร

- ข้อจำกัด
- ใช้พื้นที่น้อยกว่า Oxidation Pond ประมาณ 8-10 เท่า แต่ก็ยังคงมากกว่าระบบอื่น ๆ จึงเหมาะกับบริเวณที่ดินมีราคาไม่แพงนัก

Activated Sludge

ข้อดี - ใช้พื้นที่น้อย

- ประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์สูง
- สามารถควบคุม ปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบได้ด้วยการปรับสัดส่วนปริมาณการสูบลตะกอนกลับเข้าสู่ถังเติมอากาศ ซึ่งจะมีผลต่อปริมาณจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ และอัตราส่วนสารอาหารต่อปริมาณแบคทีเรีย
- เนื่องจากตะกอนจุลินทรีย์ส่วนเกินจะถูกเก็บไว้ในถังเก็บ เมื่อระบบเกิดการล้มเหลวก็สามารถนำตะกอนจุลินทรีย์ที่เก็บไว้มาใช้ ทำให้ระบบสามารถทำงานต่อไปได้ โดยไม่ต้องเสียเวลารอให้ระบบฟื้นตัวซึ่งใช้เวลานาน

ข้อจำกัด - ค่าลงทุนในการก่อสร้างสูง

- เป็นระบบที่ใช้เครื่องจักรกลมาก ซึ่งจะต้องมีการซ่อมแซมและบำรุงรักษาโดยผู้ที่มีความรู้ความชำนาญ
- เสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน การซ่อมบำรุงอุปกรณ์ต่าง ๆ สูง
- เป็นระบบที่ทำให้เกิดตะกอนปริมาณมาก ทำให้ต้องลงทุนในส่วนของการกำจัดตะกอนเพิ่มขึ้น ซึ่งมีมูลค่า 20-40% ของการลงทุนทั้งหมดในระบบบำบัดน้ำเสีย
- ถ้าการควบคุมระบบทำไม่ถูกต้อง ประสิทธิภาพของระบบจะลดลงอย่างมาก

Trickling Filter

ข้อดี - ใช้พื้นที่น้อย

- ใช้เครื่องจักรกลน้อยกว่าระบบ Activated Sludge ทำให้การควบคุมระบบทำได้ง่ายกว่า
- ค่าลงทุนในการก่อสร้างต่ำกว่าระบบ Activated Sludge
- ประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์สูง

ข้อจำกัด - มีปัญหาเรื่องกลิ่นเหม็นรบกวน, นกและแมลงตอมมาก

- ไม่เหมาะกับน้ำเสียที่มีปริมาณสารแขวนลอยสูง จึงจำเป็นต้องมีระบบที่แยกสารแขวนลอยต่าง ๆ ในน้ำเสียออกเสียก่อน
- น้ำทิ้งจากระบบจะมีเศษตะกอนจุลินทรีย์ที่ตายและหลุดร่วงปะปนอยู่ ทำให้ต้องมีถังตกตะกอนเพื่อแยกเศษตะกอนเหล่านี้ออกเสียก่อน
- อาจเกิดปัญหาเรื่องการอุดตันได้ง่าย

Rotating Biological Contactor (RBC)

ข้อดี -ใช้พื้นที่น้อย

- การควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพทำได้ง่ายกว่า Activated Sludge
- ใช้พลังงานในการถ่ายเทอากาศน้อยเนื่องจากไม่จำเป็นต้องมีเครื่องเติมอากาศ
- ประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์สูง
- ต้านทาน shock load ได้ดี

ข้อจำกัด -ค่าลงทุนในการก่อสร้างสูง โดยทั่วไปจะแพงกว่าระบบ Activated Sludge ประมาณ 1 - 2 เท่า

- จำเป็นต้องใช้ผู้ที่มีความรู้ความชำนาญในการดูแลระบบและการซ่อมแซมบำรุงรักษา
- การดัดแปลงเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบทำได้ยากเมื่อเทียบกับระบบอื่น ๆ

ระบบบำบัดแบบ Anaerobic

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Anaerobic จะมีข้อดีเหนือจากระบบบำบัดแบบ Aerobic คือ ไม่จำเป็นต้องมีการใช้เครื่องจักรกลเพื่อเติมอากาศ ทำให้ระบบนี้มีการใช้เครื่องจักรกลน้อยกว่าระบบ Aerobic ช่วยลดความยุ่งยากในการดูแลรักษาระบบ และประหยัดพลังงานมากกว่า นอกจากนี้ระบบบำบัดแบบ Anaerobic นี้ สารอินทรีย์ส่วนมากจะถูกเปลี่ยนไปเป็นก๊าซมีเทน มีเพียงส่วนน้อยที่ใช้ในการสร้างเซลล์ใหม่ของจุลินทรีย์ ทำให้มีปริมาณตะกอนน้อย ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดตะกอน นอกจากนี้ก๊าซมีเทนที่ได้หากมีปริมาณมากพอ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้

แต่ระบบบำบัดแบบนี้ก็มีข้อเสียคือ จุลินทรีย์เจริญเติบโตช้า หากระบบที่ใช้อยู่เกิดล้มเหลวขึ้นมา จะต้องใช้เวลานานกว่าระบบจะฟื้นตัวกลับมาใช้การได้ตามปกติ

นอกจากที่กล่าวแล้ว ระบบบำบัดแต่ละแบบก็มีลักษณะเด่นแตกต่างกันไป ดังนี้

Anaerobic Lagoon

ข้อดี -ค่าลงทุนในการก่อสร้างต่ำ

- ไม่มีความจำเป็นต้องใช้เครื่องจักรกล ทำให้การควบคุมดูแลระบบง่าย และเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่ำ
- ประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์สูงพอสมควร
- ใช้บำบัดน้ำเสียที่มีปริมาณสารอินทรีย์สูง ๆ ได้ดี
- เมื่อไม่ต้องการแล้ว สามารถถมที่และใช้ที่ดินทำประโยชน์อย่างอื่นได้โดยง่าย

ข้อจำกัด -ใช้พื้นที่น้อยกว่า Oxidation Pond ประมาณ 10 เท่า แต่เมื่อเทียบกับระบบบำบัดแบบ

Anaerobic อื่น ๆ แล้ว เป็นระบบที่ใช้พื้นที่มากที่สุด

- มีปัญหาเรื่องกลิ่นเหม็นรบกวน

Anaerobic Digestion

- ข้อดี**
- ค่าลงทุนในการก่อสร้างต่ำ
 - ใช้เครื่องจักรกลน้อย ทำให้การควบคุมระบบง่าย และเสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงต่ำ
 - ประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์สูงพอสมควร
 - ใช้บำบัดน้ำเสียที่มีปริมาณสารอินทรีย์สูง ๆ ได้ดี
- ข้อจำกัด** - ไม่เหมาะกับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของปริมาณสารอินทรีย์ต่ำและมีปริมาณมาก เนื่องจากทำให้ต้องใช้ถังปฏิกริยาขนาดใหญ่มาก

Anaerobic Contact

- ข้อดี** มีประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์สูง
- มีการนำเอาตะกอนจุลินทรีย์กลับเข้ามาใช้ใหม่ ทำให้ลดระยะเวลาการบำบัดลงได้ เป็นผลให้ถังปฏิกริยา = $100(1 - 1.8/T)$ และเมื่อระบบล้มเหลว สามารถนำเอาตะกอนจุลินทรีย์ที่เก็บไว้มาใช้
- ใช้** ในการดำเนินระบบต่อไปได้ ไม่ต้องรอให้ระบบฟื้นตัวซึ่งใช้เวลานานเหมือนระบบ Anaerobic แบบอื่น ๆ
- ใช้บำบัดน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของปริมาณสารอินทรีย์ต่ำและมีปริมาณมากได้ โดยถังปฏิกริยามีขนาดไม่ใหญ่มากนัก
- ข้อจำกัด** - ใช้เครื่องจักรมากใกล้เคียงกับระบบ Activated Sludge ทำให้ต้องใช้คนที่มีความรู้ความชำนาญในการควบคุมดูแลระบบและซ่อมแซมอุปกรณ์ต่าง ๆ
- ค่าลงทุนในการก่อสร้างสูง
 - ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ค่าซ่อมแซมบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่าง ๆ สูง

Anaerobic Filter

- ข้อดี**
- ไม่มีความจำเป็นต้องใช้เครื่องจักร ทำให้การควบคุมดูแลระบบง่าย และเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และค่าซ่อมแซมบำรุงรักษาต่ำ
 - ค่าลงทุนในการก่อสร้างไม่สูงนัก
 - มีประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์สูง
 - เนื่องจากจุลินทรีย์ยึดเกาะอยู่ที่ผิวตัวกลาง ไม่ได้ไหลออกจากระบบพร้อมกับน้ำไหลผ่าน ทำให้ลดระยะเวลาในการบำบัดลงได้ เป็นผลให้ถังปฏิกริยามีขนาดเล็กลง
 - ใช้บำบัดน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของปริมาณสารอินทรีย์ต่ำและมีปริมาณมากได้ โดยถังปฏิกริยามีขนาดไม่ใหญ่มากนัก
 - เป็นระบบ anaerobic ทำให้เกิดตะกอนน้อย ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดตะกอน , ผลผลิตจากการบำบัดได้แก๊สมีเทน ซึ่งหากมีปริมาณมากพอสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
- ข้อจำกัด** - ไม่เหมาะกับน้ำเสียที่มีปริมาณสารแขวนลอยสูง เพราะอาจทำให้เกิดการอุดตันได้
- ในพื้นที่ที่มีอากาศหนาว และน้ำเสียที่จะทำการบำบัดมีความเข้มข้นของปริมาณสารอินทรีย์ต่ำ ก๊าซมีเทนที่ได้ อาจไม่เพียงพอที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงในการเพิ่มอุณหภูมิแก่น้ำเสียให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมแก่การบำบัด ทำให้ต้องจัดหาเชื้อเพลิงอย่างอื่นทดแทนซึ่งจะเสียค่าใช้จ่ายมาก

ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดต่าง ๆ	การใช้พื้นที่	การให้เงินลงทุน(ไม่รวมค่าที่ดิน)	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	การดูแล บำรุงรักษาระบบ	ความเสถียรภาพของระบบ	ปัญหาเรื่องกลิ่น และเนเธียรภาพ	คุณภาพของน้ำทิ้งจากระบบ
Oxidation Pond	๑๑	๑๑๑๑	๑๑๑๑	๑๑๑๑	๑๑๑๑	-	มีสารพิษปนอยู่มาก
Aerated Lagoon	๑๑	๑๑๑๑	๑๑๑	๑๑๑๑	๑๑๑๑	-	น้ำทิ้งขุ่น
Trickling Filter	๑๑	๑๑	๑๑	๑๑	๑๑๑๑	มี	มี
Activated Sludge	๑๑๑	๑	๑	๑	๑๑๑๑	-	มี
Rotating Biological Contactors	๑๑๑	๑	๑	๑๑	๑๑๑๑	-	มี
Anaerobic Lagoon	๑	๑๑๑๑	๑๑๑๑	๑๑๑๑	๑๑	มี	ปานกลาง
Anaerobic Digester	๑๑	๑๑	๑๑	๑๑๑๑	๑๑	-	ปานกลาง
Anaerobic Filter	๑๑๑	๑๑	๑๑๑๑	๑๑๑๑	๑๑	-	มี
Anaerobic Contact	๑๑๑	๑	๑	๑	๑๑	-	มี / มี

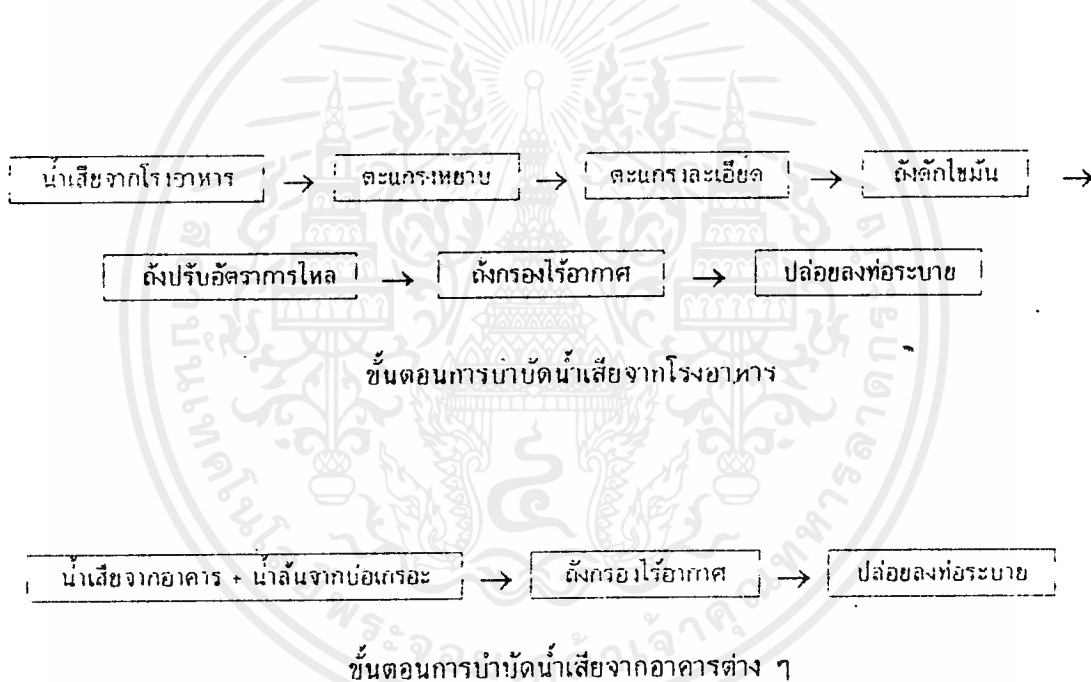
- หมายถึง
- ๑๑๑ ดี (ใช้พื้นที่น้อย, เงินลงทุนต่ำ, ค่าใช้จ่ายต่ำ, ดูแลรักษาง่าย, เสถียรภาพสูง)
 - ๑๑ ปานกลาง
 - ๑ ไม่ค่อยดี (ใช้พื้นที่มาก, เงินลงทุนสูง, ค่าใช้จ่ายสูง, ดูแลรักษายาก, เสถียรภาพต่ำ)

จากข้อดีและข้อจำกัดของระบบบำบัดแบบต่าง ๆ เมื่อนำมาเขียนลงในตารางเพื่อเปรียบเทียบ จะเห็นว่าระบบบำบัดแบบ Anaerobic Filter เป็นระบบที่เหมาะสมที่จะใช้กับกับพื้นที่ของคณะวิศวกรรมศาสตร์มากที่สุด คือ เนื่องจากใช้พื้นที่น้อย ประหยัดพลังงานเพราะไม่ต้องมีการเติมอากาศ การลงทุนไม่สูงนัก ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำ และดูแลบำรุงรักษาระบบง่าย

4.3 การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

ได้เลือกใช้ระบบ Anaerobic Filter ในการบำบัดน้ำเสียจากอาคารต่าง ๆ และเนื่องจากน้ำเสียจากโรงอาหาร มีเศษอาหารและคราบไขมันปะปนอยู่มาก ซึ่งอาจจะไปอุดตันส่วนต่าง ๆ ของระบบและทำให้ประสิทธิภาพของระบบลดลงได้ ดังนั้นจึงต้องมีการปรับลักษณะของน้ำเสียให้เหมาะสมสำหรับการบำบัดเสียก่อน

ระบบบำบัดขั้นต้นที่ใช้คือ การใช้ตะแกรงหยาบและละเอียดเพื่อดักเศษอาหาร และสิ่งสกปรกต่าง ๆ แล้วจึงผ่านถังดักไขมัน และถังปรับอัตราการไหลตามลำดับ และไหลเข้าถังกรองไร้อากาศต่อไป ส่วนน้ำเสียจากอาคารอื่น ๆ ที่มีไขมันโรงอาหาร มีลักษณะเหมาะสมกับระบบบำบัดแล้ว เพราะมีคราบไขมันและเศษสิ่งสกปรกต่าง ๆ น้อย จึงสามารถปล่อยเข้าสู่ถังกรองไร้อากาศได้เลย



รูปที่ 4.19 แผนภาพแสดงขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียจากโรงอาหารและอาคารต่าง ๆ

4.3.1 หลักการออกแบบระบบ Anaerobic Filter

เกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบระบบ Anaerobic Filter โดยทั่วไปแล้วมักจะใช้ค่า Organic Loading Rate. (OLR) เป็นตัวกำหนดขนาดความจุของถัง นอกจากนี้ก็ยังมีตัวแปรอื่น ๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบ ดังนี้

