

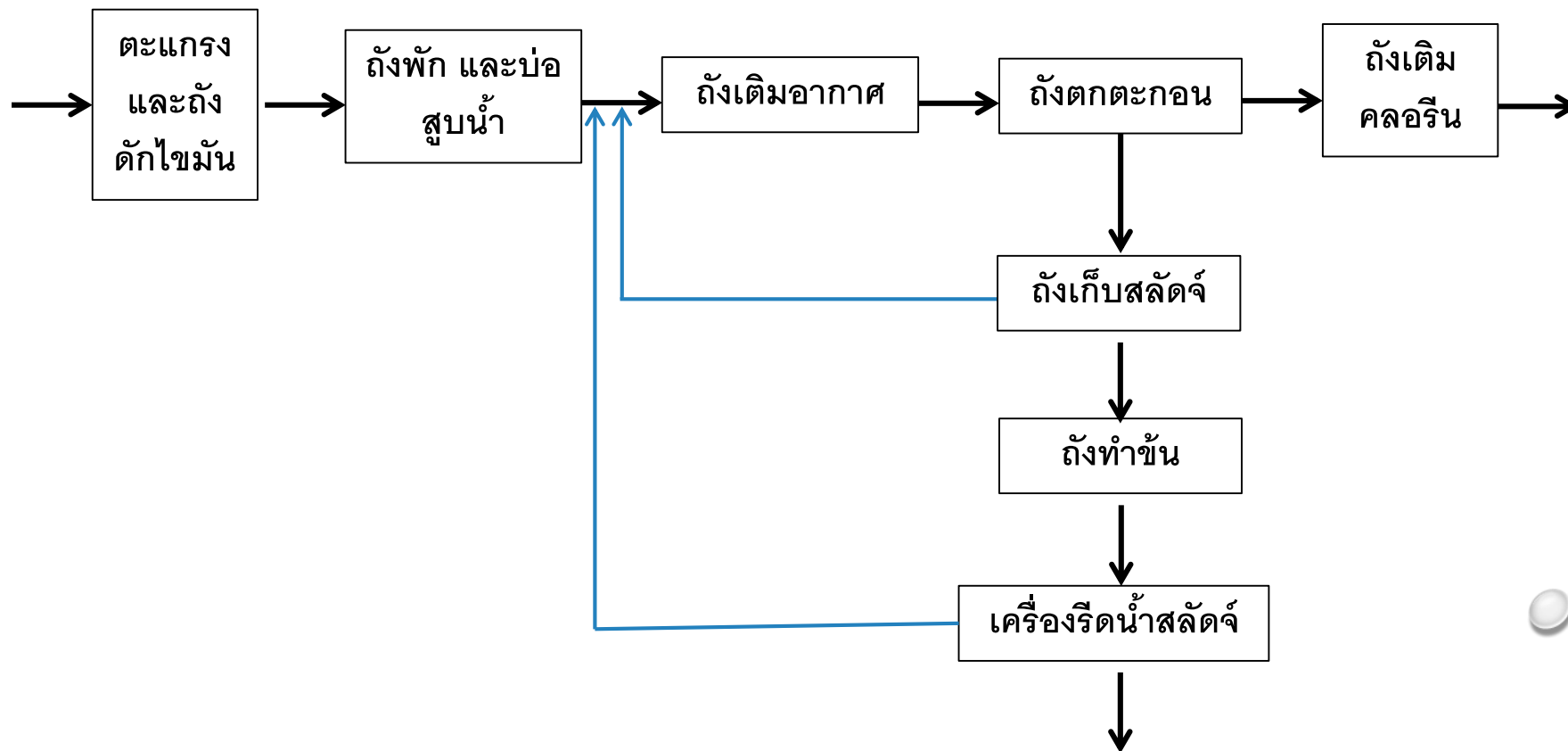
การเดินระบบและควบคุมระบบบำบัดน้ำ เสีย ปัญหาการเดินระบบบำบัดน้ำเสียและ แนวทางแก้ไข

ผศ.ดร. สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ
ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยรังสิต

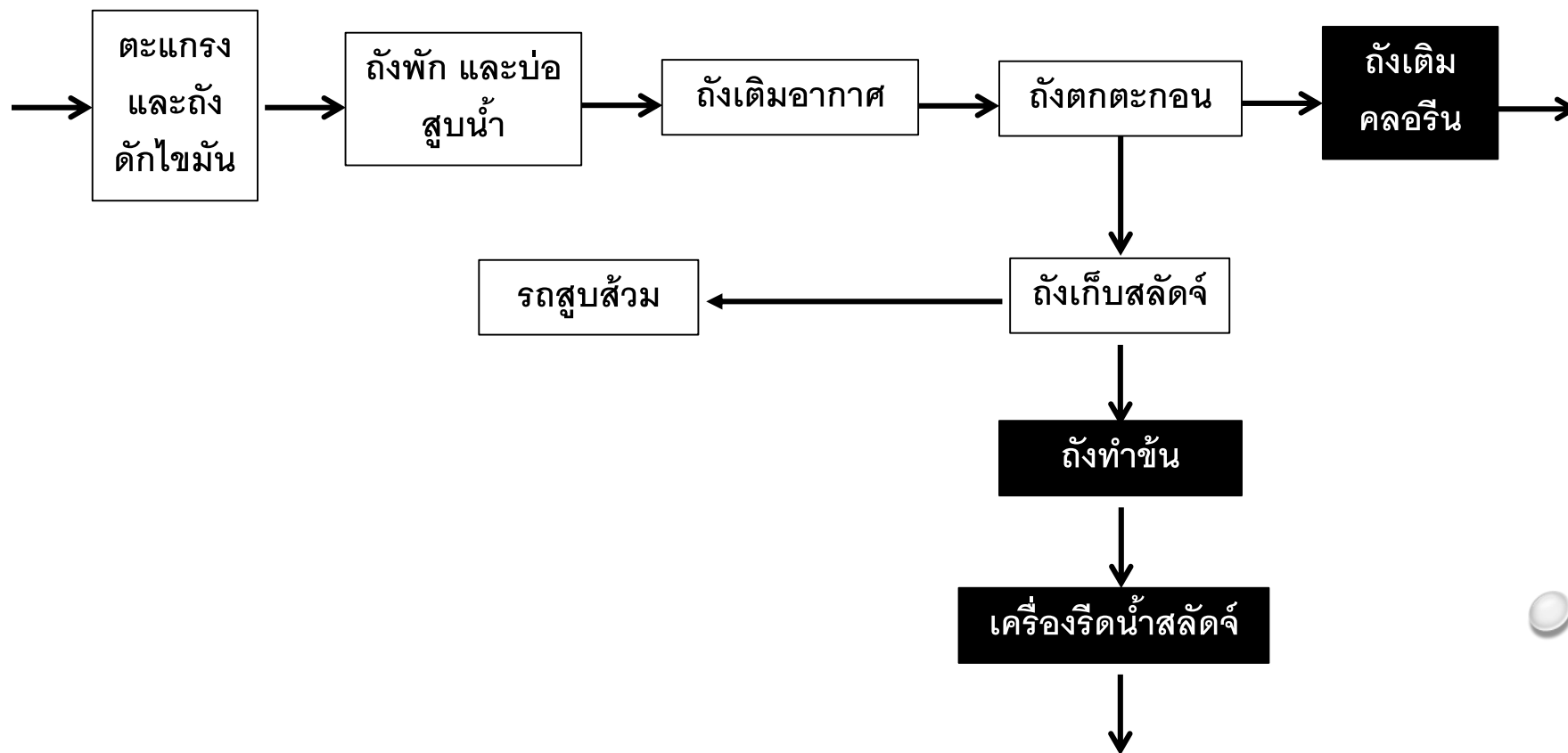
เนื้อหา

1. การตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย
2. การเดินและควบคุมการทำงานระบบบำบัดน้ำเสีย
 - 2.1) การวัดและปรับอัตราไหลของน้ำเสีย
 - 2.2) การเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพ
 - 2.3) การควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพ
3. ปัญหาการเดินระบบบำบัดน้ำเสียและแนวทางแก้ไข

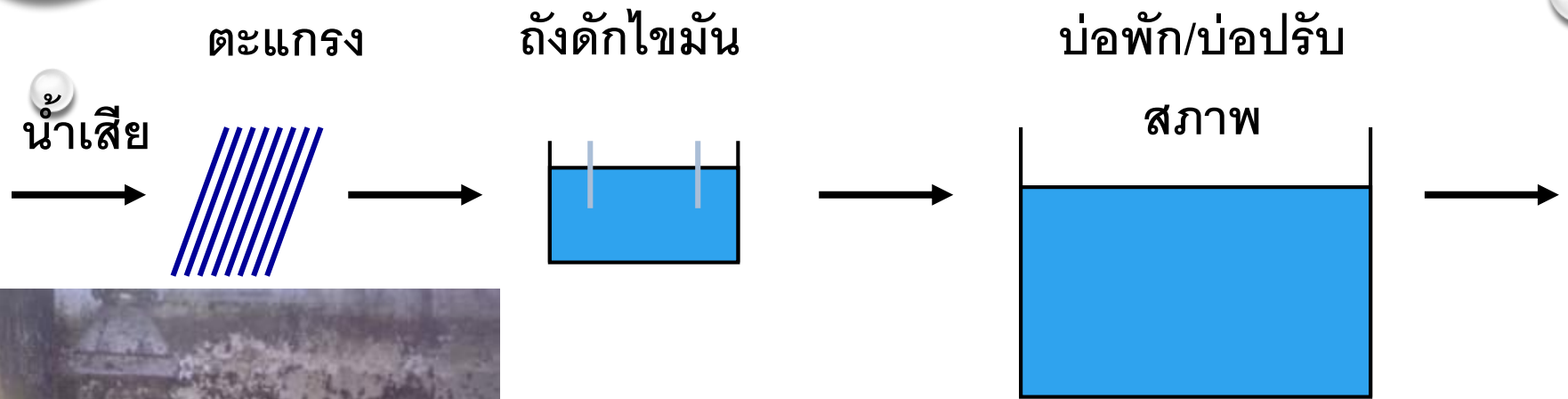
แผนภาพการไหลของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน



แผนภาพการไหลของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน



ระบบบำบัดน้ำเสียขั้นต้น



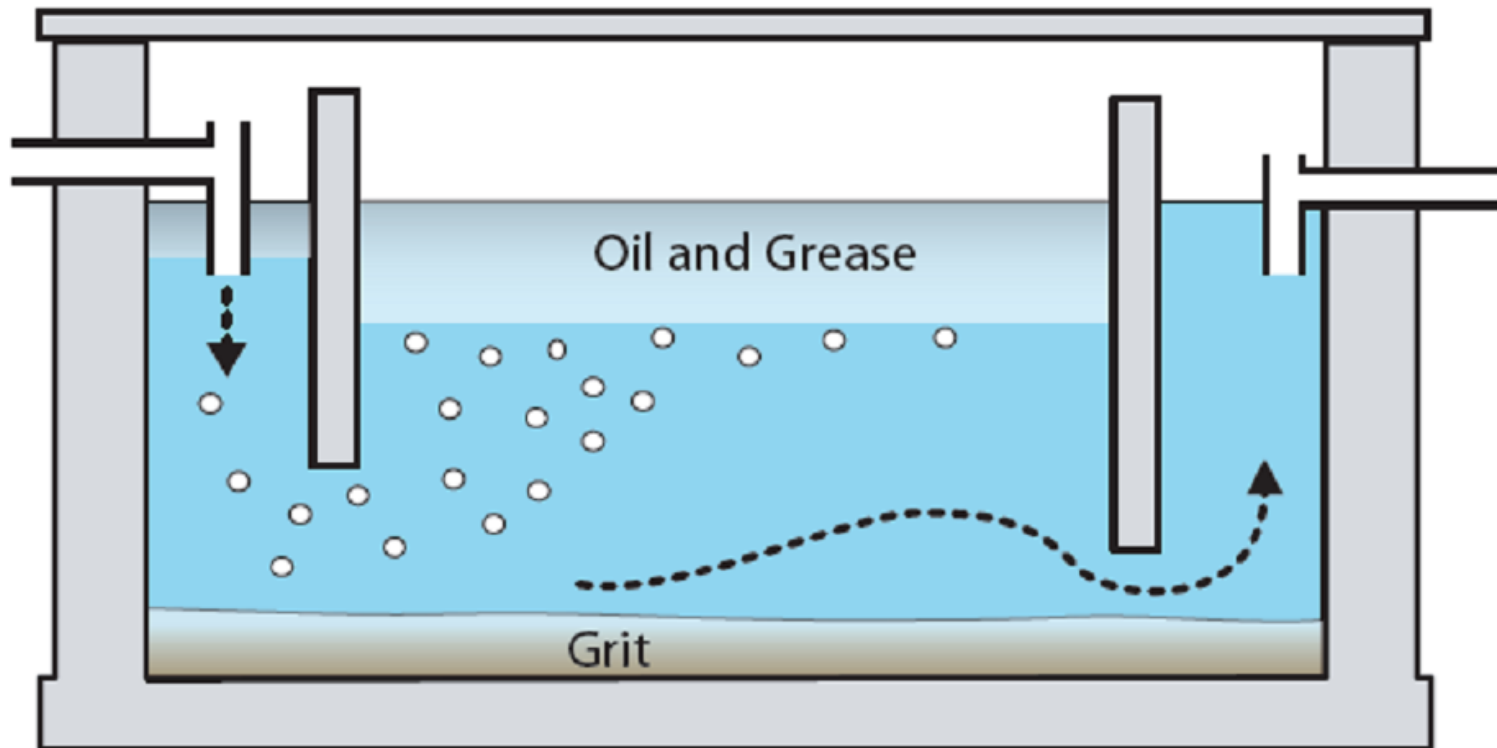


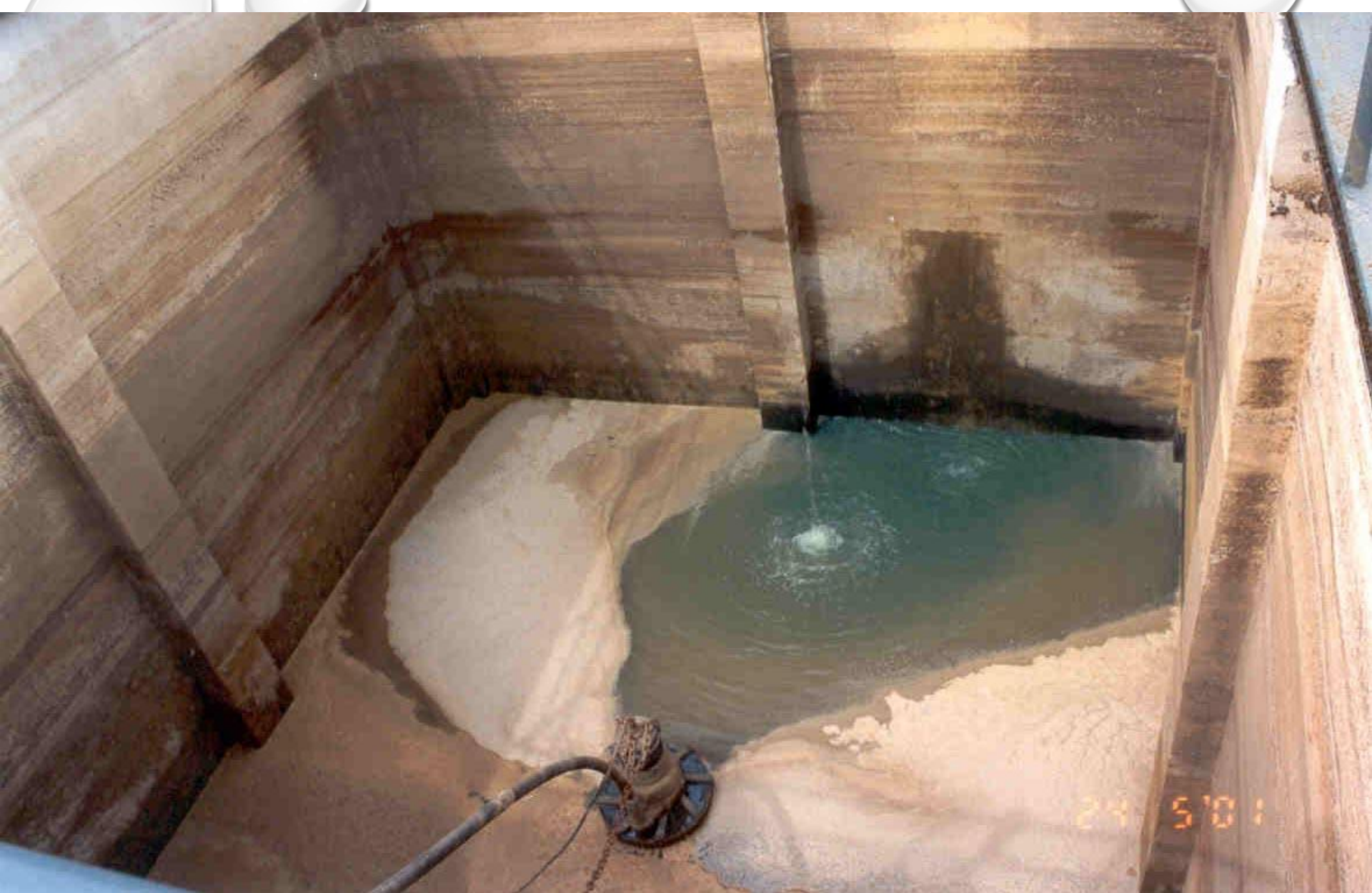
ถังดักไขมัน



yingerfoodequipment.en.alibaba.com

- ถังดักไขมันใช้หลักการทางกายภาพ น้ำมันอิสระจะลอยขึ้น ผิวน้ำของถังและถูกกำจัดด้วยการตักออก
- ออกแบบที่ $HRT = 0.5 - 1$ ชม.
- จัดตำแหน่งท่อเข้าและออกไม่ให้ไหลลัดวงจร





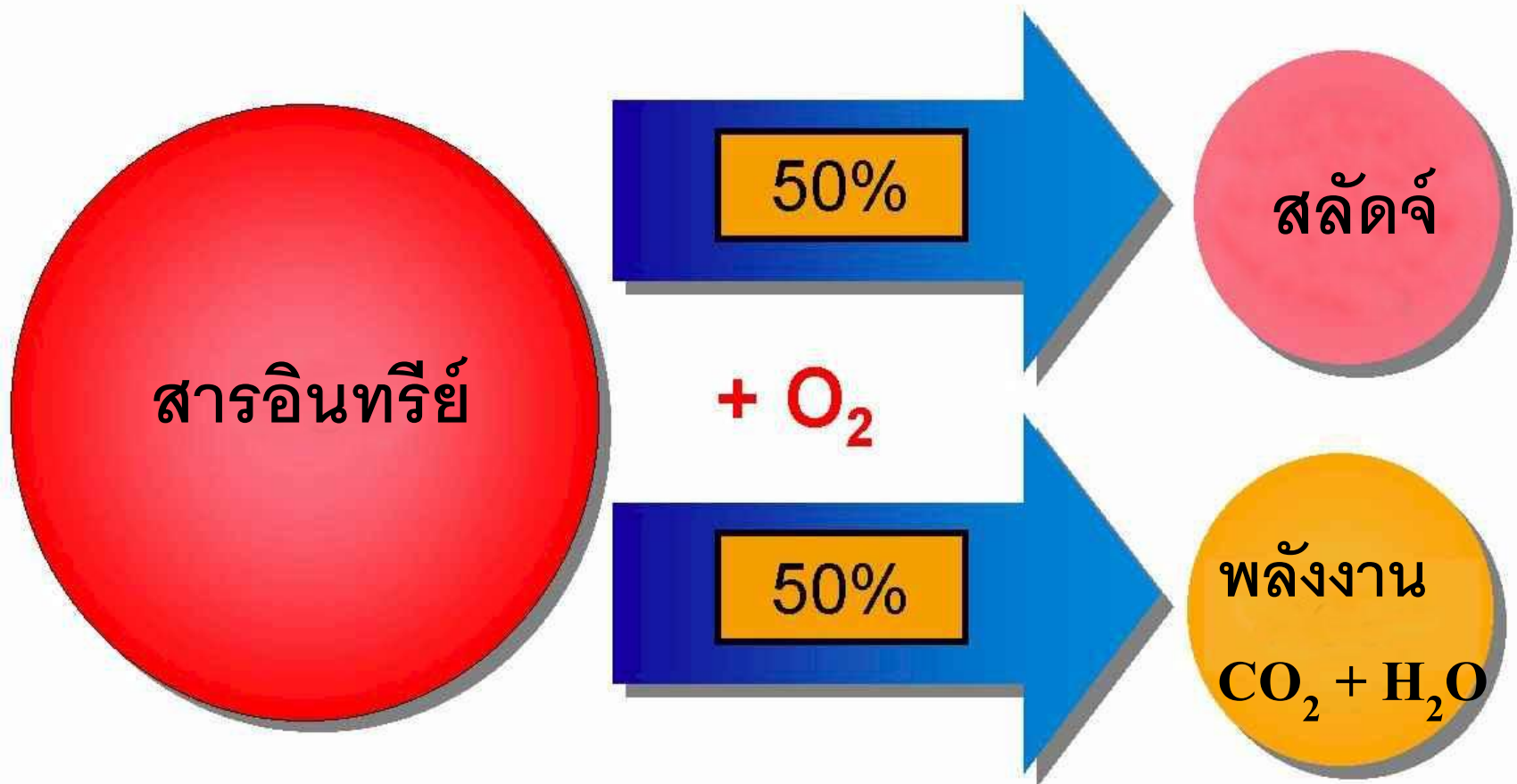
ถังปรับเสมอ (Equalization Tank)