1.) ระยะเวลาพักตะกอน (SRT)

งานวิจัยหลายชิ้นได้เสนอแนวความคิดในการหาค่า SRT ที่เหมาะสมต่อระบบการทำงานของเครื่องกรองไร้ออกซิเจน เช่น Mueller & Mancini ได้เสนอผลการวิจัยของ Young & McCarty และ Plumer เสนอเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SRT และประสิทธิภาพการกำจัด COD ดังรูปที่

จากรูปพบว่า เมื่อ SRT มีค่าต่ำกว่า 100 วัน ประสิทธิภาพในการกำจัด COD จะลดลงอย่างรวดเร็ว Mueller&Mancini จึงสรุปว่า SRT ที่เหมาะสมในการทำงานของเครื่องกรองไร้ออกซิเจน ไม่ควรต่ำกว่า 100 วัน

2.) ระยะเวลาพักน้ำ (HRT)

HRT เป็นตัวแปรอีกตัวที่มีอิทธิพลต่อการทำงานของเครื่องกรองไร้ออกซิเจน Young & McCarty ได้เสนอสมการที่จะทำนายประสิทธิภาพในการกำจัด BOD_L ของเครื่องกรองไร้ออกซิเจน ดังสมการข้างล่าง

$$\%E = 100(1 - 1.8/T)$$

T=ระยะเวลาพักน้ำ หรือค่า HRT (ชม.) คัดจากปริมาตรช่องว่างในเครื่องกรอง

E=ประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์ (%)

สมการที่เสนอนี้ มีขีดจำกัดในการใช้คือ สามารถใช้กับเครื่องกรองที่มีความสูงไม่เกิน 6 ฟุต

การลดค่า HRT จะมีผลทำให้ลดขนาดของถังกรองลงได้ แต่หาก HRT ต่ำเกินไป จะทำให้มีตะกอนแบคทีเรียหลุดออกจากระบบได้มาก ซึ่งมีผลให้ SRT ลดลงด้วยและทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัด COD ลดลงด้วย

3.) ลักษณะของน้ำเสีย

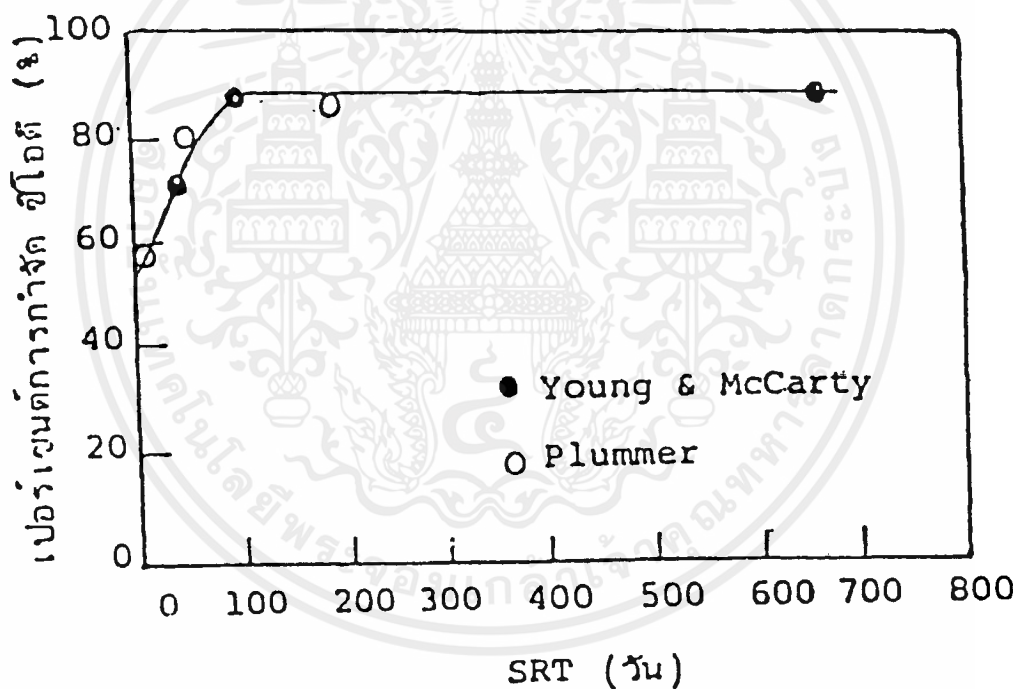
น้ำเสียที่นำมาใช้กับถังกรองไร้ออกซิเจน ควรมีคุณสมบัติดังนี้

1. มีอาหารเสริมที่เพียงพอต่อจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจน คือมีค่า COD:N:P ไม่น้อยกว่า 100:1:1:0.2
2. ปราศจากสารพิษและสารยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย หรือยอมให้มีได้ไม่เกินข้อกำหนดที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อแบคทีเรียในระบบ
3. มีปริมาณสารแขวนลอยต่ำ ทั้งนี้เพื่อขจัดปัญหาการอุดตันของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.21 ค่า OLR ที่ใช้ในการออกแบบระบบบำบัด

Anaerobic reactor type	Typical COD loading rate	
	kg/m ³ /day	lb/1000ft ³ /day
Lagoon	1 - 2	60 - 120
Contact	1 - 5	60 - 300
Upflow blanket	5 - 10	300 - 625
Upflow filter	1 - 10	60 - 625
Downflow filter	5 - 15	300 - 950
Fluidized bed	5 - 30	300 - 1875
Combination	5 - 20	300 - 1250



รูปที่ 4.20 ความสัมพันธ์ระหว่าง SRT และประสิทธิภาพ
ในการกำจัด COD ของเครื่องกรองไร้อากาศ

4.) ชนิดและคุณสมบัติของตัวกลาง

ตัวกลางที่บรรจุอยู่ในเครื่องกรองไร้อากาศ จะทำหน้าที่กักเซลล์มิให้หลุดออกไปจากระบบ และยังเป็นที่ยึดเกาะของแบคทีเรีย ปัจจุบัน ตัวกลางที่นำมาใช้กับเครื่องกรองไร้อากาศ อาจได้มาจากธรรมชาติเช่น กรวด, หิน หรืออาจทำมาจากวัสดุสังเคราะห์เช่น พลาสติก ลักษณะของตัวกลางที่ดีจะต้องมีพื้นที่ผิวมากและมีค่าความพรุนสูง ในการเลือกใช้ตัวกลาง หากต้องการใช้หินเป็นตัวกลาง ได้มีผู้ทำการศึกษาและแนะนำให้ใช้หินควอตไซต์ (Quartzite) ขนาดประมาณ 25 -38 มม. ซึ่งจะให้ความพรุน 42-47%

5.) ลักษณะการวางชั้นตัวกลาง

เนื่องจากตัวกลางในถังกรองไร้ออกซิเจน ทำหน้าที่เสมือนอุปกรณ์ในการเก็บกักตะกอนเซลล์ให้อยู่ภายในระบบ การศึกษาลักษณะการวางของชั้นตัวกลาง ความเข้าใจเข้าใจระบบ และหน้าที่ของแบคทีเรียที่ระดับความสูงต่าง ๆ ของถังกรอง จะเป็นพื้นฐานในการเลือกตำแหน่งชั้นตัวกลางในลักษณะที่ให้ผลประโยชน์สูงสุด

ในประเทศไทย ได้มีการวิจัยเกี่ยวกับลักษณะการวางชั้นตัวกลาง เพื่อหาทางลดความสูงของชั้นตัวกลาง และได้พบว่า การวางชั้นตัวกลางในลักษณะครึ่งถังลอย จะให้ผลดีกว่าการวางตัวกลางในลักษณะครึ่งถังจม แต่เนื่องจากงานวิจัยนี้ยังไม่สามารถให้ข้อมูลที่เพียงพอ ดังนั้นจึงยังไม่เป็นที่ยอมรับกันทั่วไป

6.) ความสูงของถังกรอง

โดยทั่วไปความสูงของถังกรองจะอยู่ในช่วง 1-1.8 เมตร ความสูงของถังกรองที่น้อยกว่านี้มีโอกาสทำให้เกิดการไหลลัดวงจรได้ง่าย ส่วนความสูงที่มากกว่า 1.8 เมตร จะเป็นการสิ้นเปลืองมากกว่าเมื่อเทียบกับประสิทธิภาพที่ได้เพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม การเพิ่มความสูงของถังกรองจะต้องสัมพันธ์กับพื้นที่หน้าตัดและการกักน้ำ(HRT)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดลองเครื่องกรองใ้้อากาศที่ผ่านมา

- เรืองชัย เจียกภาพร, 2528. ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องกรองใ้้อากาศที่มีตัวกลางบรรจุเต็มถังและครึ่งถังลอย โดยใช้ตัวกลางเป็นโพลีเมอร์ (พลาสติก) ปรากฏว่าในเครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถังลอย เซลล์แบคทีเรียจะมีการจมตัวดีกว่าเครื่องกรองที่มีชั้นตัวกลางเต็มถังซึ่งเซลล์แบคทีเรียจมตัวไม่ดี ส่วนประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียทั้ง 2 แบบ สามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงที่ระดับ OLR 1 กก.BOD/ m^3 -วัน โดยสามารถกำจัด COD ได้ 90% และ 93% ตามลำดับ และพบว่าการเพิ่มระดับ OLR ให้สูงขึ้น จะทำให้ประสิทธิภาพการกำจัด COD ของเครื่องกรองทั้งสองลดลง

- ทวีศักดิ์ นิมาพันธ์, 2531 ได้ทำการทดลองใช้ถังเกรอะและถังกรองใ้้ออกซิเจนในการบำบัดน้ำเสียจากชุมชนห้วยขวาง โดยน้ำเสียจะผ่านถังเกรอะก่อนแล้วจึงเข้าเครื่องกรองใ้้อากาศ โดยน้ำเสียเสียที่เข้าระบบมีความเข้มข้น BOD เฉลี่ยเท่ากับ 139.6 mg/l ความเข้มข้น COD เฉลี่ย 292.3 mg/l โดยถังเกรอะมีเวลาลักเก็บของเหลว 14 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการกำจัด BOD เฉลี่ยร้อยละ 65.3 ส่วนถังกรองใ้้อากาศรับอัตรา OLR โดยเฉลี่ย 0.59 กก.BOD/ m^3 -วัน และมีเวลาลักเก็บของเหลว (คัดจากปริมาตรช่องว่างภายในตัวกลาง) 1.9 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการกำจัด BOD เฉลี่ยร้อยละ 50.6

- อรทัย ชาลภาฤทธิ์ และ เพ็ชรพร เซาว์กิจเจริญ ได้ทำการตรวจสอบคุณภาพของน้ำทิ้งจากถังบำบัดน้ำสามแบบบ่อเกรอะและกรองใ้้อากาศชนิดถังสำเร็จรูป จากผลการศึกษาพบว่า น้ำทิ้งจากระบบมีค่า บีโอดี, ทองแข็งแขวนลอย, ทองแข็งละลายน้ำ, คีโตรีโยไนโตรเจน, ตะกอนหนัก, และพีเอช ได้มาตรฐานน้ำทิ้งชุมชนที่กำหนดโดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31, 33, 333, 8 มก./ล., 0.2 มก./ล., และ 7.3 มก./ล. ส่วนค่าที่เกินกว่ามาตรฐานคือ แอมโมเนียมไนโตรเจน และ ทีเคเอ็น โดยมีค่าเท่ากับ 73 และ 80.9 มก./ล. ตามลำดับ ส่วนลักษณะสมบัติอื่น ๆ ที่ไม่ได้มาตรฐานคือ อุณหภูมิ, ซีโอดี, ฟอสฟอรัสทั้งหมดและโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30 C, 171, 12 มก./ล., และ 9.2×10^5 MPN/100 มล. ตามลำดับ

4.3.2 ระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับโรงอาหาร

ก) ตะแกรงหยาบ

การออกแบบตะแกรงหยาบโดยทั่วไปใช้ข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 4.22 ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบตะแกรงหยาบ

ข้อมูล	Hand-cleaned bar racks	Mechanically-cleaned bar racks
ขนาดของแท่งกีดขวาง, มม. x มม.	(5 ถึง 15) x (25 ถึง 75)	(5 ถึง 15) x (25 ถึง 75)
ระยะช่องว่างระหว่างแท่งกีดขวาง, มม.	25 ถึง 50	15 ถึง 75
มุมเอียง (วัดจากแนวดิ่ง), องศา	30 ถึง 45	0 ถึง 30
ความเร็วของน้ำที่ไหลบนรางระบายน้ำ ก่อนที่จะไหลเข้าสู่ตะแกรง, ม./วินาที	0.5 ถึง 1	0.5 ถึง 1
ความเร็วของน้ำที่ไหลผ่านเข้าสู่ตะแกรง, ม./วินาที	0.3 ถึง 0.6	0.3 ถึง 1.0
ค่าสูญเสียความดันที่ข้อมให้, มม.	150	150
ค่าสูญเสียความดันมากที่สุด, มม.	600	600

ที่มา: วิศวกรรมกรรมการกักน้ำเสีย , ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์

ปริมาณน้ำเสียจากโรงอาหาร = 24825 ลิตร/วัน (12 ชั่วโมง)

อัตราการไหลของน้ำเสียบนรางระบาย = 0.00057 $\text{m}^3/\text{วินาที}$ (1)

ความเร็วต่ำสุดของน้ำที่ไหลบนรางระบายที่ต้องการ = 0.5 ม./วินาที (2)

ความเร็วต่ำสุดของน้ำที่ไหลผ่านตะแกรงที่ต้องการ = 0.3 ม./วินาที (3)

จาก (1), (2), และ (3)

พื้นที่หน้าตัดการไหลมากที่สุดขณะไหลบนรางระบาย = 0.001 ม^2

พื้นที่หน้าตัดการไหลมากที่สุดขณะไหลผ่านตะแกรงหยาบ = 0.0019 ม^2

สมมติรางระบายน้ำกว้าง 0.15 ม.

ความสูงของน้ำขณะไหลบนรางระบายและขณะไหลผ่านตะแกรง = 0.0067 และ 0.0127 ม.

ตามลำดับ จะเห็นว่าน้ำเสียน้อยมีปริมาณน้อย ทำให้ไม่สามารถออกแบบตะแกรงให้มีค่าต่าง ๆ ตามต้องการได้

ดังนั้น เลือกใช้ตะแกรงที่ประกอบด้วยแท่งเหล็กหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 5x25 มม. วางเรียงกันให้มีระยะห่างระหว่างแท่ง 30 มม. โดยวางเอียงเป็นมุม 45 องศากับพื้นราบ ติดตั้งไว้ในรางระบายน้ำบริเวณทางเข้าถังตกไขมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข) ตะแกรงละเอียด

ใช้ตะแกรงที่ประกอบจากแผ่นโลหะ มีรูพรุน ขนาดของช่องว่างหรือรูพรุนประมาณ 2 มม. ตัวตะแกรงขึ้นรูปให้มีลักษณะคล้ายตะกร้า มีหูสำหรับจับเพื่อนำออกมาทำความสะอาดได้โดยสะดวก

ค) ถังดักไขมัน

ปริมาณน้ำเสียจากโรงอาหาร = 24825 ลิตร/วัน(12 ชม.)

อัตราการไหลของน้ำเสียเข้าถังดักไขมัน = 0.034 $\text{m}^3/\text{นาท}$

เวลากักน้ำที่ต้องการ 15 นาที

ปริมาตรของถังดักไขมันที่ต้องการ = 0.034×15

= 0.51 m^3

ออกแบบให้ถังเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด $0.70 \times 2.80 \times 1.00 \text{ m}^3$ มีความจุ 0.52 m^3
ดังรูปที่

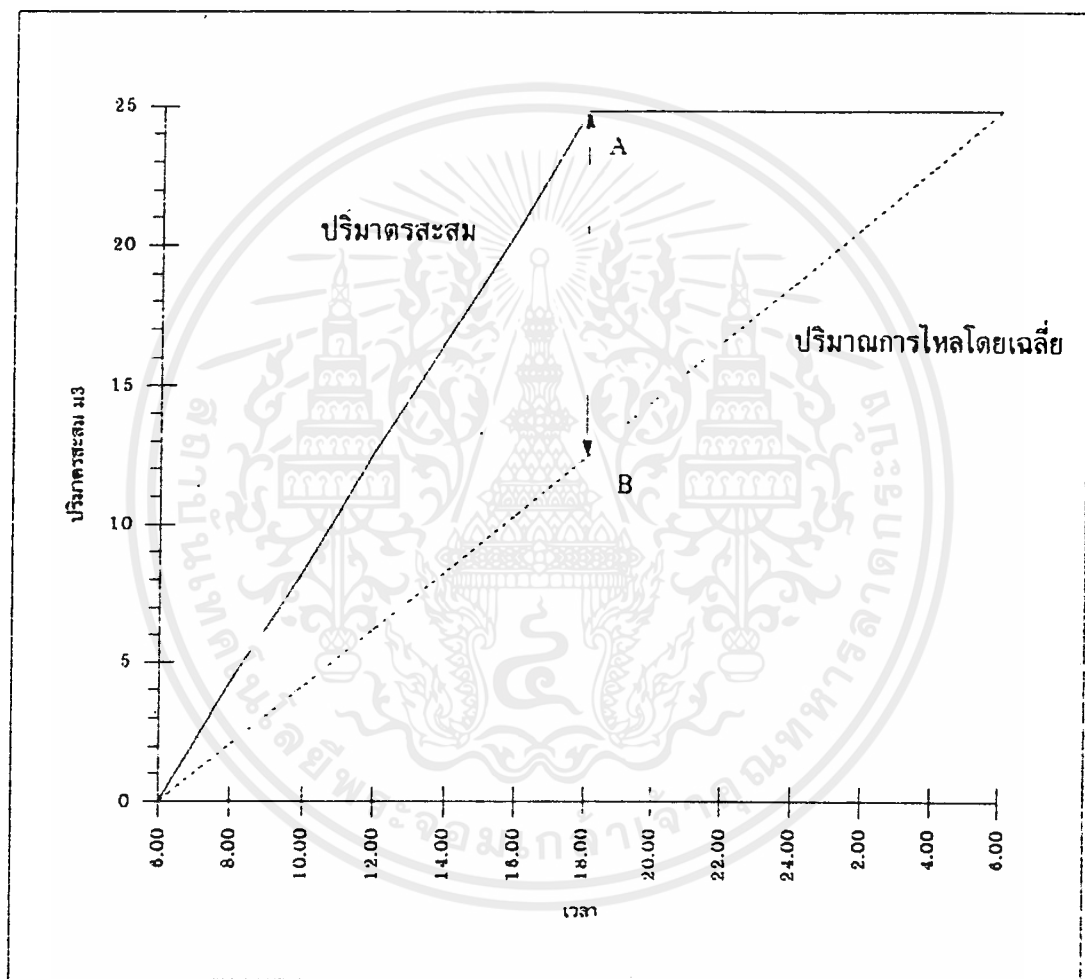
ง) ถังควบคุมอัตราการไหลเข้าให้สม่ำเสมอ (Flow Equalization Tank)

การออกแบบถังควบคุมอัตราการไหลของน้ำเสีย มีหลักการคือ คำนวณหาปริมาตรของถังที่เพียงพอเพื่อใช้ในการควบคุมอัตราการไหล เนื่องจากน้ำเสียที่ไหลเข้าสู่ถังมีปริมาณที่แปรเปลี่ยนมาก ซึ่งจะสัมพันธ์กับเวลา เช่น เวลาเช้า บ่าย เย็น และกลางคืน

การออกแบบ

ตารางที่ 4.23 ปริมาณน้ำทิ้งจากโรงอาหารโดยประมาณที่เวลาต่าง ๆ

ช่วงเวลา	อัตราการไหลเข้าโดย ประมาณ ลิตร/ชั่วโมง	ปริมาณน้ำเสียไหลเข้า ในแต่ละช่วง , ลิตร	ปริมาตรสะสม ลิตร
6.00- 8.00	2150	4300	4300
8.00-10.00	2000	4000	8300
10.00-12.00	2150	4300	12600
12.00-14.00	2000	4000	16600
14.00-16.00	1962.5	3925	20525
16.00-18.00	2150	4300	24825
18.00-20.00	0	0	24825
20.00-22.00	0	0	24825
22.00-24.00	0	0	24825
24.00- 2.00	0	0	24825
2.00- 4.00	0	0	24825
4.00- 6.00	0	0	24825



รูปที่ 4.21 กราฟแสดงการหาความจุของถังปรับอัตราการไหล

ความจุของถัง = ระยะ AB = 12412.5 ลิตร

เพิ่มความจุให้ถังอีก 15% จะได้ความจุของถัง = $1.15 \times 12412.5 = 14270$ ลิตร

ออกแบบให้ใช้ถังขนาด $3.20 \times 2.80 \times 2.50$ ม³ มีความจุ 14.51 ม³ ดังรูปที่ 4.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกเครื่องสูบน้ำ

การเลือกเครื่องสูบน้ำนอกจากต้องพิจารณาถึงอัตราการไหลและความดันหัว (pressure head) ที่ต้องการแล้ว สำหรับเครื่องสูบน้ำที่ใช้กับงานน้ำเสีย ซึ่งมีเศษสิ่งสกปรกปะปนอยู่ และอาจก่อให้เกิดการอุดตันที่ใบพัดได้ ในกรณีเช่นนี้ควรเลือกใช้เครื่องสูบน้ำสำหรับงานน้ำเสียโดยเฉพาะ เช่น เครื่องสูบน้ำที่ใบพัดแบบไม่อุดตัน (non-clog) , เครื่องสูบบแบบไร้ใบ (bladeless pump) , เครื่องสูบบแบบสกรู (screw pump) , เครื่องสูบน้ำชนิดมีใบมีดไว้ตัดเศษขยะต่าง (grinder pump) ฯลฯ นอกจากนี้ ยังต้องพิจารณาประเภทของบ่อสูบด้วยว่าเป็นแบบบ่อเปียกหรือบ่อแห้ง เครื่องสูบน้ำที่ใช้กับบ่อสูบบแบบบ่อเปียกต้องสามารถวางแช่อยู่ในน้ำได้ (submersible pump)

เลือกใช้เครื่องสูบน้ำของบริษัท ซูรุมิ รุ่น 2-A(W) 0.15 kW ขนาด 32 มม. อัตราการไหล $0.08 \text{ m}^3/\text{min}$ ชนิดวางแช่อยู่ในน้ำได้ ใบพัดแบบ non-clog มีสวิตช์ลากลอยควบคุมการเปิดปิดในตัว



จ) ถังกรองไร้อากาศสำหรับอาคารโรงอาหาร

จากลักษณะของน้ำเสียจากโรงอาหาร มีค่าต่าง ๆ ดังนี้

pH	5.3-6.2	(5.8)	
temperature	28	(28)	C
SS	85-110	(97)	mg/l
COD	390-470	(429)	mg/l
BOD	276-310	(292)	mg/l
TKN	21.1-39.2	(28.6)	mg/l
Phosphorus	2.7-3.7	(3)	mg/l

ตรวจสอบปริมาณอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

$$\text{อัตราส่วน COD:N:P} = 429 : 28.6 : 3 = 100 : 6.7 : 0.7 > 100 : 1.1 : 0.2$$

ปริมาณอาหารเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

$$\begin{aligned} \text{อัตราน้ำเสียไหลเข้าระบบ} &= 24825 \text{ ลิตร/วัน} \\ &= 1034 \text{ ลิตร/ชั่วโมง} \\ \text{ความเข้มข้นสูงสุดของ BOD}_5 \text{ ในน้ำเสีย} &= 310 \text{ มก./ลิตร} \end{aligned}$$

สมมติให้ในขั้นตอนการตกตะกอน ช่วยลด BOD₅ ลงไปได้ร้อยละ 25

$$\begin{aligned} \text{ความเข้มข้นของ BOD}_5 \text{ ในน้ำเข้าถังกรอง} &= 0.75 \times 310 \\ &= 232.5 \text{ มก./ลิตร} \\ \text{ปริมาณ BOD}_5 \text{ เข้าถังกรอง} &= 232.5 \times 24825 / 10^6 \\ &= 5.77 \text{ กก.BOD}_5/\text{วัน} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ความเข้มข้นของ BOD}_5 \text{ ในน้ำออกจากถังกรองที่ต้องการ} &= 30 \text{ มก./ลิตร} \\ \text{ประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์ที่ต้องการ} &= (232.5 - 30) / 232.5 \\ &= 0.87 \end{aligned}$$

เกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบ

$$\begin{aligned} \text{จาก } \%E &= 100(1 - 1.8/T) \\ \text{ระยะเวลาพักน้ำ (HRT) ที่ต้องการคือ} &13.95 \text{ ชั่วโมง} \\ \text{ระยะเวลาพักน้ำ (HRT) ที่ใช้ออกแบบคือ} &14 \text{ ชั่วโมง} \\ \text{ค่า Organic Loading Rate ที่ใช้ออกแบบคือ} &1 \text{ กก.BOD}_5/\text{ม}^3\text{-วัน} \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 ระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับอาคารเรียนต่าง ๆ

จากคุณสมบัติของน้ำเสียจากอาคารที่มีลักษณะดังนี้

pH	7.5-8.0	(7.7)	
temperature	21-23	(22)	C
SS	18-27	(22)	mg/l
COD	43-85	(54)	mg/l
BOD	21-45	(28)	mg/l
TKN	2.9-7.1	(4.9)	mg/l
Phosphorus	1.9-4.3	(2.7)	mg/l

ปริมาณน้ำเสียจากอาคารต่าง ๆ

อาคาร	ปริมาณน้ำเสีย
อาคารเรียน 6 ชั้น	1608 ลิตร/ชั่วโมง
อาคารเรียนภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม	1157 ลิตร/ชั่วโมง
อาคารเรียนภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์	2125 ลิตร/ชั่วโมง
อาคารกิจกรรม	408 ลิตร/ชั่วโมง
อาคารเรียนภาควิชาวิศวกรรมโยธา	1012 ลิตร/ชั่วโมง
อาคารเรียนภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม	884 ลิตร/ชั่วโมง

- ออกแบบถังกรองไร้อากาศ

ตรวจสอบปริมาณอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

$$\text{อัตราส่วน COD:N:P} = 85 : 7.1 : 4.3 = 100 : 8.35 : 5.06 > 100 : 1.1 : 0.2$$

ปริมาณอาหารเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

$$\text{ความเข้มข้นสูงสุดของ BOD}_5 \text{ ของน้ำไหลเข้าถังกรอง} = 45 \text{ มก./ลิตร}$$

$$\text{ความเข้มข้นของ BOD}_5 \text{ ของน้ำออกจากถังกรองที่ต้องการ} = 30 \text{ มก./ลิตร}$$

$$\text{ประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์ที่ต้องการ} = (45-30)/45$$

$$= 0.33$$

เกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบ

$$\text{จาก } \%E = 100(1-1.8/T)$$

$$\text{ระยะเวลากักน้ำ (HRT) ที่ต้องการคือ } 2.7 \text{ ชั่วโมง}$$

$$\text{ระยะเวลากักน้ำ (HRT) ที่ใช้ออกแบบคือ } 3 \text{ ชั่วโมง}$$

$$\text{ค่า Organic Loading Rate ที่ใช้ออกแบบคือ } 1 \text{ กก. BOD}_5/\text{ม}^3\text{-วัน}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารต้นฉบับของงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากทางมหาวิทยาลัย

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกใช้ตัวกลางเป็น Plastic Media ของ บริษัท ธรรมสรณ์ รุ่น DM-190 ซึ่งเป็นชนิด square ring มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 70 มม. สูง 22 มม. มีพื้นที่ผิว $190 \text{ ม}^2/\text{ม}^3$ ความพรุน 0.90

- อาคารเรียนภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์

$$\begin{aligned} \text{อัตราน้ำเสียไหลเข้าระบบ} &= 2125 && \text{ลิตร/ชั่วโมง} \\ \text{ปริมาณ BOD}_5 \text{ เข้าถังกรอง} &= 45 \times 2125 \times 12/10^6 \\ &= 1.147 && \text{กก.BOD}_5/\text{วัน} \end{aligned}$$

จาก OLR

$$\text{ปริมาตรภายในตัวกรองที่ต้องการคือ} \quad 1.147 \text{ ม}^3$$

จาก HRT

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรของช่องว่างภายในตัวกลางที่ต้องการ} &= 2.125 \times 3 && = 6.375 \text{ ม}^3 \\ \text{ปริมาตรของตัวกลางที่ต้องการ} &= 6.375 / 0.9 && = 7.10 \text{ ม}^3 \\ \text{เลือกใช้ขนาดถังที่ได้จาก HRT} &&& \end{aligned}$$

ออกแบบให้ใช้ถังขนาด $2.50 \times 2.00 \times 2.10 \text{ ม}^3$ วางเรียงกัน 2 ถัง ดังรูปที่ 4.24

- อาคารเรียน 6 ชั้น

$$\begin{aligned} \text{อัตราน้ำเสียไหลเข้าระบบ} &= 1608 && \text{ลิตร/ชั่วโมง} \\ \text{ปริมาณ BOD}_5 \text{ เข้าถังกรอง} &= 45 \times 1608 \times 12/10^6 \\ &= 0.868 && \text{กก.BOD}_5/\text{วัน} \end{aligned}$$

จาก OLR

$$\text{ปริมาตรภายในตัวกรองที่ต้องการคือ} \quad 0.868 \text{ ม}^3$$

จาก HRT

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรของช่องว่างภายในตัวกลางที่ต้องการ} &= 3 \times 1.608 && = 4.82 \text{ ม}^3 \\ \text{ปริมาตรของตัวกลางที่ต้องการ} &= 4.82 / 0.9 && = 5.36 \text{ ม}^3 \\ \text{เลือกใช้ขนาดถังที่ได้จาก HRT} &&& \end{aligned}$$

ออกแบบให้ใช้ถังขนาด $2.50 \times 2.50 \times 2.10 \text{ ม}^3$ ดังรูปที่ 4.25

- อาคารเรียนภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

$$\begin{aligned}\text{อัตราน้ำเสียไหลเข้าระบบ} &= 1157 \quad \text{ลิตร/ชั่วโมง} \\ \text{ปริมาณ BOD}_5 \text{ เข้าถังกรอง} &= 45 \times 1157 \times 12/10^6 \\ &= 0.625 \quad \text{กก.BOD}_5/\text{วัน}\end{aligned}$$

จาก OLR

$$\text{ปริมาตรภายในตัวกรองที่ต้องการคือ} \quad 0.625 \text{ ม}^3$$

จาก HRT

$$\begin{aligned}\text{ปริมาตรของช่องว่างภายในตัวกลางที่ต้องการ} &= 1.157 \times 3 = 3.47 \text{ ม}^3 \\ \text{ปริมาตรของตัวกลางที่ต้องการ} &= 3.47 / 0.9 = 3.86 \text{ ม}^3 \\ \text{เลือกใช้ขนาดถังที่ได้จาก HRT}\end{aligned}$$

ออกแบบให้ใช้ถังขนาด $2.00 \times 2.50 \times 2.10 \text{ ม}^3$ ดังรูปที่ 4.26

- อาคารกิจกรรม

$$\begin{aligned}\text{อัตราน้ำเสียไหลเข้าระบบ} &= 408 \quad \text{ลิตร/ชั่วโมง} \\ \text{ปริมาณ BOD}_5 \text{ เข้าถังกรอง} &= 45 \times 408 \times 12/10^6 \\ &= 0.220 \quad \text{กก.BOD}_5/\text{วัน}\end{aligned}$$

จาก OLR

$$\text{ปริมาตรภายในตัวกรองที่ต้องการคือ} \quad 0.220 \text{ ม}^3$$

จาก HRT

$$\begin{aligned}\text{ปริมาตรของช่องว่างภายในตัวกลางที่ต้องการ} &= 0.408 \times 3 = 1.22 \text{ ม}^3 \\ \text{ปริมาตรของตัวกลางที่ต้องการ} &= 1.22 / 0.9 = 1.36 \text{ ม}^3 \\ \text{เลือกใช้ขนาดถังที่ได้จาก HRT}\end{aligned}$$

ออกแบบให้ใช้ถังขนาด $1.50 \times 2.00 \times 1.70 \text{ ม}^3$ ดังรูปที่ 4.27

- อาคารเรียนภาควิชาวิศวกรรมโยธา

$$\begin{aligned} \text{อัตราน้ำเสียไหลเข้าระบบ} &= 1012 \quad \text{ลิตร/ชั่วโมง} \\ \text{ปริมาณ BOD}_5 \text{ เข้าถังกรอง} &= 45 \times 1012 \times 12/10^6 \\ &= 0.546 \quad \text{กก.BOD}_5/\text{วัน} \end{aligned}$$