พารามิเตอร์สำหรับออกแบบถังปรับเสถียร

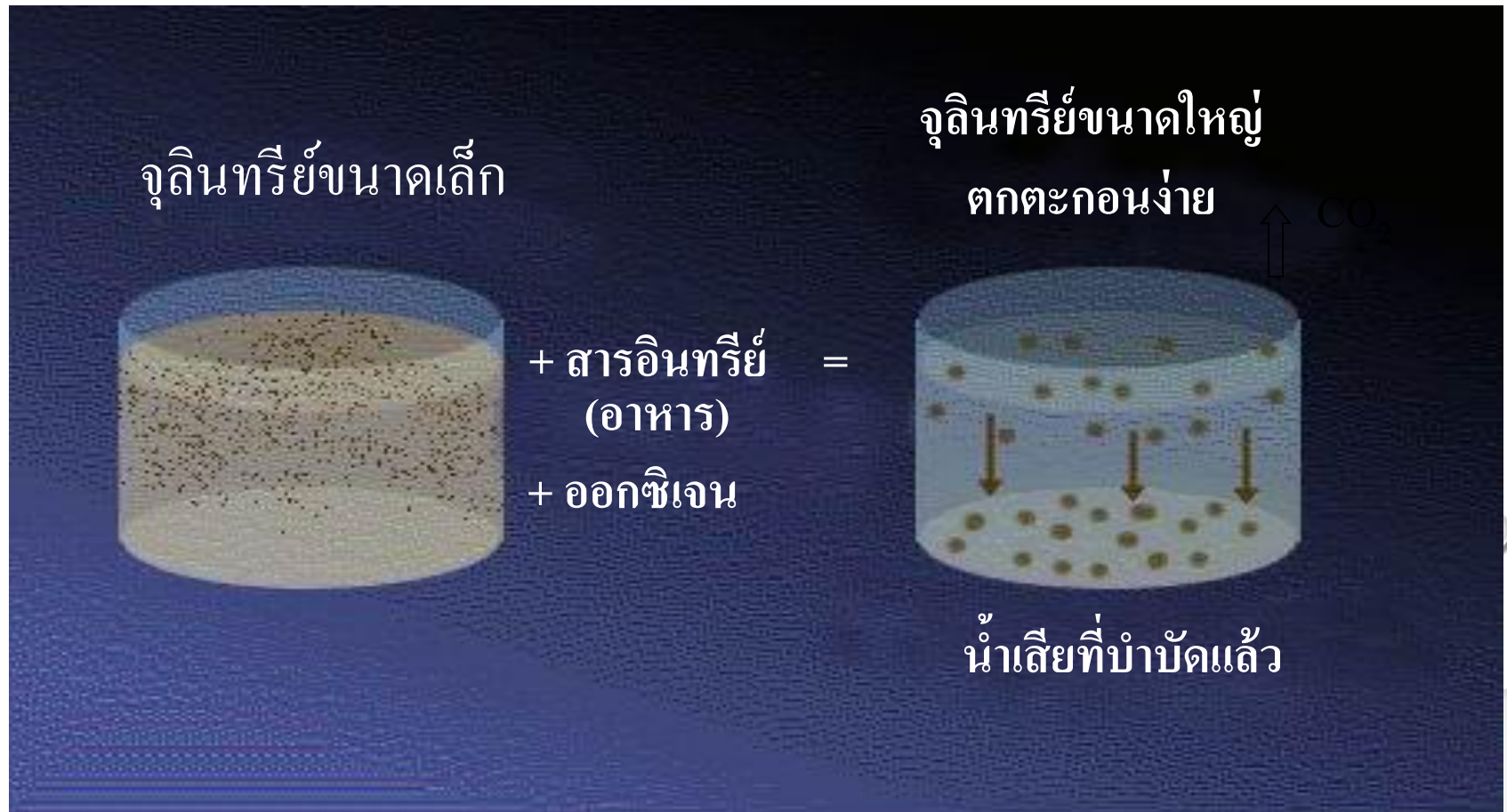
| พารามิเตอร์ | ช่วงค่า |
|--|-----------|
| ระยะเวลาพักน้ำ (ชม.) | 8 – 24 |
| ระดับของการผสม (วัตต์/ลบ.ม.) | 4 - 8 |
| การรักษาภาวะแอโรบิก ($\text{m}^3/\text{m}^3\text{-h}$) | 0.6 – 1.0 |
| ขอบบ่อพื้นน้ำ (Free board) (ม.) | 1 |
| ความลึกใช้งานต่ำสุด (ม.) | 1.5 |

กระบวนการเอเอส (Activated Sludge Process)

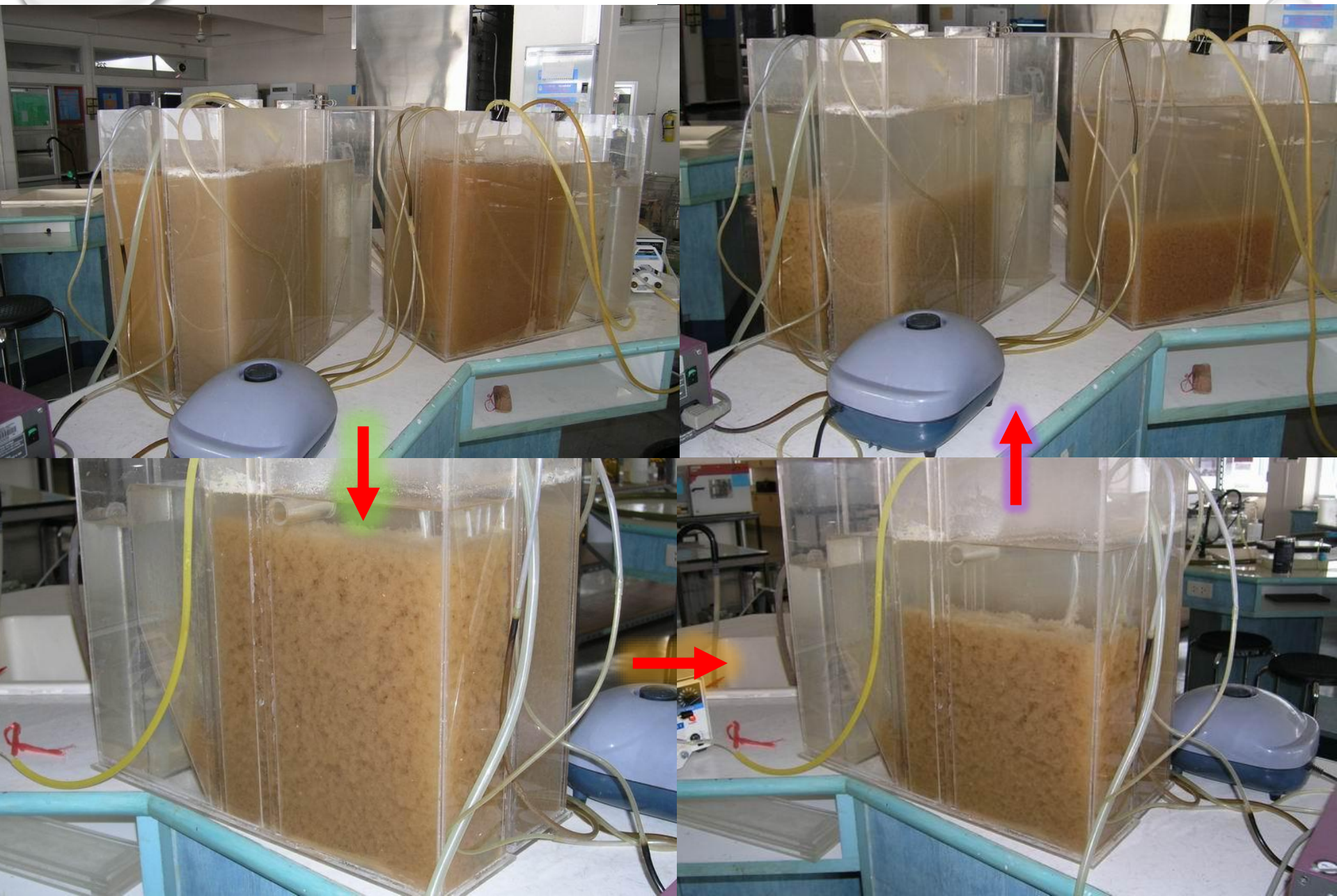
สารอินทรีย์ + จุลินทรีย์ $\xrightarrow{\text{ออกซิเจน}}$ $\text{CO}_2\uparrow$ + เซลล์จุลินทรีย์ตัวใหม่↓



- จะต้องเลี้ยงจุลินทรีย์ในให้มีอายุเหมาะสม และผลิตโพลิเมอร์ออกมาเมื่อถูกผสม ชนกันรวมตัวกันเป็นก้อนฟล็อก หรือสลัดจ์
- ตกตะกอนได้ดีและสามารถแยกออกจากน้ำที่บำบัดแล้วได้ง่าย