จาก OLR

$$\text{ปริมาตรภายในตัวกรองที่ต้องการคือ} \quad 0.546 \text{ ม}^3$$

จาก HRT

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรของช่องว่างภายในตัวกลางที่ต้องการ} &= 1.012 \times 3 = 3.04 \text{ ม}^3 \\ \text{ปริมาตรของตัวกลางที่ต้องการ} &= 3.04 / 0.9 = 3.37 \text{ ม}^3 \\ \text{เลือกใช้ขนาดดังที่ได้จาก HRT} \end{aligned}$$

$$\text{ออกแบบให้ใช้ถังขนาด } 2.50 \times 2.00 \times 2.10 \text{ ม}^3 \text{ ดังรูปที่ 4.28}$$

- อาคารเรียนภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

$$\begin{aligned} \text{อัตราน้ำเสียไหลเข้าระบบ} &= 884 \quad \text{ลิตร/ชั่วโมง} \\ \text{ปริมาณ BOD}_5 \text{ เข้าถังกรอง} &= 45 \times 884 \times 12/10^6 \\ &= 0.477 \quad \text{กก.BOD}_5/\text{วัน} \end{aligned}$$

จาก OLR

$$\text{ปริมาตรภายในตัวกรองที่ต้องการคือ} \quad 0.477 \text{ ม}^3$$

จาก HRT

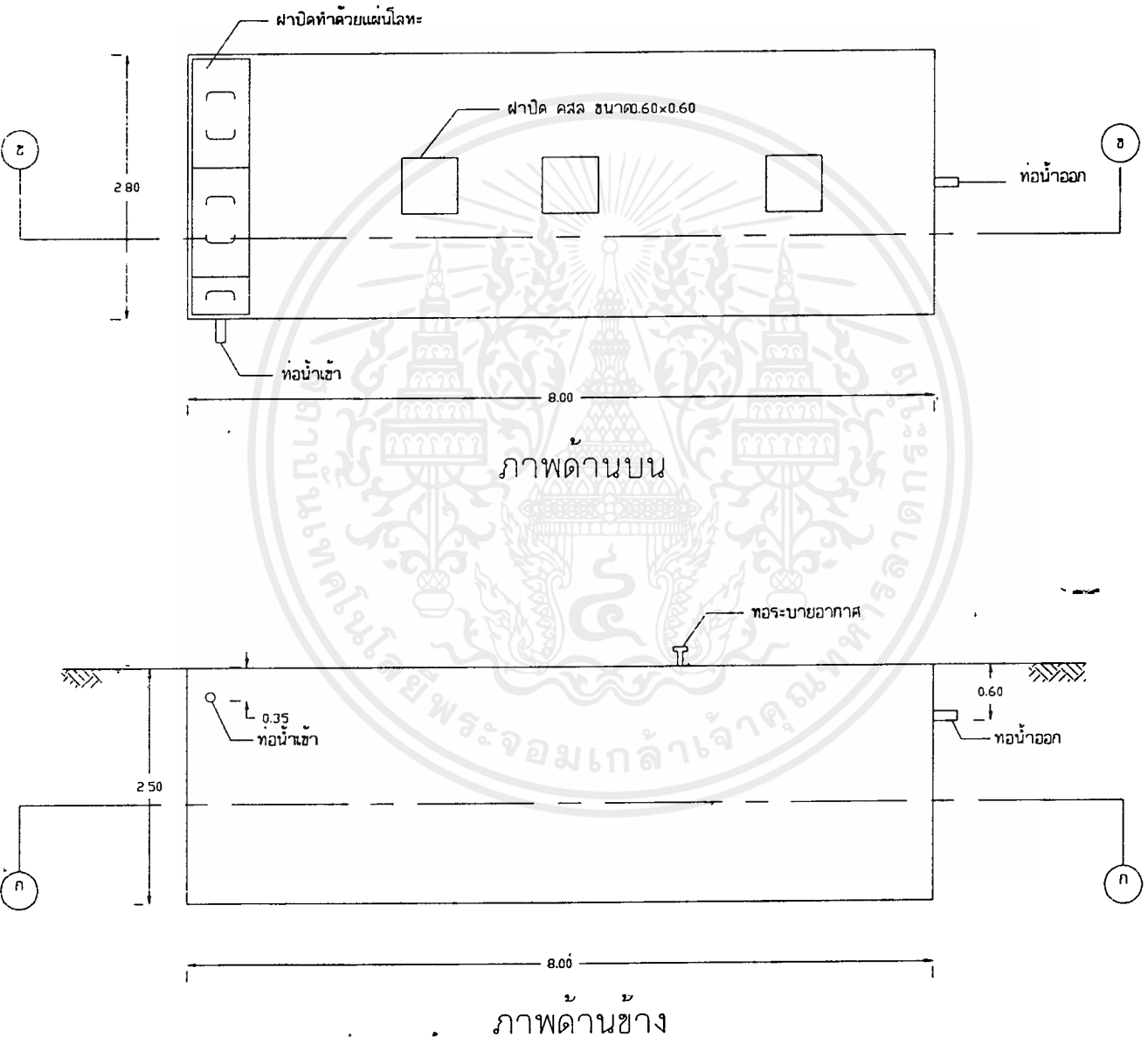
$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรของช่องว่างภายในตัวกลางที่ต้องการ} &= 0.884 \times 3 = 2.65 \text{ ม}^3 \\ \text{ปริมาตรของตัวกลางที่ต้องการ} &= 2.65 / 0.9 = 2.95 \text{ ม}^3 \\ \text{เลือกใช้ขนาดดังที่ได้จาก HRT} \end{aligned}$$

$$\text{ออกแบบให้ใช้ถังขนาด } 1.70 \times 2.50 \times 2.10 \text{ ม}^3 \text{ ดังรูปที่ 4.29}$$

ข้อเสนอแนะสำหรับการดูแลรักษาระบบ

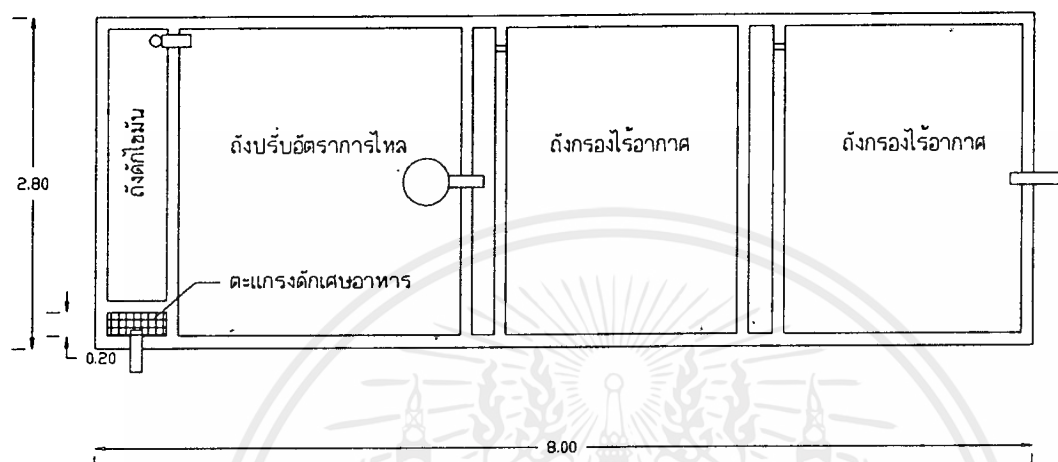
เพื่อให้ระบบบำบัดสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรมีการดูแลรักษาระบบ ดังนี้

1. ในการเริ่มต้นระบบ ให้ใช้กากตะกอนก้นถังเกรอะเป็นหัวเชื้อจุลินทรีย์ โดยนำมาเติมลงในถังกรองในอัตรา 6-8 กก./ม³ ระบบบำบัดจะใช้เวลาประมาณ 100 วันจึงสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. ควรจัดให้มีการทำความสะอาด และนำเศษสิ่งสกปรกต่าง ๆ ที่ค้างอยู่บนตะแกรง หยาดออก อยู่สม่ำเสมอ เพื่อป้องกันการอุดตัน
3. ควรจัดให้มีการทำความสะอาดและนำเศษอาหารที่ค้างอยู่บนตะแกรงละเอียดออกไปทิ้งทุกวัน เพื่อป้องกันการอุดตันและส่งกลิ่น
4. ควรจัดให้มีการทำความสะอาดและตัดรากไข่ม้วนที่ลอยอยู่ในถังดักไขมันออกไปทิ้งอย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง
5. ควรทำการตรวจสอบระบบเป็นระยะ ๆ โดยเฉพาะเครื่องสูบน้ำ ให้แน่ใจว่ายังสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ หากพบว่ามีส่วนใดผิดปกติควรรีบทำการแก้ไขให้สามารถใช้งานได้ดังเดิม
6. น้ำทิ้งจากระบบ บางครั้งอาจมีส่วนประกอบของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโคลิฟอร์มแบคทีเรียมากกว่าที่มาตรฐานน้ำทิ้งยอมให้ ซึ่งไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจะเป็นตัวเร่งให้สาหร่ายเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จนอาจทำให้แหล่งน้ำนั้นมีลักษณะไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้งาน ดังนั้นจึงควรระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดลงสู่แหล่งน้ำเปิด เพราะปริมาณน้ำที่มากจะทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเจือจางลงได้

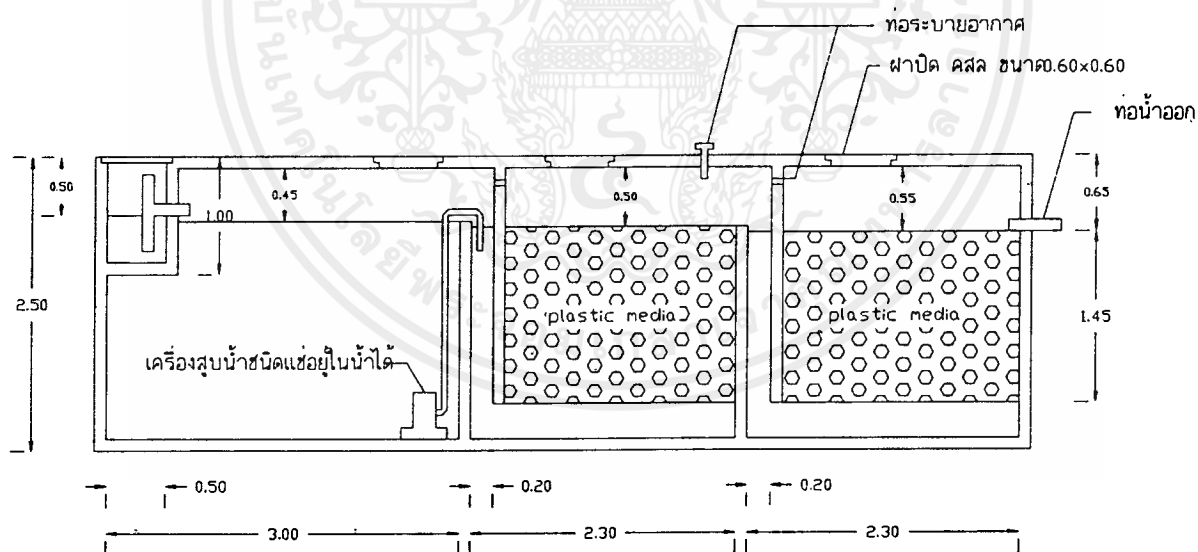


รูปที่ 4.22 ภาพแสดงรายละเอียดของระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