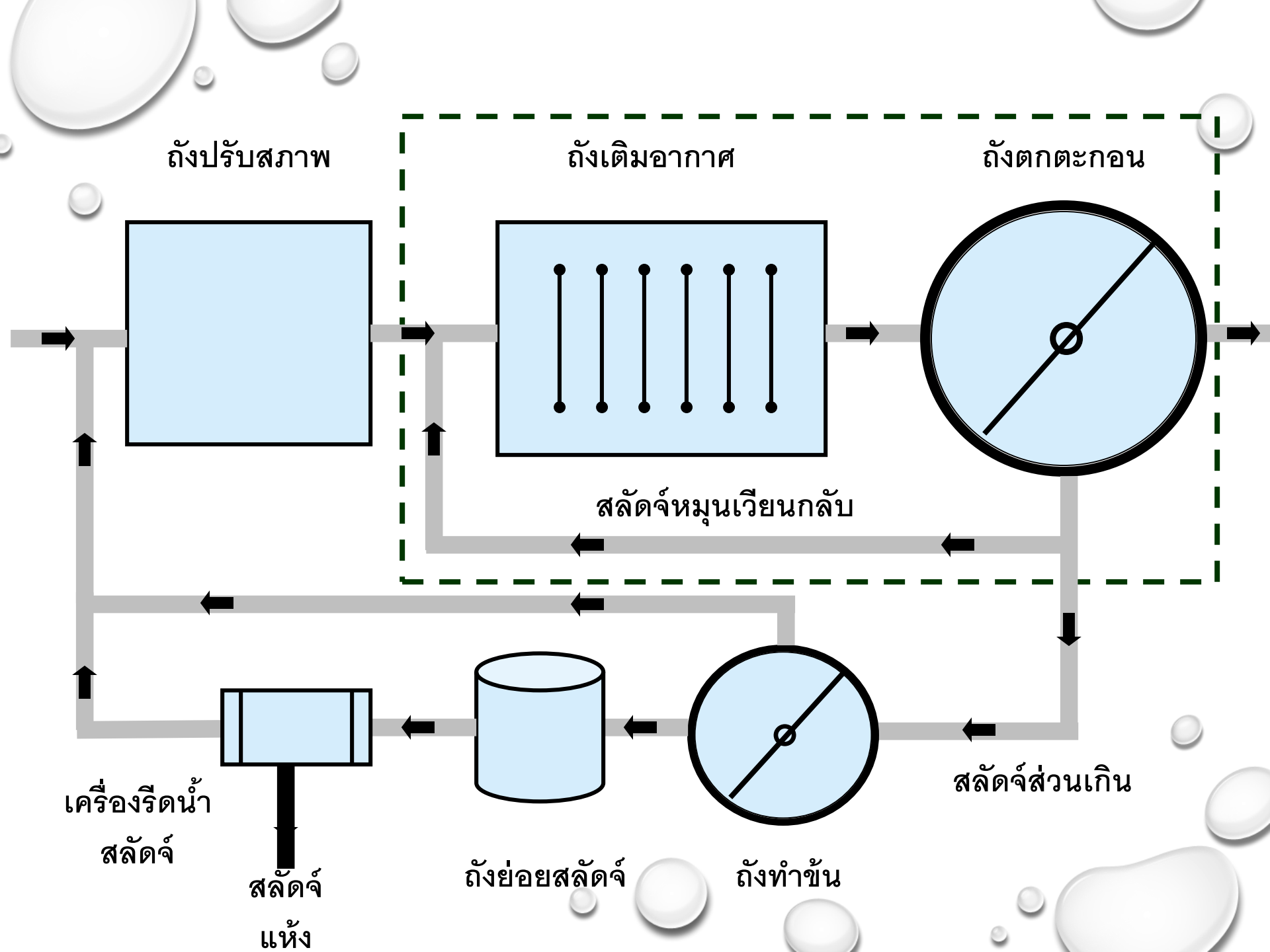


ระบบเอเอสจำลอง : แบคทีเรียที่รวมตัวเป็นฟล็อก



องค์ประกอบของระบบเอเอส

- 1) ถังเติมอากาศ : น้ำเสียถูกส่งเข้าถังเติมอากาศที่มีจุลินทรีย์จำนวนมาก
 - จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ = Mixed Liquor Suspended Solid (MLSS)
 - $MLSS = MLVSS + \text{Invert Solid}$ (2,500 – 3,500 มก./ล.)
- 2) ระบบเติมอากาศ : $DO > 2$ มก./ล.
- 3) ถังตกตะกอน : น้ำเสียที่บำบัดแล้วต้องใส ($SS < 30$ มก./ล.)
 - สลัดจ์ตกตะกอนจมลงสู่ก้นถัง น้ำใสไหลล้นออกนอกถัง
 - ต้องสูบสลัดจ์กลับเข้าสู่ถังเติมอากาศเพื่อให้ค่า $MLSS$ สูง
 - ต้องทิ้งสลัดจ์ส่วนเกินออกอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้มีปริมาณจุลินทรีย์ที่เหมาะสมในถังเติมอากาศ
- 4) ระบบกำจัดสลัดจ์ : ใช้เป็นระบบบริดน้ำสลัดจ์ หรือถึงเก็บสลัดจ์แล้วให้รถสูบออกไปกำจัด



ถังเติมอากาศ





ในการเลือกค่า *organic loading* (F/M) และ θ_c ที่เหมาะสม

- ประสิทธิภาพของระบบ
- ปริมาณมวลจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้น
- ความต้องการออกซิเจน
- ลักษณะการตกตะกอนของจุลินทรีย์

} Hydraulic retention time ต่ำที่สุด
(ขนาดถังเติมอากาศเล็กที่สุด)

ตัวแปรที่นิยมใช้ในการออกแบบระบบเอเอสแบบต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 ตัวแปรที่นิยมใช้ในการออกแบบระบบเอเอสแบบต่าง ๆ

| ประเภทของ ระบบเอเอส | θ_c (วัน) | F/M (ก. BOD_5 / ก. $MLVSS$ - วัน) | $MLSS$ (มก./ล.) | เวลากักน้ำ (ชม.) | อัตราสูบสัณ้จกกลับ Q_r / Q |
|------------------------|---------------------|--|--------------------|---------------------|---------------------------------|
| ธรรมดา | 5-15 | 0.2 – 0.4 | 1,500 – 3,000 | 4 – 8 | 0.25 – 0.75 |
| ผสมสมบูรณ์ | 5-15 | 0.2 – 0.6 | 2,500 – 4,000 | 3 – 5 | 0.25 – 1.0 |
| เติมอากาศยัดเวลา | 20-30 | 0.05 – 0.15 | 3,000 – 6,000 | 18 – 36 | 0.5 – 1.50 |
| เอสปีอาร์ | 10-30 | 0.05 – 0.3 | 1,500 – 5,000 | 12 – 50 | - |
| คววนเวียน | 10-30 | 0.05 – 0.3 | 3,000 – 6,000 | 8 - 36 | 0.75 – 1.50 |

ที่มา : Metcalf & Eddy (1991)

อังกฤษตะกอนขั้นที่ 2

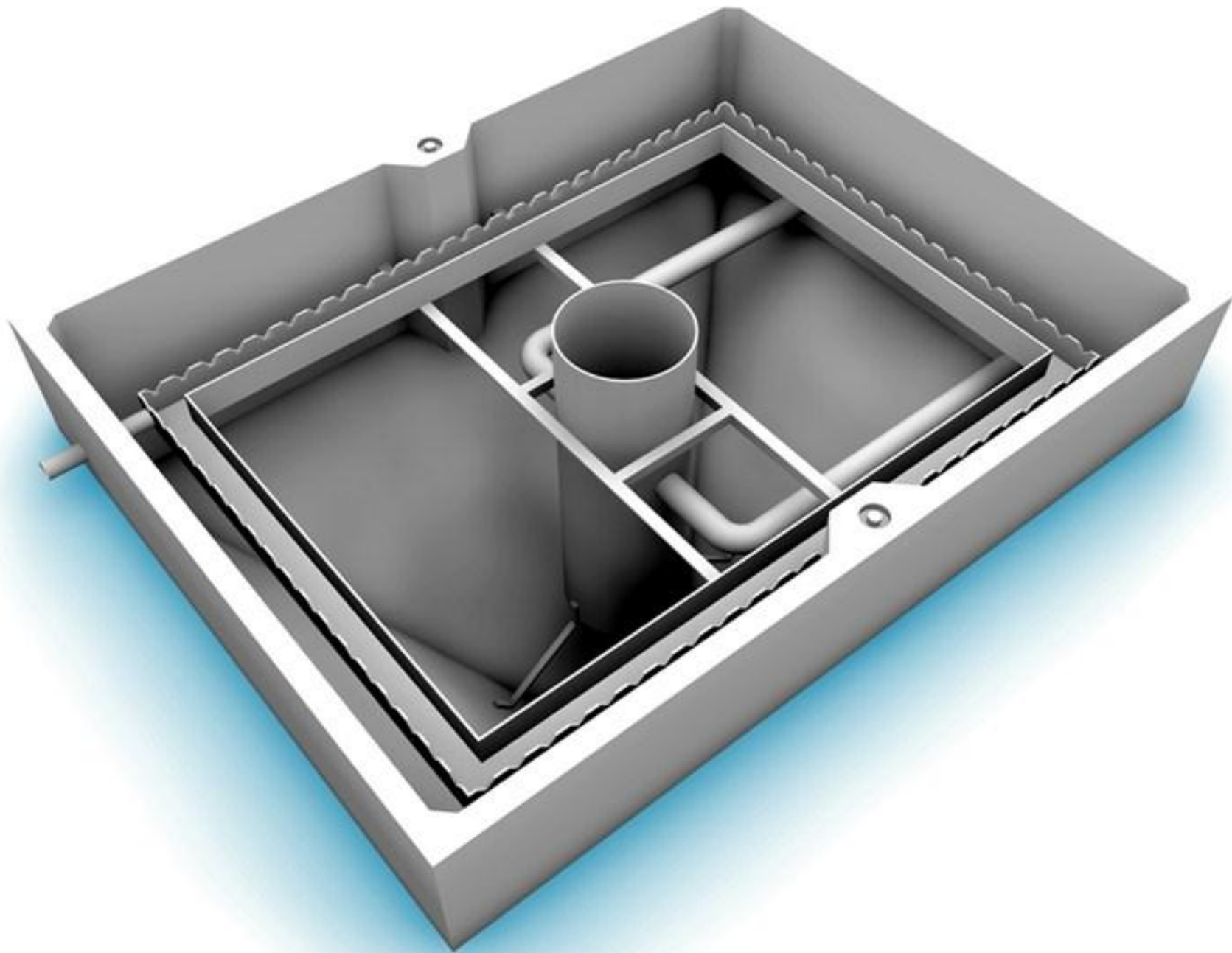
- ตัวแปรในการออกแบบ : อัตราน้ำล้นผิว ระยะเวลาเก็บกัก อัตราน้ำล้นเวียร์ ขนาดและรูปทรงของอังกฤษตะกอน โครงสร้างทางเข้าและออกของน้ำ และระบบกำจัดสลัด
- ตัวแปรสำหรับการคำนวณออกแบบขนาดของอังกฤษตะกอนได้แก่ **อัตราน้ำล้น** **ถึง อัตราภาระของแข็งและเวลากักน้ำ**
- อัตราน้ำล้นใช้สำหรับคำนวณหาพื้นที่หน้าตัดของอังกฤษตะกอน (16 – 28 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน = 0.67 – 1.16 ลบ.ม./ตร.ม.-ชม.)

ตารางที่ 6-3 ค่าออกแบบสำหรับอังกฤษตะกอนของระบบเอเอส

| ประเภทของระบบบำบัด | อัตราน้ำล้น (ลบ.ม./ตร.ม.-วัน) | | อัตราภาระของแข็ง (กก./ตร.ม.-ชม.) | |
|------------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| | อัตราไหลรายวัน เฉลี่ย | อัตราไหลราย ชั่วโมงสูงสุด | อัตราไหลรายวัน เฉลี่ย | อัตราไหลราย ชั่วโมงสูงสุด |
| ระบบเอเอสทั่วไป | 16 – 28 | 40 – 64 | 4 – 6 | 8 |
| ระบบเอเอสแบบเติมอากาศยัดเวลา | 8 – 16 | 24 – 32 | 1.0 – 5 | 7 |

ถังตกตะกอนขั้นที่ 2







ถังตกตะกอนขั้นที่ 2

ระบบสูบสลัดจ์กลับ (Return sludge system)

- สลัดจ์ที่ตกตะกอนต้องถูกส่งกลับเพื่อรักษาระดับ **MLSS** และ ค่า **F/M**
- ระบบสูบสลัดจ์กลับจะออกแบบให้สูบน้ำได้ที่ **50 – 150 %** ของ **Q** เฉลี่ย
- ในช่วง **startup** จะต้องสูบสลัดจ์กลับให้มากที่สุดเพื่อเพิ่มความเข้มข้น **MLSS** (ดังนั้นควรติดตั้งเครื่องสูบสลัดจ์กลับที่มีความสามารถในการสูบเท่ากับเครื่องสูบน้ำเข้าระบบ)
- ในสภาวะการเดินระบบปกติอัตราสูบสลัดจ์กลับจะอยู่ที่ **20 -50%**

1 การตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย

1.1 การตรวจสอบการออกแบบและแบบแปลนระบบบำบัดน้ำเสีย

1) เอกสารการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียประกอบด้วย

- แผนผังแสดงแหล่งกำเนิดน้ำเสียจากขั้นตอนการผลิตต่าง ๆ
- ลักษณะของน้ำเสียของแหล่งกำเนิดต่าง ๆ
- อัตราไหลของน้ำเสีย
- กระบวนการบำบัดน้ำเสีย
- รายละเอียดการคำนวณออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย
- แบบแปลนการก่อสร้าง (แบบก่อสร้างจริง As-built Drawing)
- เอกสารประกอบแบบ : รายละเอียดในการก่อสร้าง (รายการคำนวณ) รายละเอียดเกี่ยวกับอุปกรณ์เครื่องจักร คู่มือการเดินระบบ

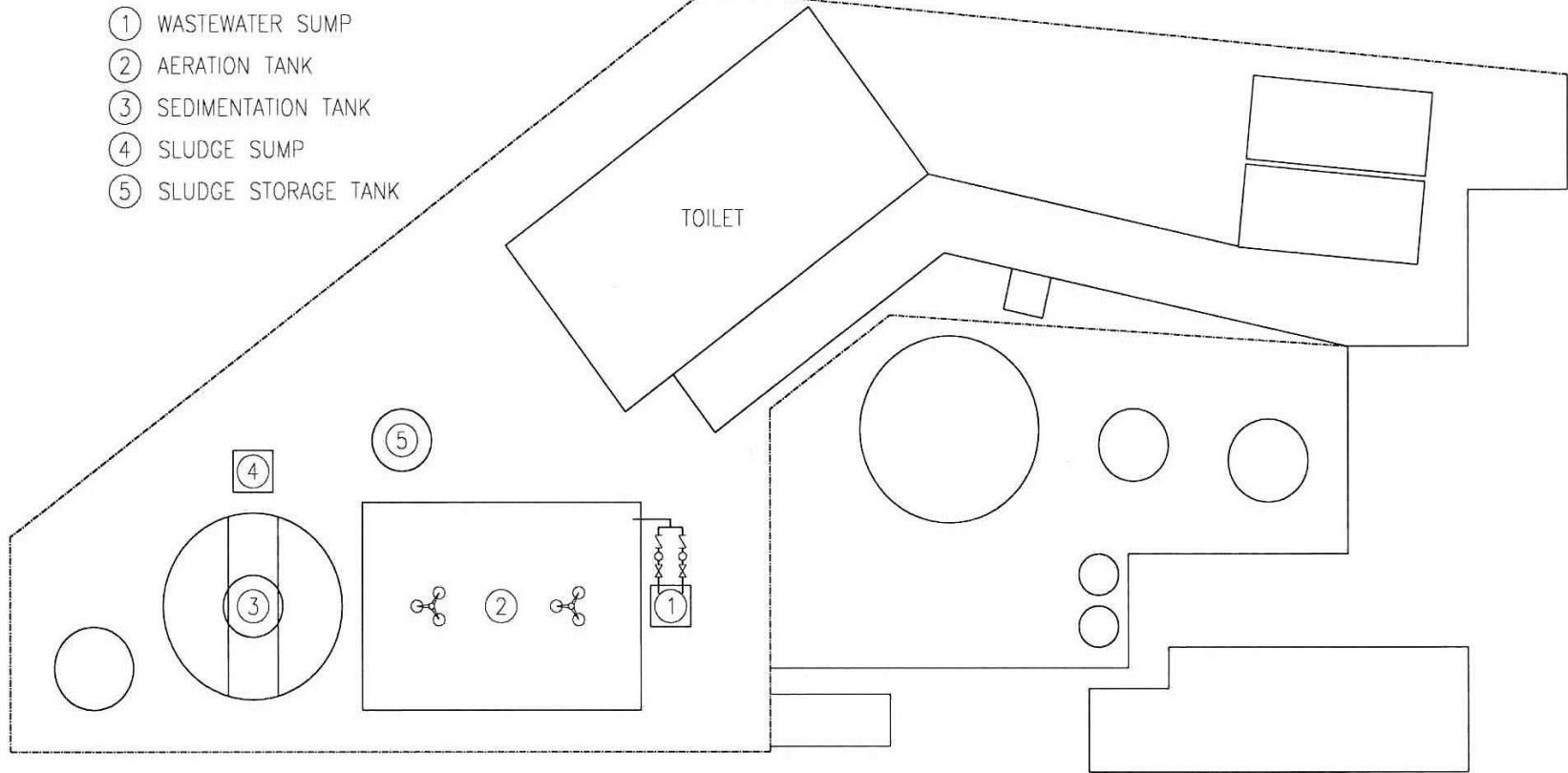
2) แบบแปลนระบบบำบัดน้ำเสีย ควรประกอบด้วย

- ที่ตั้งของระบบ (Treatment Plant Location)**
- ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย (Flow Diagram)**
- หน้าตัดชลศาสตร์ (Hydraulic Profile)**
- ผังบริเวณระบบบำบัดน้ำเสีย (Treatment Plant**

Layout)

- ผังบริเวณระบบท่อ (Piping Layout)**
- แปลนหน่วยบำบัด (Unit Treatment)**
- รูปตัดแสดงรายละเอียดของหน่วยบำบัด**
(Cross section of Unit Treatment)

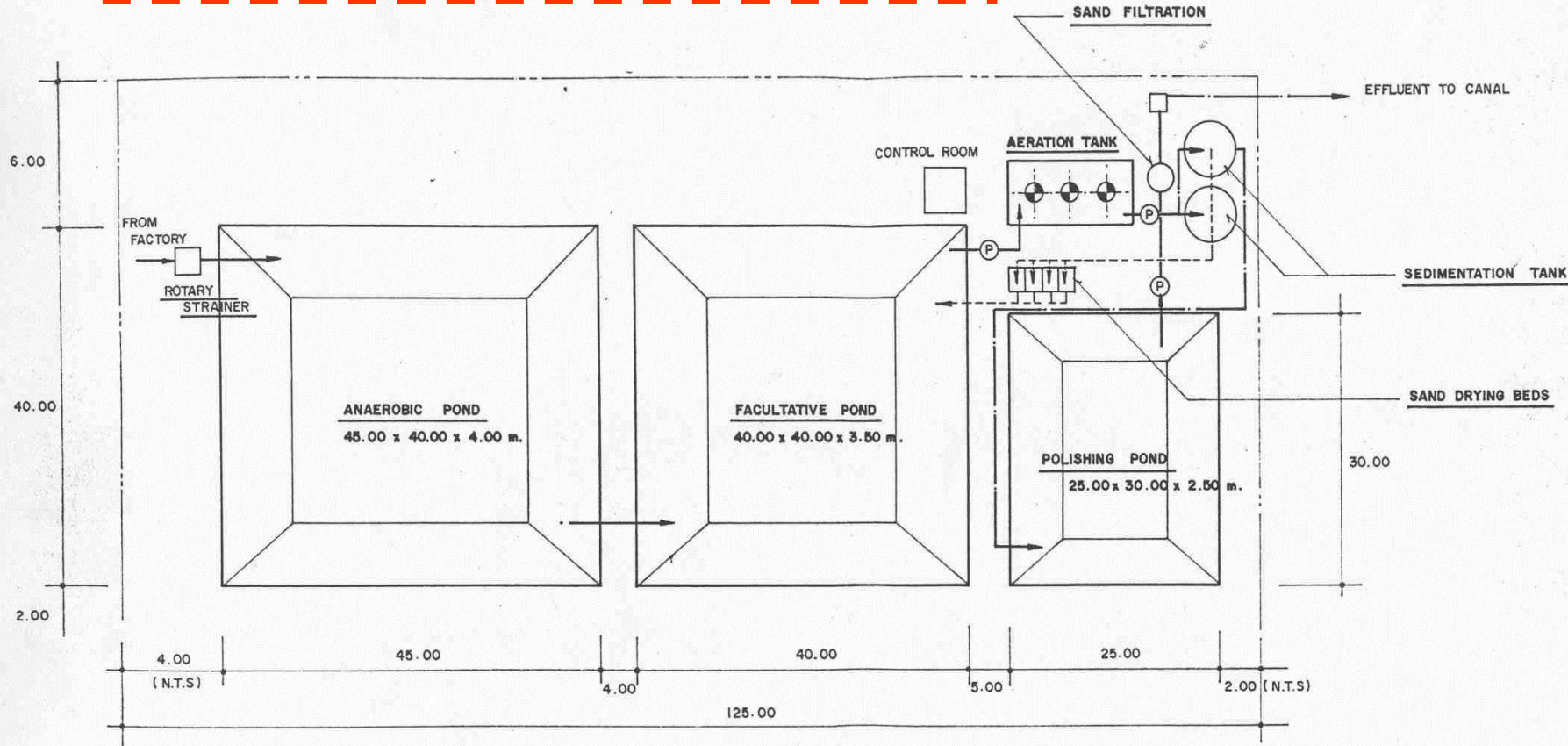
ที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย (Treatment Plant Location)



WASTEWATER TREATMENT PLANT LAYOUT (EXISTING)

[illegible]

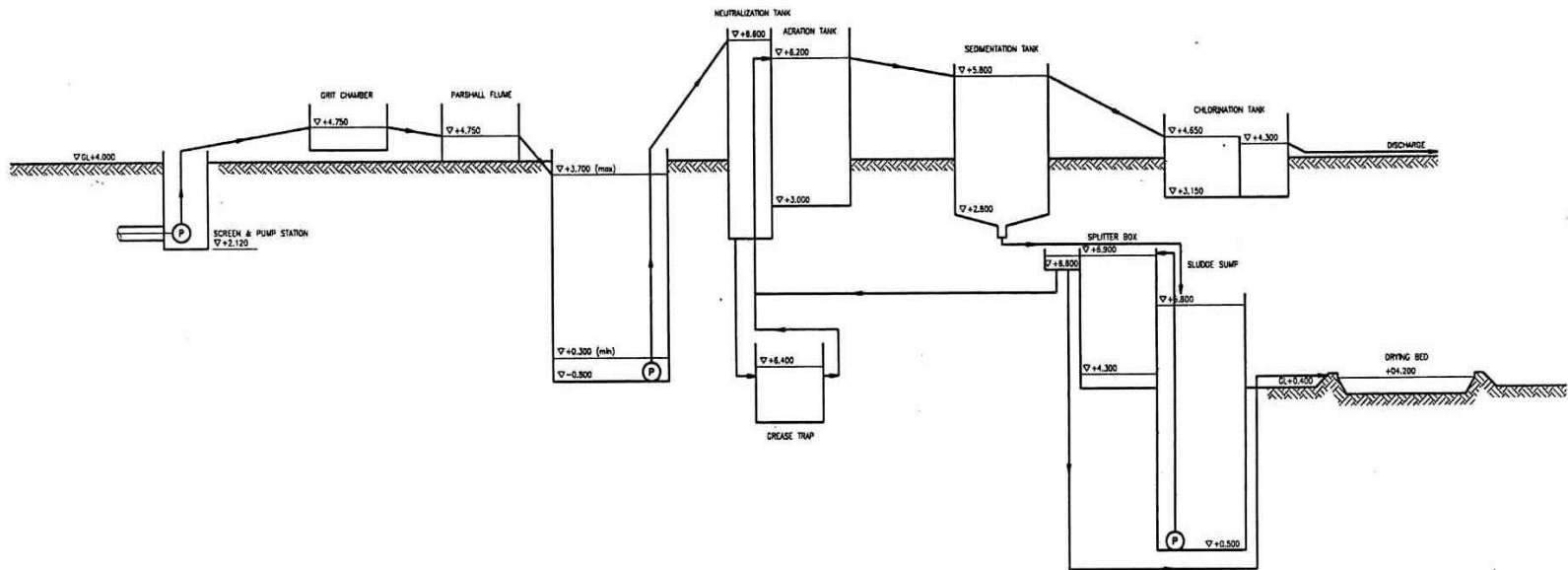
ผังบริเวณระบบบำบัดน้ำเสีย (Plant Layout)