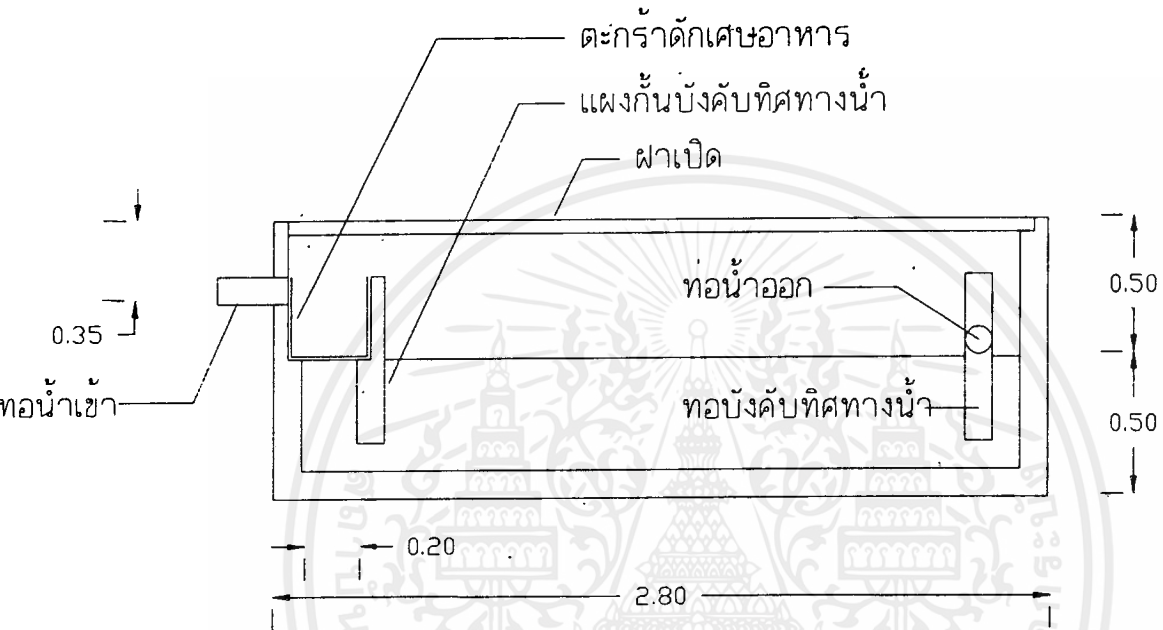


ภาพตัด ก - ก

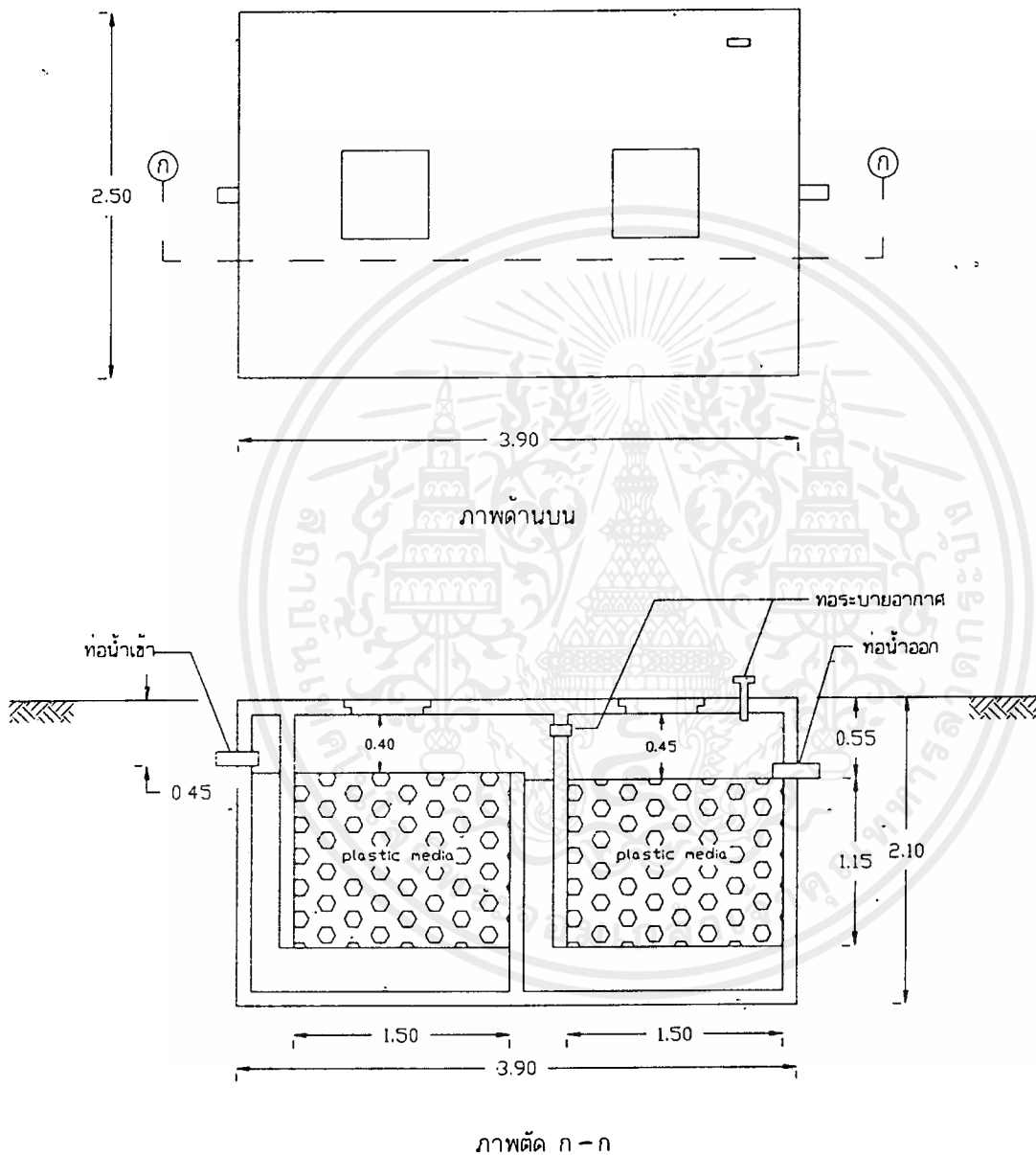


ภาพตัด ข - ข

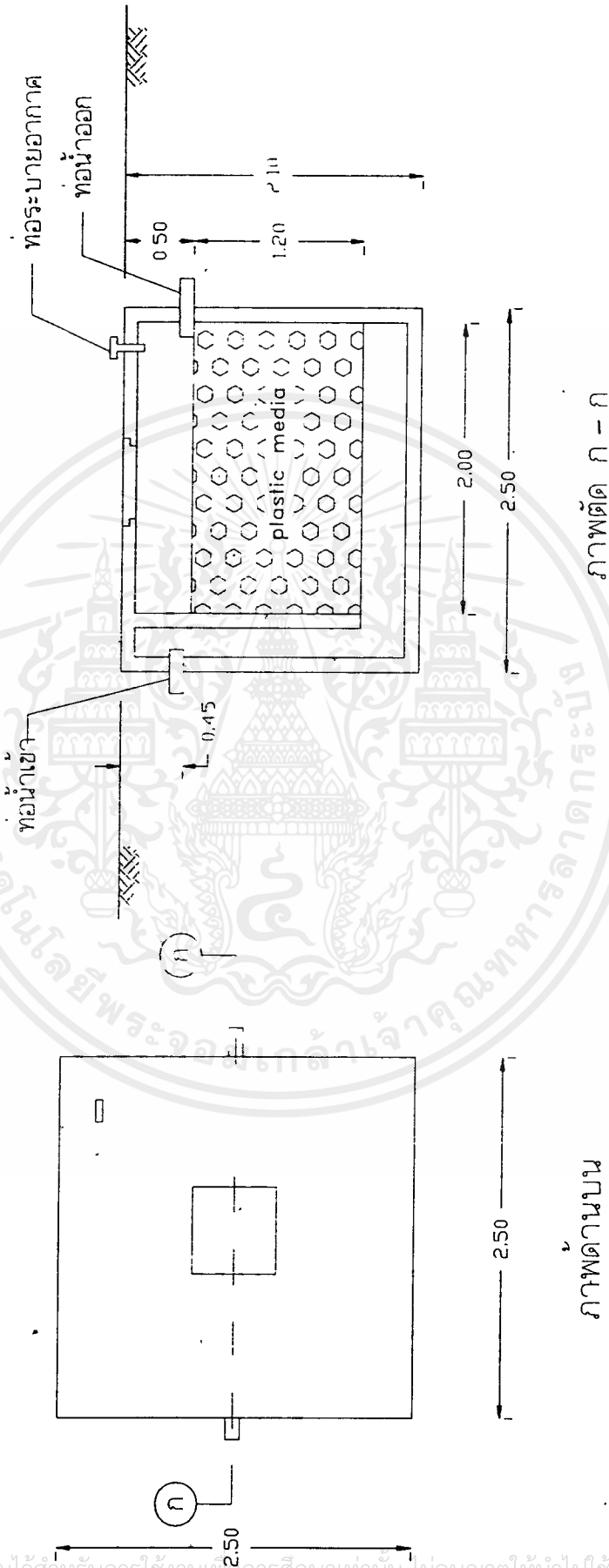
รูปที่ 4.22 ภาพแสดงรายละเอียดของระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงอาหาร (ต่อ)



รูปที่ 4.23 ภาพแสดงรายละเอียดของถังดักไขมัน

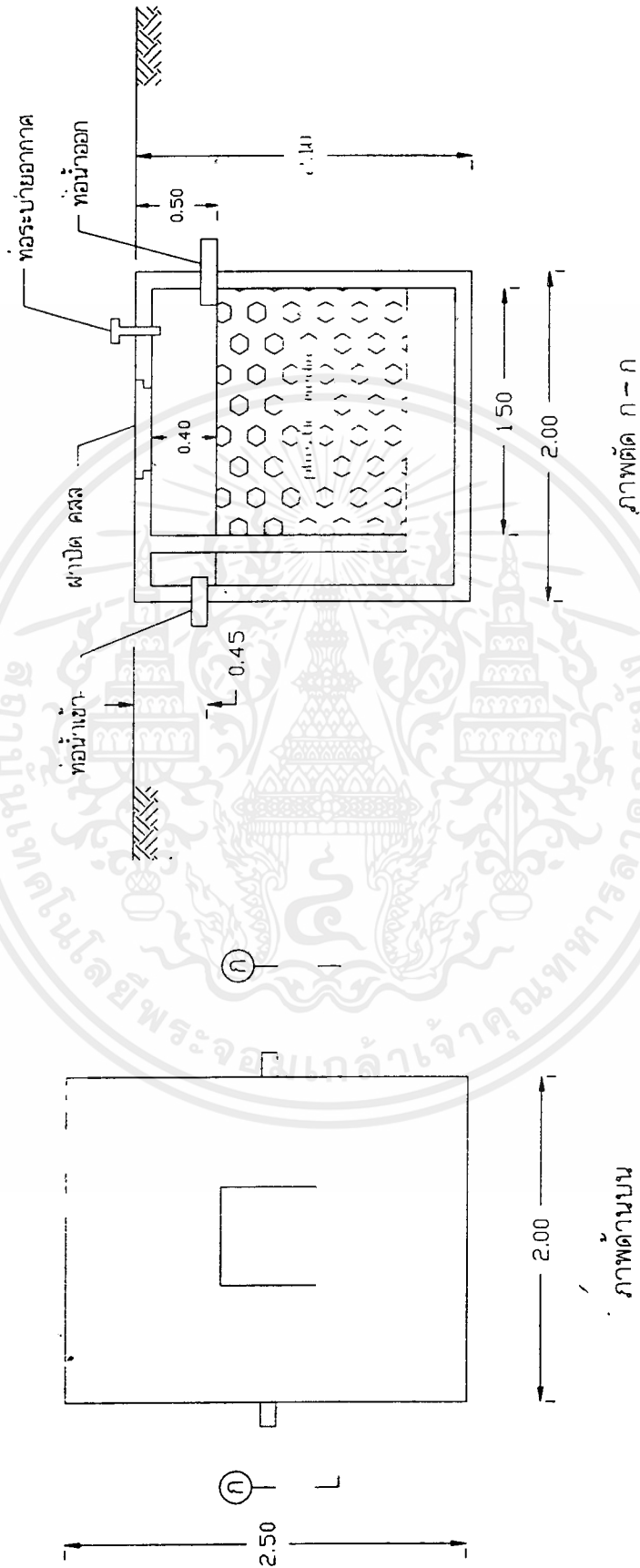


**รูปที่ 4.24 ภาพแสดงรายละเอียดของถังกรองไร้อากาศ
สำหรับอาคารภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์**



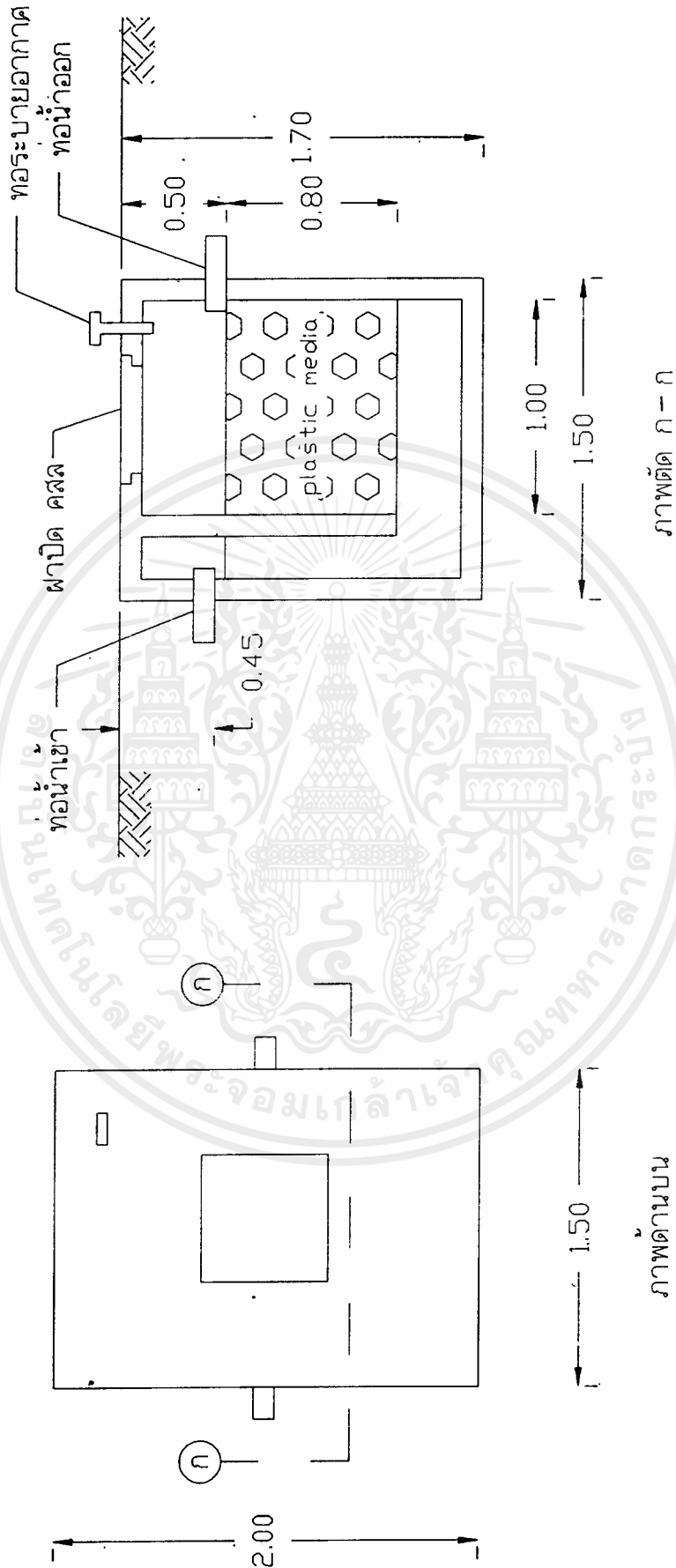
รูปที่ 4.25 ภาพแสดงรายละเอียดของถังกรองใโรอากาศสำหรับอาคารเรียน 6 ชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

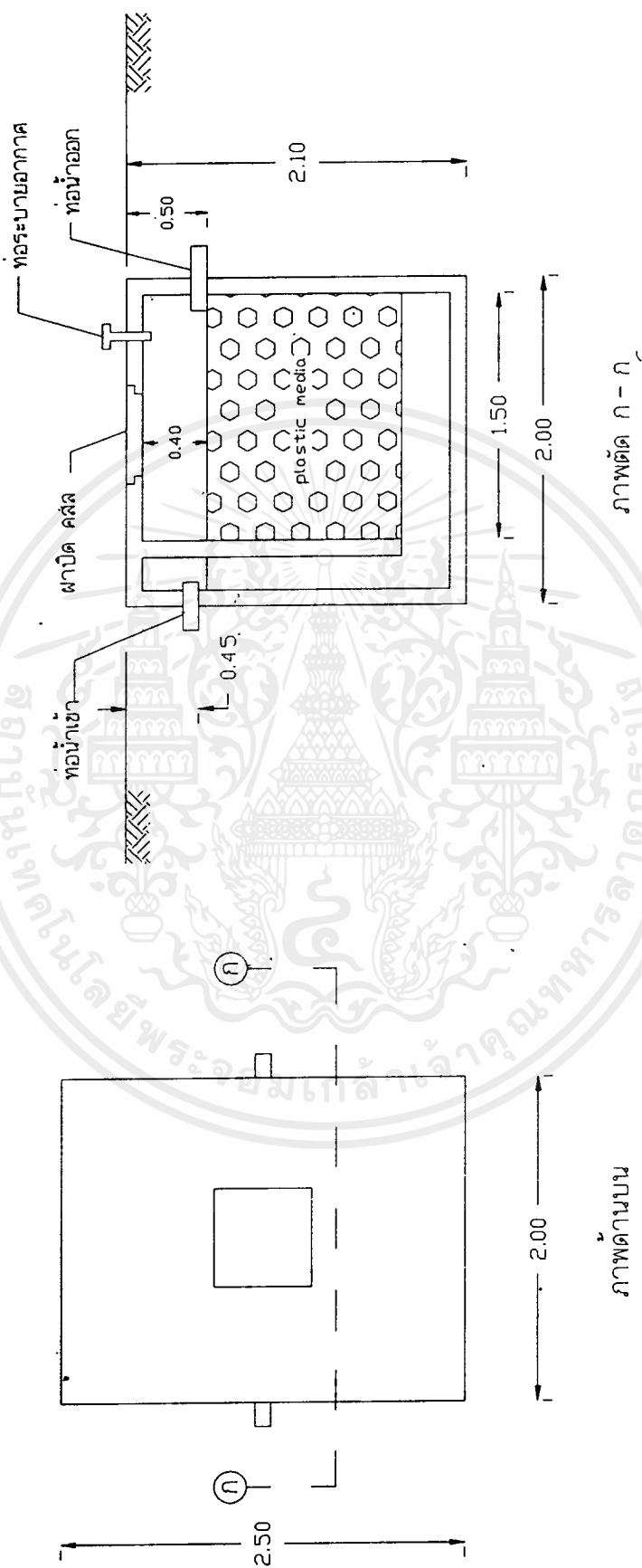


รูปที่ 4.26 ภาพแสดงรายละเอียดของถังกรองไร้อากาศ
สำหรับอาคารภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

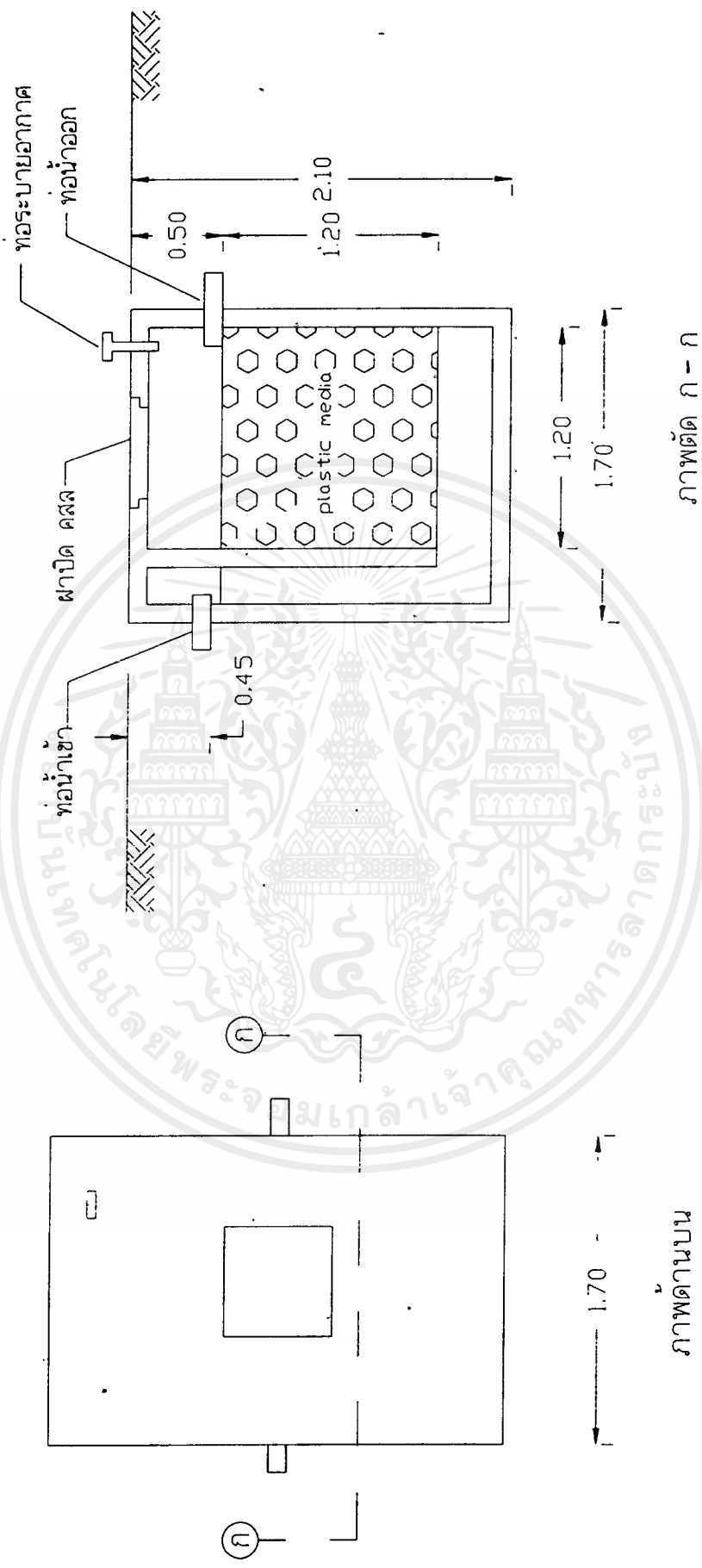


รูปที่ 4.27 ภาพแสดงรายละเอียดของโรงอากาศสำหรับอาคารกิจกรรม



รูปที่ 4.28 ภาพแสดงรายละเอียดของถังกรองไร้อากาศ
สำหรับอาคารภาควิชาวิศวกรรมโยธา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.29 ภาพแสดงรายละเอียดของโรงอากาศ
สำหรับอาคารภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุป

ในการศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์ พบว่าอาคารภายในคณะฯ ส่วนมากจะใช้ระบบบ่อเกรอะ-ซึม ซึ่งไม่เหมาะสมกับพื้นที่ภายในคณะฯ เนื่องจากมีระดับน้ำใต้ดินสูง และอัตราการซึมต่ำ นอกจากนี้มีบางอาคารที่ใช้ระบบบำบัดแบบสำเร็จรูป (ถังเซทส์) แต่ขาดการบำรุงรักษาจากอย่างสม่ำเสมอ จนทำให้ระบบทรุดโทรมและขาดประสิทธิภาพ

ระบบบำบัดที่จะเลือกใช้ภายในคณะฯ จึงควรดูแลรักษาง่าย และแก้ปัญหาเนื่องจากระดับน้ำใต้ดินได้ ดังนั้นจึงเลือกใช้ระบบ Anaerobic Filter เนื่องจากมีคุณสมบัติตรงตามที่ต้องการ โดยใช้ถังบำบัด Anaerobic Filter รับน้ำล้นจากบ่อเกรอะ และน้ำทิ้งจากอาคารมาทำการบำบัดแล้วจึงปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำ ส่วนการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงอาหาร น้ำเสียจะต้องผ่านตะแกรงละเอียดและถังตกไขมันเสียก่อน เพื่อแยกเศษอาหารและคราบไขมันออกจากน้ำเสีย แล้วจึงผ่านเข้าสู่ถังปรับอัตราการไหลและถังบำบัด Anaerobic Filter ต่อไป

ถังบำบัด Anaerobic Filter ที่ออกแบบ จะใช้เป็นถังคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่งได้รับการออกแบบให้มีปริมาตรมากพอที่จะทำให้มีเวลากักน้ำตามที่ออกแบบไว้ ภายในถังบรรจุตัวกลางพลาสติกไว้สำหรับให้แบคทีเรียยึดเกาะ น้ำทิ้งที่ไหลออกจากถังบำบัด Anaerobic Filter จะถูกกำจัดสารอินทรีย์ให้ลดลงจนไม่ก่อให้เกิดน้ำเน่าเสีย แต่ระบบบำบัดนี้ไม่สามารถกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสได้นัก น้ำทิ้งจึงอาจมีส่วนประกอบของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูง

บรรณานุกรม

- 1.) เสริมพล รัตสุด และ ไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์ , " การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชน " , สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย , 2524.
- 2.) ธาณี ประดับหยั่ว , " ลักษณะและปริมาณน้ำเสียจากอาคารสาธารณะบางประเภท " วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล บัณฑิตวิทยาลัย , จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2529.
- 3.) ไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์ , " ข้อพิจารณาเกี่ยวกับปริมาณน้ำทิ้งชุมชนในประเทศไทย " ; สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย , 2536.
- 4.) ทวีศักดิ์ นิมาพันธ์ , " ระบบบำบัดน้ำทิ้งจากอาคารบ้านพักอาศัยที่เหมาะสมในทุกสภาพภูมิประเทศ " ; วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล บัณฑิตวิทยาลัย , จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2531.
- 5.) อรทัย ชวาลภาฤทธิ์ และ เพ็ชรพร เขาวงกตเจริญ , " การตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งจากถังบำบัดน้ำส้วมแบบแอนแอโรบิก " , จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2536.
- 6.) ธงชัย พรรณสวัสดิ์ , " คู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝน " , วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย.
- 7.) Kriengsak Udomsinrot , " Wastewater engineering design " , Mitnara printing , 1989.
- 8.) Robert A. Corbitt , " Standard handbook of environmental engineering " , McGraw-Hill , 1990.
- 9.) Edward D. Schroeder , " Water and wastewater treatment " , McGrawhill , 1977.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตบ.จุฬาลงกรณ์ | ตบ.จุฬาลงกรณ์

พารามิเตอร์	หน่วย	ประเภทมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง					หมายเหตุ
		ก	ข	ค	ง	จ	
1. ความเป็นกรดและด่าง (pH) -		5 - 9	5 - 9	5 - 9	5 - 9	5 - 9	เป็นค่าที่เพิ่มจาก ปริมาณสารละลาย ในน้ำใช้ตามปกติ
2. บีโอดี (BOD)	มก./ล.	> 20	> 30	> 40	> 50	> 200	
3. ปริมาณของแข็ง (Solids)							
3.1 ปริมาณสารแขวนลอย มก./ล.		> 30	> 40	> 50	> 50	> 60	
(ไม่พบของแข็ง ของแข็ง)							
3.2 ปริมาณของแข็งแขวนลอย มก./ล.	มก./ล.	> 30	> 40	> 50	> 50	> 60	
3.3 สารที่ละลายได้ทั้งหมด มก./ล.		> 500	> 500	> 500	> 500	-	
(Total Dissolved solids)							
4. ซัลไฟด์ (Sulfide)	มก./ล.	> 1.0	> 1.0	> 3.0	> 4.0	-	
5. ไนโตรเจน (Nitrogen)							
ในรูป ที เค เอ็น (TKN)	มก./ล.	> 35	> 35	> 40	> 40	-	
6. น้ำมันและไขมัน	มก./ล.	> 20	> 20	> 20	> 20	> 100	
(Fat Oil and Grease)							

ประเภทของอาคารที่กำหนดมาตรฐานการระบายน้ำทิ้งออกตามมาตรา 69

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

ประเภทอาคาร	ขนาดของอาคารที่กำหนดมาตรฐานการระบายน้ำทิ้ง				
	ก	ข	ค	ง	จ
1. อาคารชุดตามกฎหมายว่าด้วยอาคารชุด	≥ 500 ห้องนอน	100 - > 500 ห้องนอน	> 100 ห้องนอน	-	-
2. โรงแรมตามกฎหมายว่าด้วยโรงแรม	≥ 200 ห้อง	60 - > 200 ห้อง	> 60 ห้อง	-	-
3. หอพักตามกฎหมายว่าด้วยหอพัก	-	> 250 ห้อง	90 - > 250 ห้อง	10 - > 50 ห้อง	-
4. สถานบริการอาบอบนวด	-	> 5,000 ม. ²	1,000 - > 5,000 ม. ²	-	-
5. สถานพยาบาลของทางราชการ	≥ 30 เตียง	10 - > 30 เตียง	-	-	-
6. อาคารโรงเรียนราษฎร์ อุดมศึกษา	≥ 2,500 ม. ²	5,000 - > 25,000 ม. ²	-	-	-
7. อาคารที่ทำการราชการ รัฐวิสาหกิจ	≥ 55,000 ม. ²	10,000 - > 55,000 ม. ²	5,000 - > 10,000 ม. ²	-	-
องค์การระหว่างประเทศหรือของเอกชน					
8. ศูนย์การค้า ห้างสรรพสินค้า	≥ 25,000 ม. ²	5,000 - > 25,000 ม. ²	-	-	-
9. ตลาด	≥ 2,500 ม. ²	1,500 - > 2,500 ม. ²	1,000 - > 1,500 ม. ²	500 - > 1,000 ม. ²	-
10. ภัตตาคารและร้านอาหาร	≥ 2,500 ม. ²	500 - > 2,500 ม. ²	250 - > 500 ม. ²	100 - > 250 ม. ²	> 100 ม. ²

มีผลบังคับใช้วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2538 ตามประกาศในหนังสือราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่ 111 ตอนพิเศษ

9 ง ลงวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



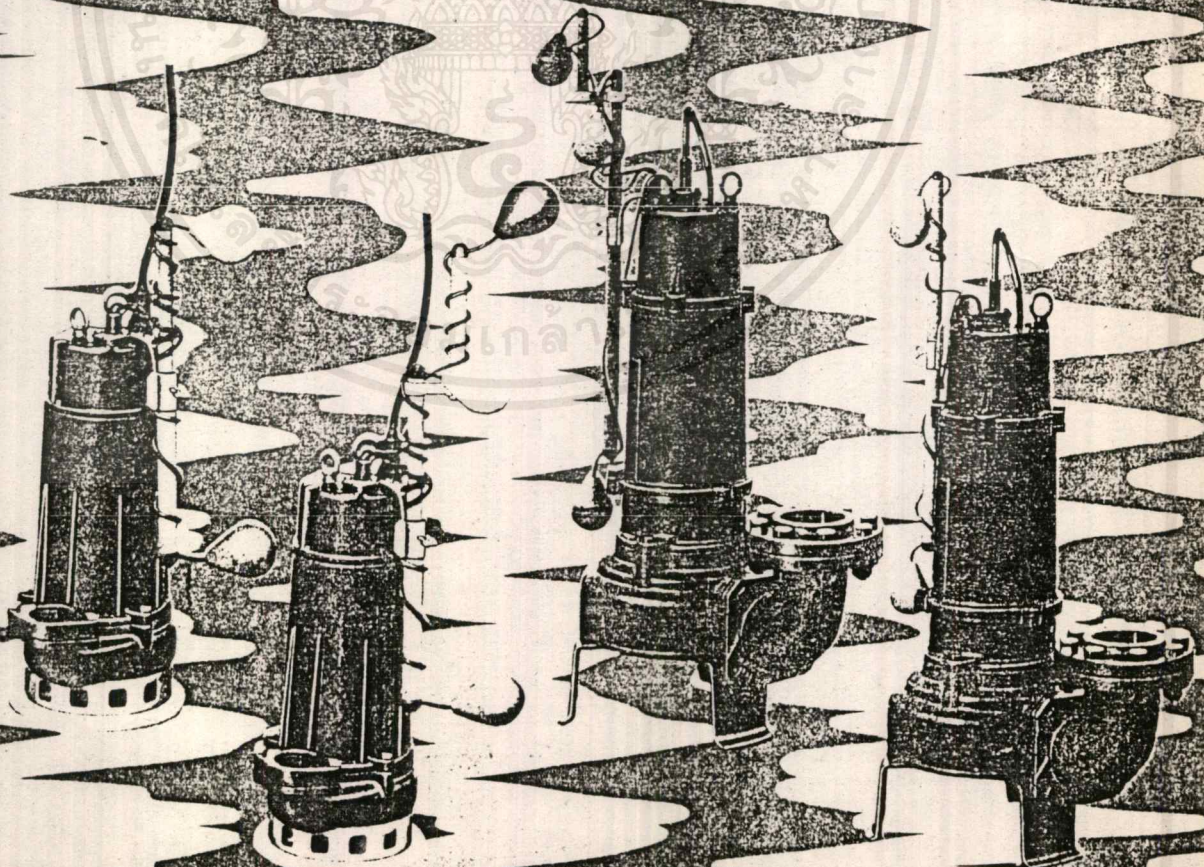
TSURUMI PUMP

Submersible Automatic Pumps A(W)/BEA(W)

APPLICATIONS

Textile works
Septic tanks
Sewage system
Housing estate
and drainage of any other
water with solid materials

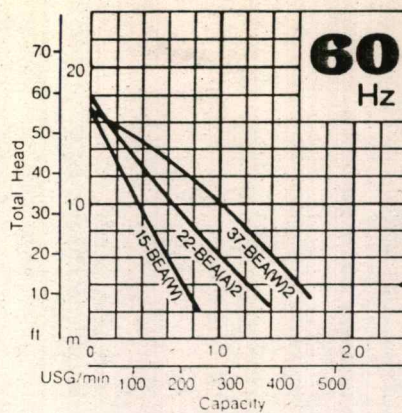
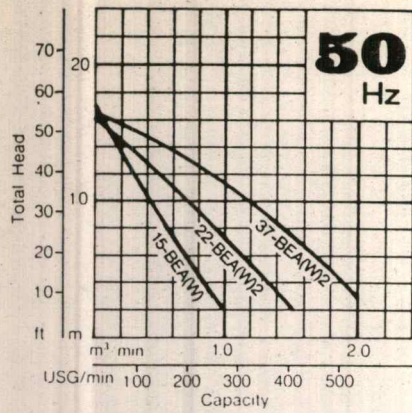
**NO CONTROL PANEL NEEDED FOR
ALTERNATE OPERATION OF AW & BEAW**



TSURUMI MANUFACTURING CO., LTD. CAT. NO. 620

BEA/BEAW

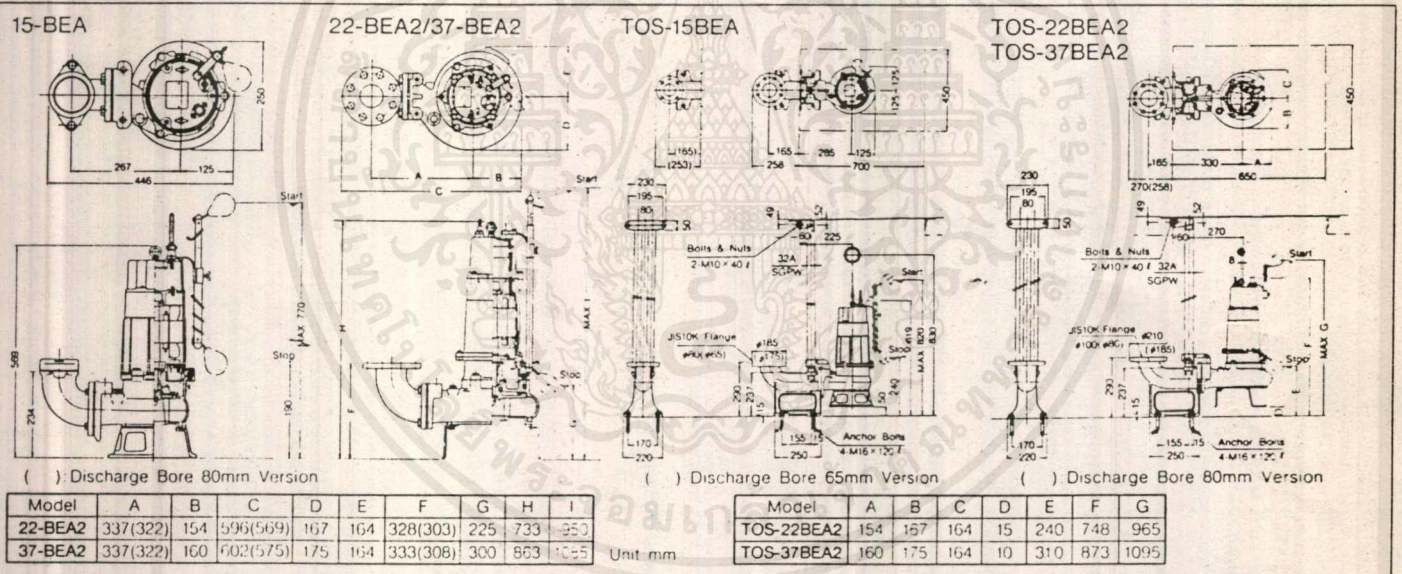
PERFORMANCE CURVES.