WASTEWATER TREATMENT PLANT LAYOUT
1 : 500

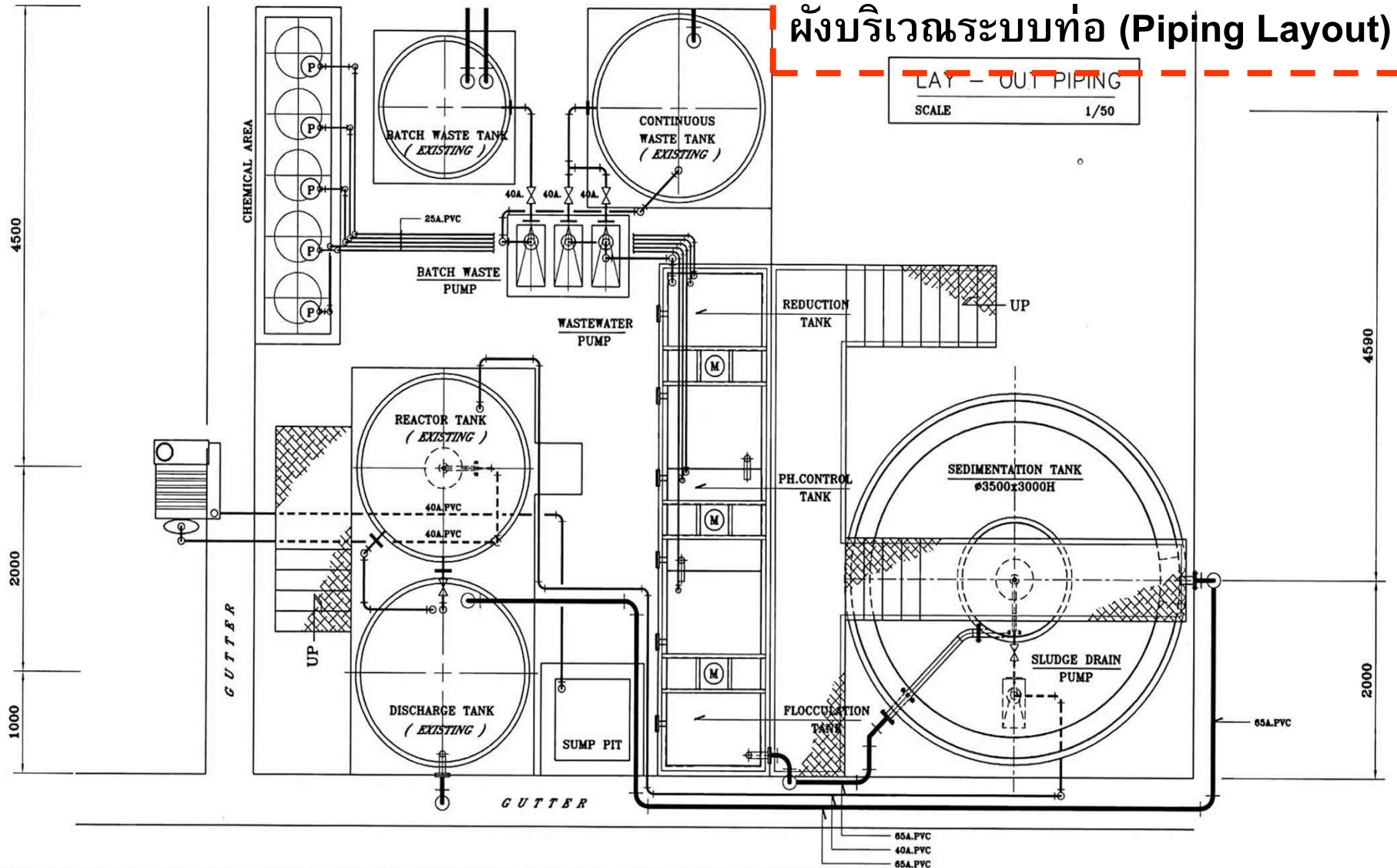
| ระบบบำบัดน้ำเสีย | | | |
|------------------|--|--|-----|
| โรงงาน | บริษัท พรีเมียร์ แคนนิ่ง อินดัสตรี จำกัด | | |
| กรรมการ | | | |
| วิศวกร | | | |
| | | | 2-6 |

หน้าตัดชลศาสตร์ (Hydraulic Profile)



| | |
|---|---|
| SITE : MAP TA PHUT INDUSTRIAL ESTATE | |
| DWG TITLE : HYDRAULIC PROFILE OF WASTEWATER TREATMENT PLANT | |
| DRAWN BY : KANTIMA |  BJT WATER CO., LTD. 88/1 Jucker House 137, 88 Soi Rukla Sukhumvit 42, Bangkok Thailand |
| DATE : 1/07/97 | |
| SCALE : 1 : 50 (A1) | |
| JOB NO. : 97005-009 | |

ผังบริเวณระบบท่อ (Piping Layout)



TRI POLLUTION CONTROL CO.,LTD.

บริษัท ไตรพลูคอน คอนโทรล จำกัด

128/44 Moo 4 Old Railway Rd., Sumrong, Phrapradang,
Sumutprakarn 10130 Tel: 744-7011-2 Fax: 744-7013

THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF TRI POLLUTION CONTROL CO.,LTD. THE INFORMATION CONTAINED HEREON SHALL NOT BE USED OR COPIED IN ANY MANNER WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF TRI POLLUTION CONTROL CO.,LTD.

| | | |
|-------------|-------------------|----------|
| DRAWN BY | SANEA KLEDPLEE | 9/JUN/99 |
| DESIGNED BY | | |
| CHECKED BY | | |
| APPROVED BY | | |
| CAD. CODE | C:\DWG\FTN-M3.DWG | |

MESSRS :

F.T.N. CO.,LTD.

DRWG TITLE :

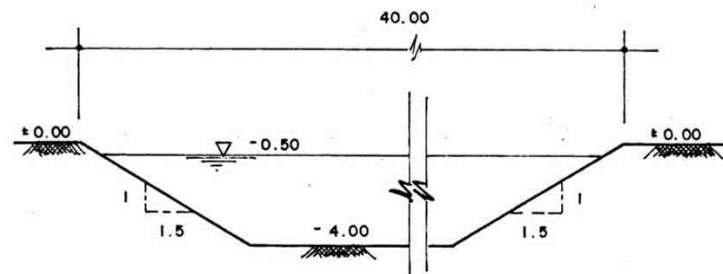
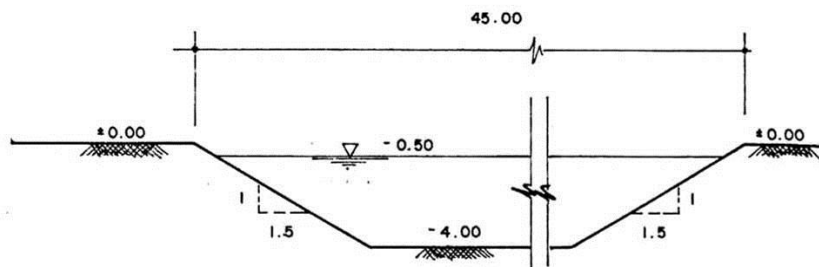
LAY-OUT PIPING

REV.
0

ITEM IMPROVEMENT OF
WASTEWATER TREATMENT PLANT

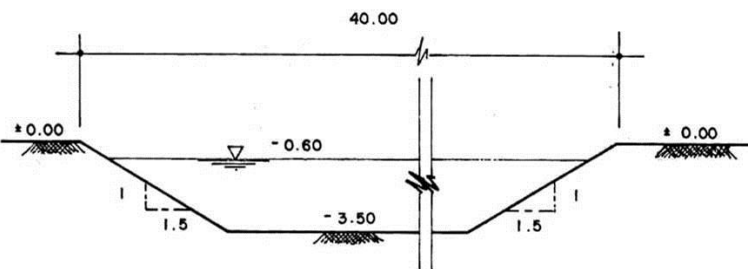
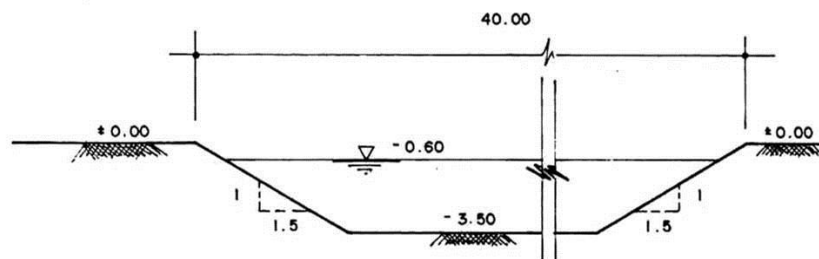
DWG. NO.

SCALE



ANAEROBIC POND

1 : 200



FACULTATIVE POND

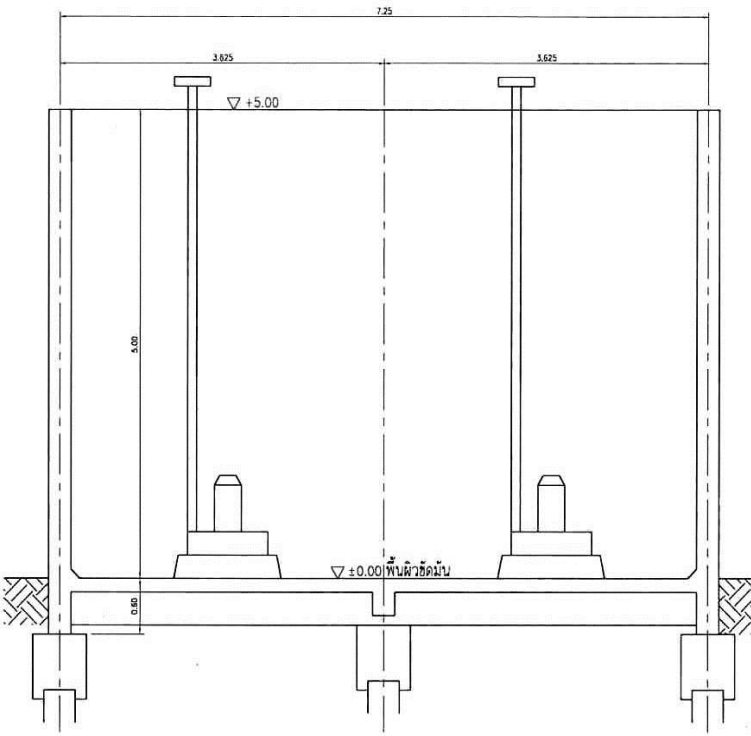
1 : 200

รูปตัดแสดงหน่วยบำบัด (Cross Section)

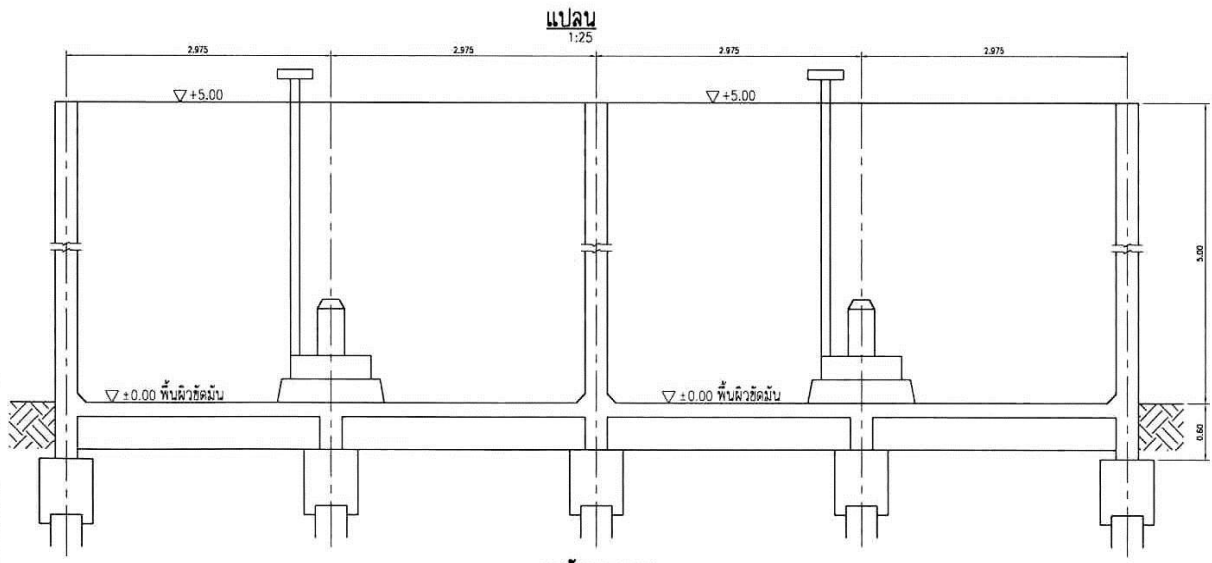
| ระบบบำบัดน้ำเสีย | | |
|------------------|---|-----|
| โรงงาน | บริษัท พรเมียร์ แคนนิ่ง อินดัสตรี จำกัด | |
| โครงการ | | |
| วิชา | | |
| | | 3-6 |




รูปตัดแสดงหน่วยบำบัด (Cross Section)



รูปตัดตามขวาง
1:25



รูปตัดตามยาว
1:25

| | | | | | |
|---|------|------|---|-------|-------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| NO. | REV. | DATE | BY | CHKD. | APPD. |
| | | | | | |
| RUBIA INDUSTRIES LIMITED | | | | | |
| WASTEWATER TREATMENT PLANT UPGRADING PROJECT | | | | | |
| DWG TITLE STRUCTURE DETAIL OF MODIFIED RESERVOIR & EQUALIZATION | | |  | | |
| ENVIRONMENTAL ENGINEER | | | ARCHITECT | | |
| CIVIL ENGINEER | | | DWG NO. 00004-002 | | |
| ELECTRICAL ENGINEER | | | DRAWN KANTIMA | | |
| SURVEY ENGINEER | | | DATE 05/10/00 | | |
| CHECKED | | | SCALE 1 : 25 | | |
| APPROVED | | | SHEET NO. 2 OF 18 | | |

1.2 การตรวจสอบภาคสนาม

- ผู้ควบคุมจะมีความเข้าใจระบบมากขึ้นเมื่อตรวจสอบภาคสนามควบคู่กับแบบแปลนก่อสร้าง

- ในกรณีที่ไม่มีข้อมูล ไม่มีแบบแปลนก่อสร้าง ต้องทำการสำรวจภาคสนาม

- ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย

- หน้าตัดชลศาสตร์

- ขนาดและปริมาตรของหน่วยบำบัดต่าง ๆ :

- ถังเติมอากาศ ถังปรับสภาพ ถังตกตะกอน

- เครื่องสูบน้ำ เครื่องสูบสลัดจ์ : อัตราการสูบ ขนาดมอเตอร์

- เครื่องจักรกลอื่น ๆ เช่น เครื่องเติมอากาศ เครื่องรีดน้ำ

- เครื่องกวาดตะกอน ขนาดของมอเตอร์

- อุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์วัดต่าง ๆ เช่น เครื่องวัดค่า DO pH

- ลูกลอย

- อุปกรณ์ไฟฟ้า

1.3 การตรวจสอบสภาพทั่วไปของระบบ

- ตรวจสอบแบบแปลนพร้อมกับตรวจสอบภาคสนาม เพื่อทำการซ่อมปรับปรุงหรือเปลี่ยนทดแทนใหม่ เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพ
- ตรวจสอบสภาพ ความแข็งแรง การชำรุด การหลุดตัว การรื้อซึม ของโครงสร้าง ระบบท่อน้ำเสียและระบบท่อสลัดจ์
- ตรวจสอบสภาพความพร้อมที่จะทำงานของเครื่องสูบน้ำและสลัดจ์ เครื่องจักรกลต่าง ๆ เช่น เครื่องเติมอากาศ เครื่องรีดน้ำสลัดจ์ เครื่องกวาดตะกอน
- ตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้า และระบบควบคุม

1.4 ตรวจสอบขนาดของหน่วยบำบัดต่าง ๆ

- เปรียบเทียบข้อมูล ลักษณะและปริมาณน้ำเสียที่ได้จากการสำรวจภาคสนามและข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบว่าถูกต้อง เหมาะสมหรือไม่
- เปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ออกแบบขนาดของหน่วยบำบัดต่าง ๆ กับเกณฑ์ที่ใช้เป็นมาตรฐานออกแบบ
 - ถังปรับเสมอ : ใหญ่เพียงพอที่จะทำให้ปรับอัตราไหลเข้าระบบบำบัดได้คงที่ (เวลากักพัก 6 – 24 ชม.)
 - ถังเติมอากาศ : เวลากักพัก ความลึก
 - ถังตกตะกอน : พื้นที่ผิว อัตราน้ำล้นผิว ความลึก เวลากักพัก
 - ถังปฏิกรณ์เคมี : เวลากักพัก ความเร็วในการกวน
 - ขนาดของเครื่องจักรกลต่าง ๆ เป็นกิโลวัตต์ต่อปริมาตร

- ตรวจสอบลักษณะของถังต่าง ๆ และการทำงานของเครื่องจักรในถัง
 - ถังปรับเสรมอมีการกวนผสมสมบูรณ์ ไม่มีตะกอนนอนก้นถัง
 - ถังเติมอากาศมีการกวนสมบูรณ์ ไม่มีตะกอนนอนก้นถัง
 - ถังตกตะกอน : ตะกอนจมตัวได้ดี น้ำใส การไหลเข้าและออกของน้ำและ สลัดจ์ไม่ทำให้ เกิดการปั่นป่วน เครื่องกวาดไม่ทำให้ตะกอนฟุ้งลอย
 - ตรวจสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์อื่น ๆ ทำหน้าที่ได้ตามที่ออกแบบไว้
 - เครื่องสูบน้ำ เครื่องสูบสลัดจ์: อัตราการสูบกับค่าที่ออกแบบไว้
- การควบคุมอัตราไหล การควบคุมวาล์ว
- เครื่องเติมอากาศ : การถ่ายเทออกซิเจนทั่วถึง $DO > 2$ มก./ล.
 - อุปกรณ์ควบคุมค่า pH, DO : ทำงานได้ถูกต้อง

2 การเดินระบบและควบคุมการทำงานระบบบำบัดน้ำเสีย

2.1 การวัดอัตราไหลและปรับอัตราไหลของน้ำเสีย

- เพื่อทราบอัตราไหลของน้ำเสียที่เข้าระบบบำบัด
 - นำไปคำนวณเพื่อควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- เช่น อัตราการสูบสลับจกกลับ อัตราการทิ้งสลัดจ์ อัตราการเติม

สารเคมี

- ระบบบำบัดน้ำเสียออกแบบที่อัตราไหลเฉลี่ย :

อัตราไหลเฉลี่ย = $\frac{\text{ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นต่อวัน}}{24 \text{ ชม.}}$

24 ชม.

- หน่วยบำบัดต่าง ๆ ออกแบบที่**อัตราไหลเฉลี่ย**

- ผู้ควบคุมต้องรู้

- ปริมาณน้ำเสียที่เข้าระบบต่อวัน อัตราไหลเฉลี่ย

- อัตราไหลที่ใช้ออกแบบ

- นำไปปรับอัตราไหลเข้าระบบให้เหมาะสม

- การวัดอัตราไหล

- คำนวณจากความเร็วของน้ำเสียในราง

- การจับเวลาและวัดปริมาตรของน้ำเสียที่ไหลเข้าถัง

- จับเวลาทำงานของเครื่องสูบน้ำเสีย

- วัดอัตราไหลด้วยเวียร์ ชนิดสามเหลี่ยม สีเหลี่ยม

- เครื่องวัดอัตราไหล

1) คำนวณจากความเร็วของการไหลในรางน้ำเสีย

- วัดความเร็วของการไหลด้วยเครื่องมือ หรือใช้วัตถุลอยน้ำ แล้วจับเวลา
- ความเร็วที่ผิวหน้า $\times 0.8 =$ ความเร็วเฉลี่ย
- อัตราไหล = ความเร็วเฉลี่ยของการไหล \times พื้นที่หน้าตัดของการไหล
- เลือกวัดความเร็วในรางที่เป็นเส้นตรง ควรทำ 4 – 5 ครั้ง
- นำไปปรับอัตราไหลเข้าระบบให้เหมาะสม

| | | | |
|-------|---|---|---|
| | Q | = | 0.8 WDL/T |
| เมื่อ | Q | = | อัตราไหลของน้ำเสียในราง ลบ.ม./วินาที |
| | W | = | ความกว้างเฉลี่ยของราง เมตร |
| | D | = | ความลึกเฉลี่ยของราง เมตร |
| | L | = | ระยะทางที่วัตถุลอยน้ำเคลื่อนที่ในราง เมตร |
| | T | = | เวลาในการเคลื่อนที่ วินาที |

2) วิธีจับเวลาและวัดปริมาตรของน้ำเสียที่ไหลเข้าถัง

- กรณีที่น้ำเสียไหลในท่อปิด
- ใช้วิธีจับเวลาและวัดปริมาตรของน้ำเสียที่ไหลเข้าถัง
- เพื่อความถูกต้องควรใช้ถังขนาดใหญ่ เวลาเต็มเต็มถึงไม่น้อยกว่า 1 นาที

| | | | |
|-------|---|---|-------------------------------|
| | Q | = | V/T |
| เมื่อ | Q | = | อัตราไหลของน้ำ ลิตร/นาที |
| | V | = | ความจุน้ำเต็มถัง ลิตร |
| | T | = | เวลาที่น้ำเสียไหลเต็มถัง นาที |

- ถังรองรับน้ำเสีย : บ่อพักน้ำเสีย ถังบำบัดน้ำเสีย ถังปรับเสมอ
- ถ้าถังมีขนาดใหญ่
 - ไม่ต้องจับเวลาน้ำเสียที่ไหลเข้าจนเต็มถัง ใช้เวลานาน
 - จับเวลาที่ระดับน้ำเสียสูงขึ้นกว่าระดับเริ่มต้น เช่น 10 นาที

| | | | |
|-------|---|---|---|
| | Q | = | 60 WDL/T |
| เมื่อ | Q | = | อัตราไหลของน้ำเสียในท่อ ลบ.ม./ชม. |
| | W | = | ความกว้างของถังหรือบ่อ เมตร |
| | L | = | ความยาวของถังหรือบ่อ เมตร |
| | T | = | ระยะเวลา นาที |
| | D | = | ระดับน้ำที่เพิ่มขึ้น (จากระดับเดิม)ในถัง เมตร |