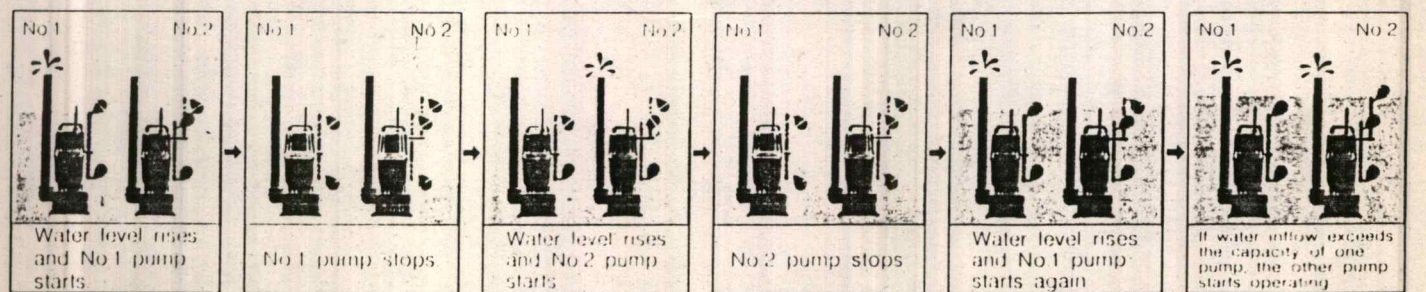
SPECIFICATIONS

Discharge Bore		Hz	Model		Motor Output		Total Head		Capacity		SS Revolution	Starting Method	Impeller		Weight	
mm	inch		Free Standing	Guide Rail Fitting	kW	Hp	m	ft	m³/min	USG/min			Passage mm	No. of Vanes	Free Standing kgs	TOS-Model kgs
80 (65)	3 (2 1/4)	50	15-BEA(W)	TOS-15BEA(W)	1.5	2	8	26	0.55	145	3000	D.O.L	47 x 40	1	39	40
		60	15-BEA(W)	TOS-15BEA(W)	1.5	2	8	26	0.5	132	3600	D.O.L	47 x 35	1	39	40
		50	22-BEA(W2)	TOS-22BEA(W2)	2.2	3	10	32	0.6	155	1500	D.O.L	45 x 52	1	78	71
		60	22-BEA(W2)	TOS-22BEA(W2)	2.2	3	10	32	0.6	155	1800	D.O.L	45 x 45	1	78	71
100 (80)	4 (3)	50	37-BEA(W2)	TOS-37BEA(W2)	3.7	5	11	36	1.0	264	1500	D.O.L	55 x 50	1	94	87
		60	37-BEA(W2)	TOS-37BEA(W2)	3.7	5	11	36	1.0	264	1800	D.O.L	55 x 45	1	94	87
		50	22-BEA(W2)	TOS-22BEA(W2)	2.2	3	10	32	0.6	155	1500	D.O.L	45 x 52	1	78	71
		60	22-BEA(W2)	TOS-22BEA(W2)	2.2	3	10	32	0.6	155	1800	D.O.L	45 x 45	1	78	71

DIMENSIONS

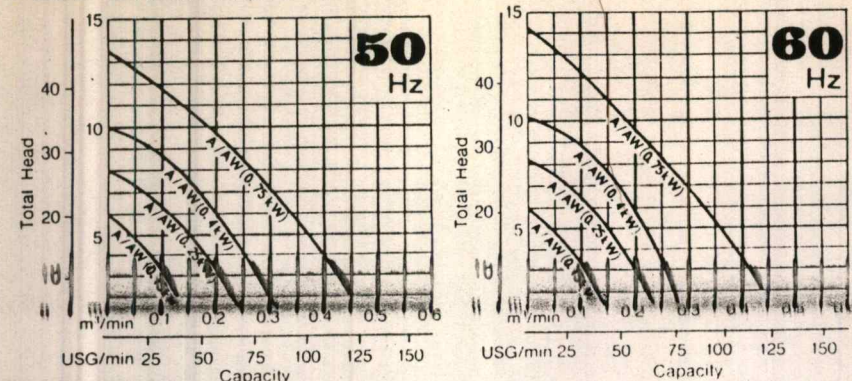


Automatic Alternate Operation by the A(T)W, BEAW series



Pump No.2 is equipped with an alternate operation relay which allows it to operate only on every second cycle of water increase. Therefore, by adjusting the position of the floats, automatic operation can be obtained without the necessity of a control panel or any additional electrical wiring. The pumps are merely installed, and then plugged in separately. The performance of both No.1 and No.2 pumps is the same as that of the ordinary A, BEA series pumps.

PERFORMANCE CURVES

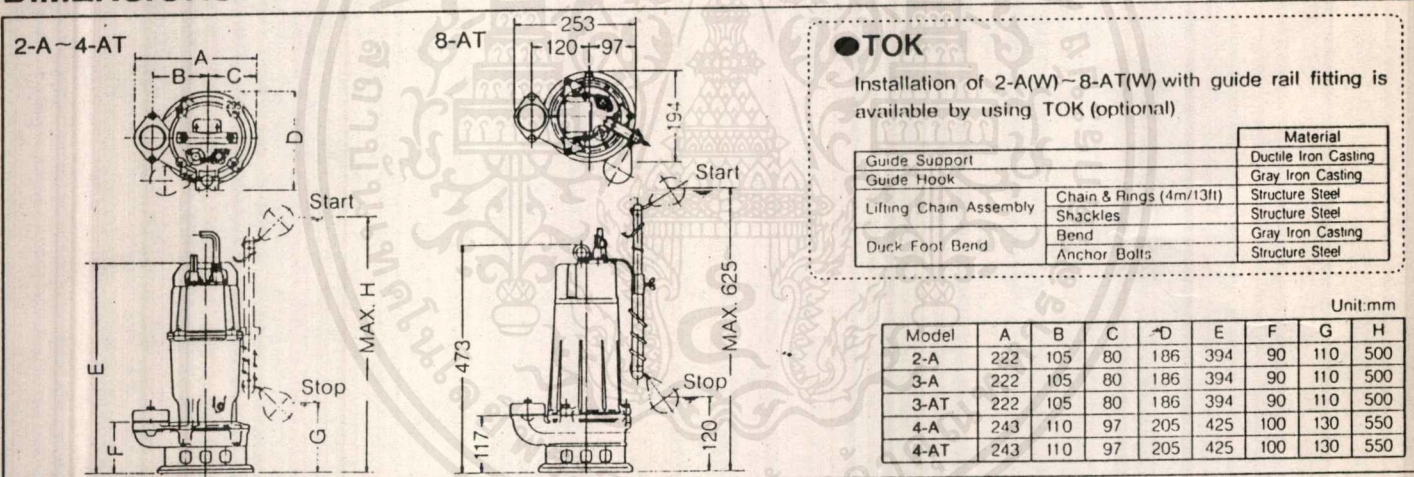


SPECIFICATIONS

Discharge Bore		Hz	Model	Motor Output		Total Head		Capacity		SS Revolution r.p.m	Starting Method	Impeller		Weight kgs
				kW	Hp	m	ft	m³/min	USG/min			Passage mm	No. of Vanes	
32	1-1/4	50	*2-A(W)	0.15	1/4	4	13	0.08	21.1	3000	Split Phase	12x14	2	12.5
		60	*2-A(W)	0.15	1/4	4	13	0.08	21.1	3600	Split Phase	12x14	2	12.5
		50	*3-A(W)	0.25	1/3	5	16	0.15	39.6	3000	Split Phase	12x14	2	14.5
		60	*3-A(W)	0.25	1/3	5	16	0.15	39.6	3600	Split Phase	12x14	2	14.5
40	1-1/2	50	*3-AT(W)	0.25	1/3	5	16	0.15	39.6	3000	D.O.L	12x14	2	14
		60	*3-AT(W)	0.25	1/3	5	16	0.15	39.6	3600	D.O.L	12x14	2	14
		50	*4-A(W)	0.4	1/2	6	19	0.2	52.8	3000	Capacitor	16x20	2	17
		60	*4-A(W)	0.4	1/2	6	19	0.2	52.8	3600	Capacitor	16x20	2	17
50	2	50	4-AT(W)	0.4	1/2	6	19	0.2	52.8	3000	D.O.L	16x20	2	16.5
		60	4-AT(W)	0.4	1/2	6	19	0.2	52.8	3600	D.O.L	16x20	2	16.5
		50	8-AT(W)	0.75	1	8	26	0.26	68.6	3000	Capacitor	22x24	2	23
		60	8-AT(W)	0.75	1	8	26	0.26	68.6	3600	D.O.L	22x24	2	23

Marking "*" shows single phase motor pump.

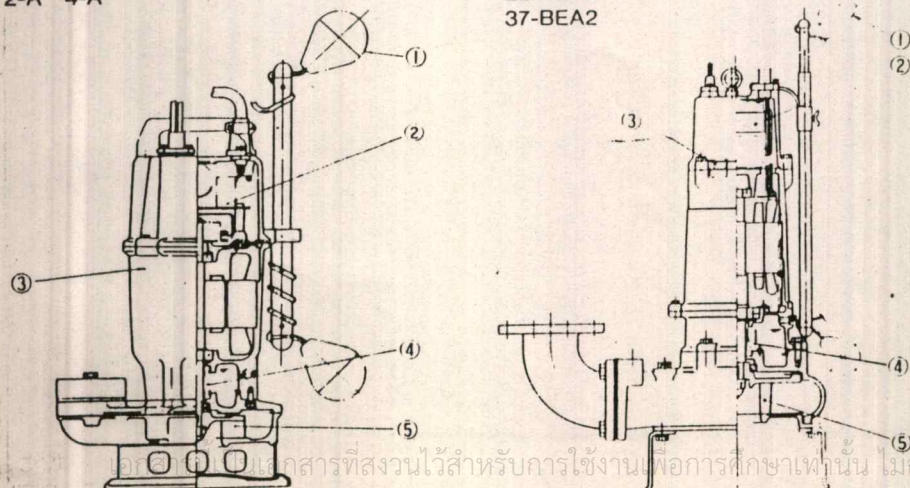
DIMENSIONS



CONSTRUCTION

2-A-4-A

22-BEA2
37-BEA2



- 1 Easily adjustable start/stop levels.
- 2 Level-control relay operates on AC 24V-safety low voltage.
- 3 Built in thermal overload protector, the motor is protected against overload and overheat.
- 4 Mechanical seal; made of Silicon Carbide(SiC) superior to Tungsten Carbide in anti-corrosion and anti-abrasion, guarantees the pump to be long life.
- 5 Impeller of non-clogging design. Made of gray iron casting, statically and dynamically balanced.

CABTYRE CABLES

(Single Phase)

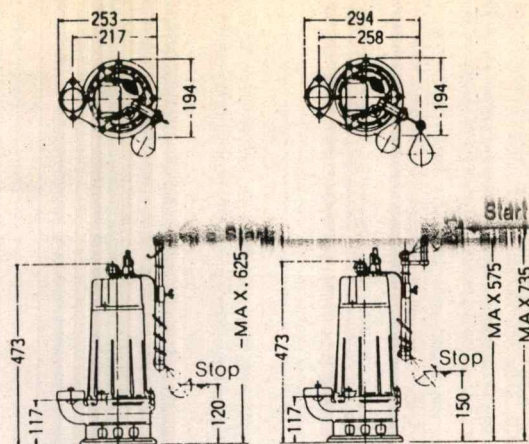
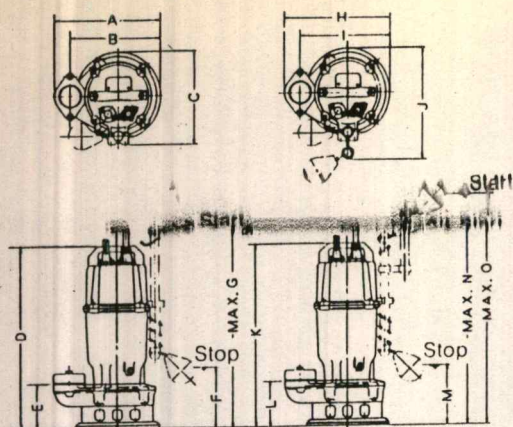
Motor Output kW	100-120V	200-240V	Material	Length m
	Cores x mm²	Dia mm		
0.15 0.25 0.4	3 x 1.25	10.1	P.V.C Sheath	5

CABTYRE CABLES

(Three Phase)

Motor Output kW	200-240V	346-525V	Material	Length m
	Cores x mm²	Dia mm		
0.75 1.5 2.2 3.7 5.5 7.5 11 15 22 30 37 45 55 75 90 110 132 150 185 220 280 330 370 400 450 500 550 600 660 750 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500 1600 1700 1800 1900 2000 2200 2400 2600 2800 3000 3200 3400 3600 3800 4000 4200 4400 4600 4800 5000 5200 5400 5600 5800 6000 6200 6400 6600 6800 7000 7200 7400 7600 7800 8000 8200 8400 8600 8800 9000 9200 9400 9600 9800 10000	4 x 1.25	11.1	P.V.C Sheath	5

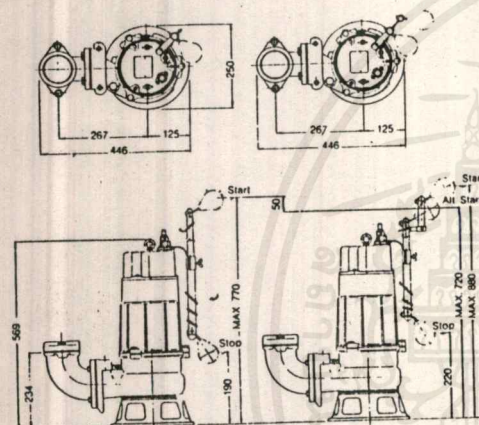
8-ATW



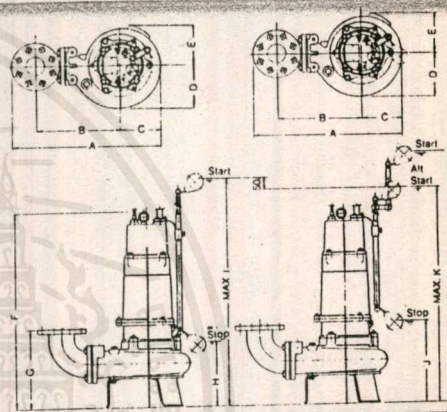
Unit: mm

Model	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
2-AW	222	185	186	394	90	110	500	222	185	226	394	90	140	450	610
3-AW	222	185	186	394	90	110	500	222	185	226	394	90	140	450	610
3-ATW	222	185	186	394	90	110	500	222	185	226	394	90	140	450	610
4-AW	243	207	205	425	100	130	550	243	207	245	425	100	160	500	600
4-ATW	243	207	205	425	100	130	550	243	207	245	425	100	160	500	600

15-BEAW



22-BEAW2
37-BEAW2

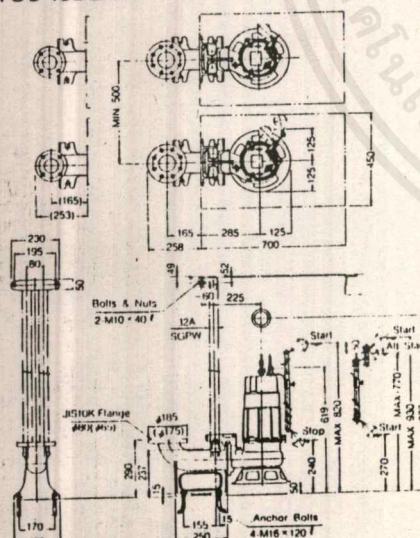


Unit: mm

() : Discharge
Bore 80mm
Version

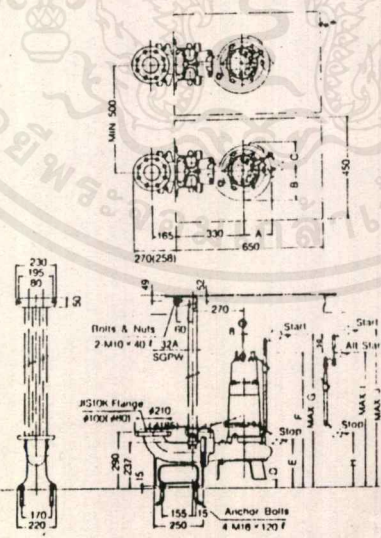
Model	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
22-BEAW2	596(569)	337(322)	154	167	164	765	328(303)	225	950	275	900	1000
37-BEAW2	602(575)	337(322)	160	175	164	895	333(308)	300	1085	350	1035	1135

TOS-15BEAW



() : Discharge Bore 65mm Version

TOS-22BEAW2/TOS-37BEAW2



() Discharge Bore 80mm Version

Unit: mm

Model	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
TOS-22BEAW2	154	167	164	15	240	748	965	290	915	1015
TOS-37BEAW2	160	175	164	10	310	873	1095	360	1045	1145

We reserve the right to alter performance, specification or design without notice

TOWARDS A NEW HI-TECH TOMORROW



Tsurumi Manufacturing Co., Ltd.

Distributed by

จัดทำฝ่ายนิตยสารโดย
บริษัท พี.พี.เซ็นเตอร์ จำกัด
ฟรีเมียร์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด
38 หมู่ 8 ซอยฟรีเมียร์ 2
ถนนศรีนครินทร์ ถนนบอน
อำเภอประเวศ กรุงเทพฯ 10260
โทร. 201-1000, 398-0029

ศูนย์ภาคเหนือ

บริษัท พรีเมียร์ ซัพพลาย จำกัด (ศูนย์พรีเมียร์ แกร์ทเทอรี่)
เชียงใหม่ โทร. 215 9101

ศูนย์การค้าได้

บริษัท พรีเมียร์ ซัพพลาย จำกัด

สงวนลิขสิทธิ์ โทร. 243-103, 244-736

ศุภราชบุรี โทร. 272-937, 282

• ภูเก็ต โทร. 215-987, 215-694

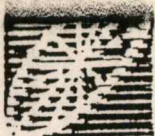
ปัตตานี โทร. 348-745, 348-750

1989. 10. 5,000NZ

Printed in Japan

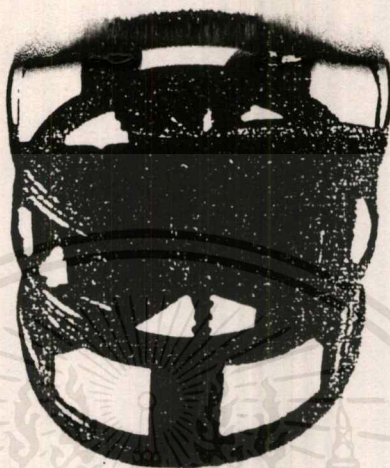
ภูเก็ต โทร. 215-987, 215-694
ปัตตานี โทร. 348-745, 348-750

DATA IN 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658,



THAMMASORN CO., LTD.
692/30 SOI PHAYANAK, PHAYATHAI ROAD
RAJTHEVEE BANGKOK 10400 THAILAND
☎ (02) 216-2535-7, 216-3381-3
FAX : (662) 215-7502

DOS MEDIA



ลักษณะสมบัติ (SPECIFICATION)

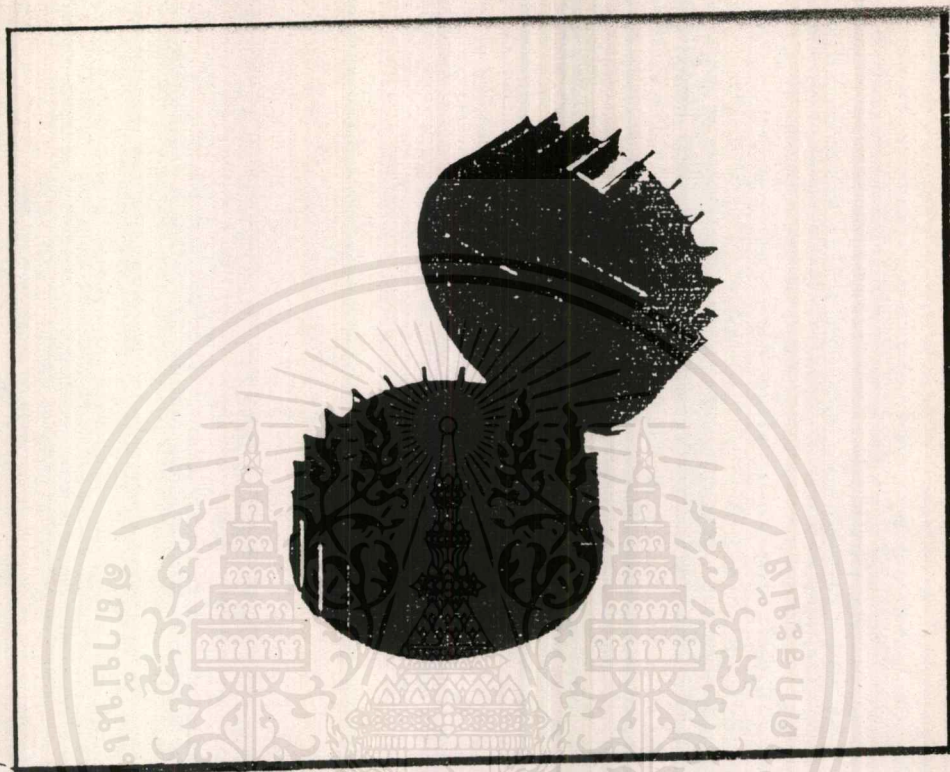
รุ่น	(MODEL)	DM - 102
ชนิด	(TYPE)	PALL RING WITH CURVED VANE
พื้นที่ผิว	(SURFACE AREA)	102 M ² /M ³ OF MEDIA
ช่องว่าง	(VOID)	95 %
วัสดุ	(MATERIAL)	POLYETHYLENE
ขนาดมาตรฐาน	(STANDARD DIMENSION)	
เส้นผ่าศูนย์กลาง	(DEAMETER)	90 mm.
สูง	(HEIGHT)	90 mm.
การใช้งาน	(APPLICATION)	ANAEROBIC FILTER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บริษัท ธรรมสาร จำกัด
THAMMASORN CO., LTD.
692/30 SOI PHAYANAK, PHAYATHAI ROAD,
RAJTHEVEE BANGKOK 10400 THAILAND
☎ (02) 216-2535-7, 216-3381-3
FAX : (662) 215-7502

DOS MEDIA



ลักษณะสมบัติ (SPECIFICATION)

รุ่น	(MODEL)	DM - 190
ชนิด	(TYPE)	SQUARE RING
พื้นที่ผิว	(SURFACE AREA)	190 M ² /M ³ OF MEDIA ✓
ช่องว่าง	(VOID)	90 %
วัสดุ	(MATERIAL)	POLYETHYLENE
ขนาดมาตรฐาน	(STANDARD DIMENSION)	
เส้นผ่าศูนย์กลาง	(DEAMETER)	70 mm.
สูง	(HEIGHT)	22 mm.
การใช้งาน	(APPLICATION)	ANAEROBIC FILTER

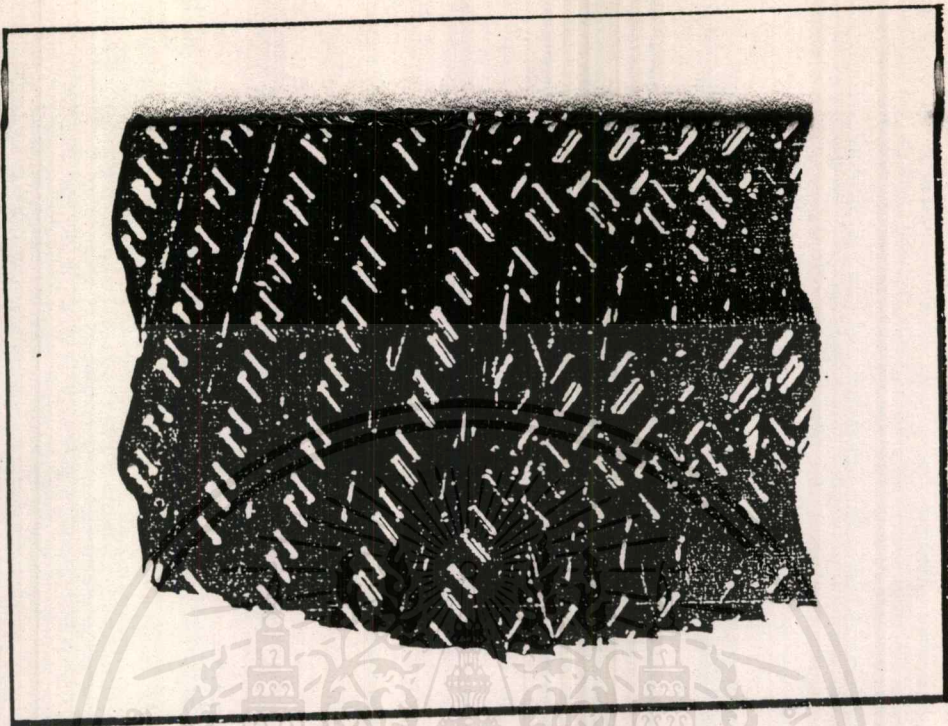
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เอกสารนี้ทั้งหมด อาจมีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่ยื่นนำไปใช้



บริษัท ธรรมาสรณ์ จำกัด
THAMMASORN CO., LTD.
692/30 SOI PHAYANAK PHAYATHAI ROAD
RAITHIEVEE BANGKOK 10400 THAILAND
☎ (02) 216 2535-7, 216-3361-3
FAX : (662) 215 7502

DOS MEDIA



ลักษณะสมบัติ (SPECIFICATION)

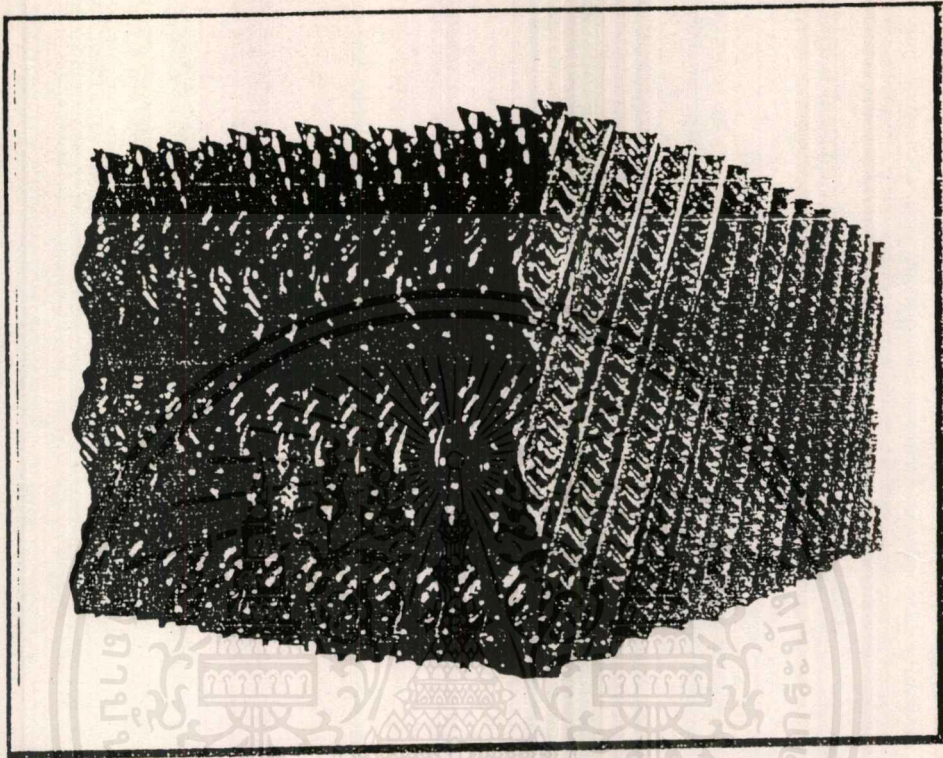
รุ่น	(MODEL)	DM - 110
ชนิด	(TYPE)	CROSS FLOW, ROUGH SURFACE
พื้นที่ผิว	(SURFACE AREA)	110 M ² /M ³ OF MEDIA
ช่องว่าง	(VOID)	97 %
วัสดุ	(MATERIAL)	RIGID POLY VINYL CHLORIDE
ขนาดมาตรฐาน	(STANDARD DIMENSION)	
ยาว	(LENGTH)	1.50 M.
กว้าง	(WIDTH)	0.65 M.
สูง	(HEIGHT)	0.53 M.
การใช้งาน	(APPLICATION)	ANAEROBIC FILTER

เอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บริษัท ธรรมสารณ์ จำกัด
THAMMASORN CO., LTD.
692/20 SOI PHAYANAK PHAYATHAI ROAD
RAJTHEVEE BANGKOK 10400 THAILAND
(T) (02) 216-2535-7, 216 3391 3
FAX : (662) 215 7502

DOS MEDIA



ลักษณะสมบัติ (SPECIFICATION)

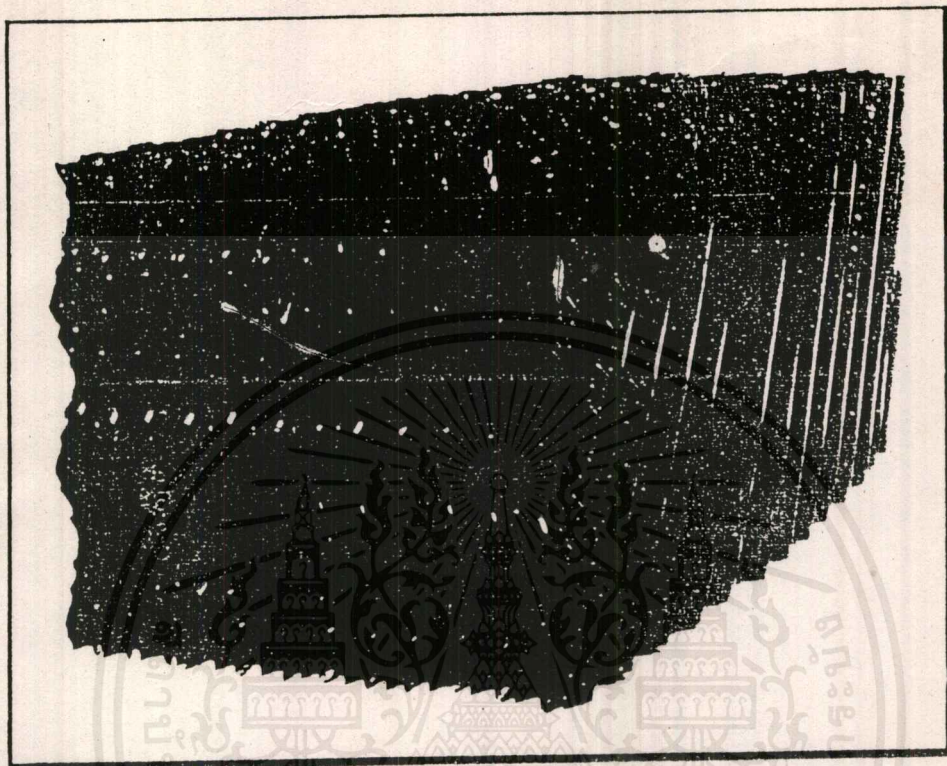
รุ่น	(MODEL)	DM - 120
ชนิด	(TYPE)	CROSS FLOW, ROUGH SURFACE DOUBLE-LAWN SHEET
พื้นที่ผิว	(SURFACE AREA)	120 M ² /M ³ OF MEDIA
ช่องว่าง	(VOID)	97 %
วัสดุ	(MATERIAL)	RIGID POLY VINYL CHLORIDE
ขนาดมาตรฐาน	(STANDARD DIMENSION)	
ยาว	(LENGTH)	1.30 M.
กว้าง	(WIDTH)	0.65 M.
สูง	(HEIGHT)	0.53 M.
การใช้งาน	(APPLICATION)	ANAEEROBIC FILTER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงหรือลอกเลียนแบบการนำไปใช้



บริษัท ธรรมสาร จำกัด
THAMMASORN CO., LTD.
692/35 SOI PHAYANAK PHAYATHAI ROAD
RAJTHEVEE BANGKOK 10400 THAILAND
(TEL) (02) 216 2535-7, 216 3391-3
FAX (662) 215-7502

DOS MEDIA



ลักษณะสมบัติ (SPECIFICATION)

รุ่น	(MODEL)	DM - 240
ชนิด	(TYPE)	CROSS FLOW,ROUGH SURFACE DOUBLE-LAWN SHEET
พื้นที่ผิว	(SURFACE AREA)	240 M ² /M ³ OF MEDIA
ช่องว่าง	(VOID)	95 %
วัสดุ	(MATERIAL)	RIGID POLY VINYL CHLORIDE
ขนาดมาตรฐาน	(STANDARD DIMENSION)	
ยาว	(LENGHT)	1.30 M.
กว้าง	(WIDTH)	0.65 M.
สูง	(HEIGHT)	0.53 M.
การใช้งาน	(APPLICATION)	FIXED FLIM AEROBIC