ตัวอย่างการวิเคราะห์อัตราไหลเข้าถังรองรับน้ำเสีย

(1) คำนวณจากระดับน้ำในถังที่เพิ่มขึ้น



ถ้าถังรองรับน้ำเสียมีขนาดกว้าง 3 เมตร ยาว 4 เมตร มีน้ำเสียเข้าสู่ถังทำให้ระดับน้ำเพิ่มขึ้น 10 ซม./2 นาที โดยไม่มีการสูบน้ำออกจากถัง

$$\begin{aligned} Q &= 60 \text{ WDL/T} \\ &= \frac{60 \text{ นาที}}{1 \text{ ชม.}} \times \frac{3 \text{ ม.} \times 4 \text{ ม.} \times 10 \text{ ซม.}}{2 \text{ นาที}} \times \frac{1 \text{ ม.}}{100 \text{ ซม.}} \\ &= 36 \text{ ลบ.ม./ชม.} \end{aligned}$$

(2) คำนวณจากระดับน้ำในถังที่ลดลง โดยไม่มีน้ำเสียเข้าถัง

ถ้าถังรองรับน้ำเสียมีขนาดกว้าง 3 เมตร ยาว 4 เมตร เติ้นเครื่องสูบน้ำออกจากถังทำให้ระดับน้ำลดลง 10 ซม./ นาที โดยไม่มีน้ำเสียเข้าถัง

$$\begin{aligned} Q &= 60 \text{ WDL/T} \\ &= \frac{60 \text{ นาที}}{1 \text{ ชม.}} \times \frac{3 \text{ ม.} \times 4 \text{ ม.} \times 10 \text{ ซม.}}{1 \text{ นาที}} \times \frac{1 \text{ ม.}}{100 \text{ ซม.}} \end{aligned}$$

$$\text{อัตราสูบน้ำเสีย} = 72 \text{ ลบ.ม./ชม.}$$

(3) คำนวณจากระดับน้ำในถังที่เพิ่มขึ้น โดยสูบน้ำเสียออกจากถัง

ถ้าถังรองรับน้ำเสียมีขนาดกว้าง 3 เมตร ยาว 4 เมตร เดินเครื่องสูบน้ำออกจากถัง พบว่าระดับน้ำเพิ่มขึ้น 10 ซม./5 นาที โดยมีอัตราน้ำเสียเข้าถัง 36 ลบ.ม.

$$\begin{aligned}\text{อัตราสูบน้ำ} &= \text{อัตราไหลของน้ำเข้า} - \text{อัตราระดับน้ำที่เพิ่มขึ้น} \\ &= 36 \text{ ลบ.ม./ชม.} - \frac{60(3 \text{ ม.} \times 4 \text{ ม.} \times 10 \text{ ซม.} \times 1 \text{ ม.})}{5 \text{ นาที} \times 100 \text{ ซม.}} \\ &= 36 \text{ ลบ.ม./ชม.} - 14.40 \text{ ลบ.ม./ชม.} \\ &= 21.60 \text{ ลบ.ม./ชม.}\end{aligned}$$

(4) คำนวณจากระดับน้ำในถังที่ลดลง โดยมีน้ำเสียเข้าถัง

ถ้าถังรองรับน้ำเสียมีขนาดกว้าง 3 เมตร ยาว 4 เมตร เติ้นเครื่องสูบน้ำออกจากถัง พบว่าระดับน้ำลดลง 10 ซม./5 นาที โดยมีน้ำเสียเข้าถัง 36 ลบ.ม./ชม.

$$\begin{aligned}\text{อัตราการสูบน้ำ} &= \text{อัตราไหลของน้ำเข้า} + \text{อัตราระดับน้ำที่ลดลง} \\ &= 36 \text{ ลบ.ม./ชม.} + 60 \left(\frac{3 \text{ ม.} \times 4 \text{ ม.} \times 10 \text{ ซม.} \times 1 \text{ ม.}}{5 \text{ นาที} \times \frac{100 \text{ ซม.}}{1 \text{ ม.}}} \right) \\ &= 36 \text{ ลบ.ม./ชม.} + 14.40 \text{ ลบ.ม./ชม.} \\ &= 50.40 \text{ ลบ.ม./ชม.}\end{aligned}$$

3) วิธีจับเวลาทำงานของเครื่องสูบน้ำเสีย

- วัดเวลาทำงานของเครื่องสูบน้ำเสียในแต่ละชม.
- ต้องมีอุปกรณ์วัดเวลาทำงานของเครื่องสูบน้ำ (Counter Hour Meter)
- ราคาไม่แพง ติดตั้งง่าย แต่ต้องตรวจสอบอัตราการสูบน้ำให้ได้ก่อน
- อัตราไหลของน้ำเสีย = เวลาทำงานคูณกับอัตราสูบน้ำของเครื่องสูบน้ำเสีย

$$Q = \frac{CT}{60}$$

เมื่อ Q = อัตราไหลของน้ำ ลบ.ม./ชม.

C = อัตราสูบน้ำของเครื่องสูบน้ำเสีย ลบ.ม./ชม.

T = เวลาทำงานของเครื่องสูบน้ำใน 1 ชม นาที/ชม.

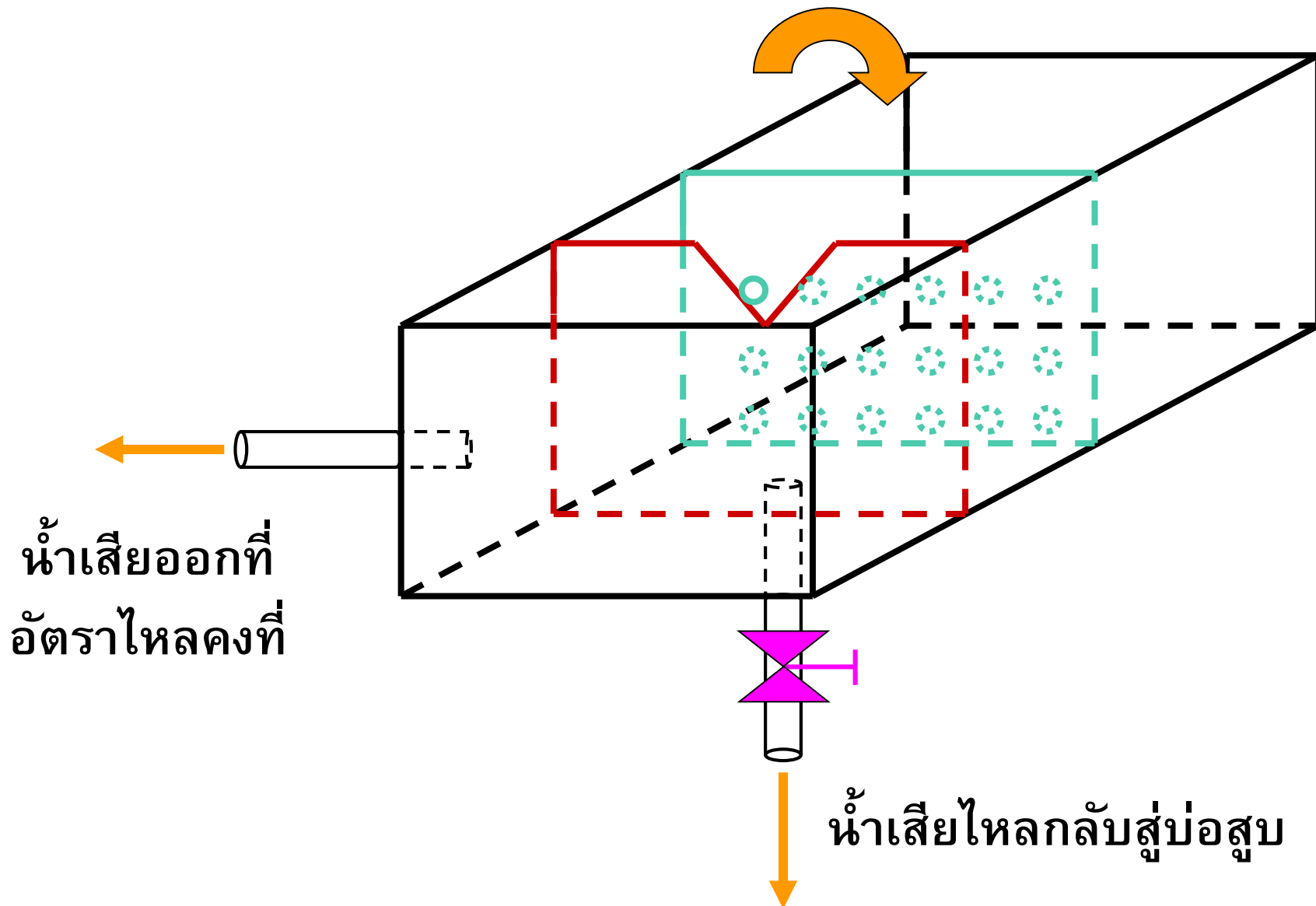
4) การวัดอัตราไหลด้วยเวียร์

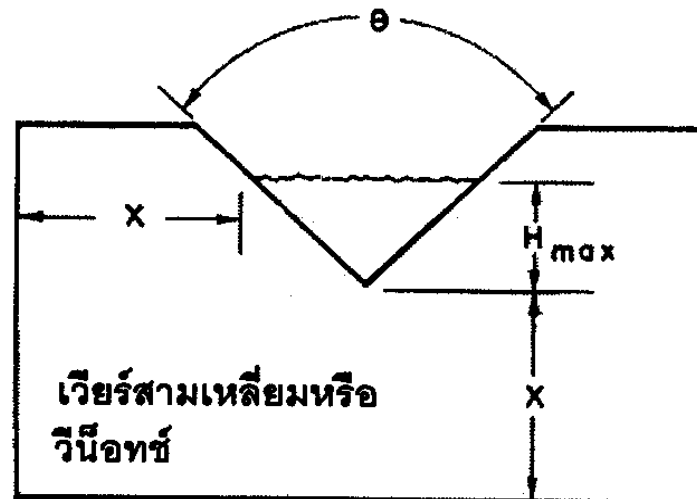
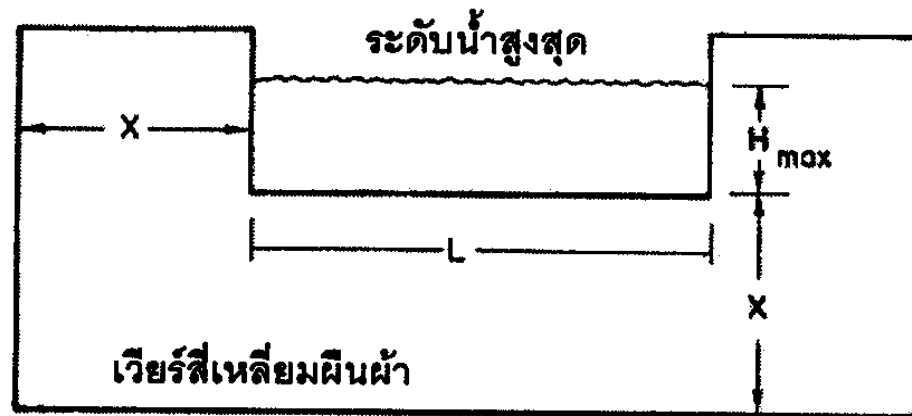
- ใช้กันทั่วไป สะดวก ติดตั้งง่าย
- ด้านบนสันเวียร์อาจเป็นเส้นตรงมากเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือรูปตัว V
- สันเวียร์มีลักษณะคมคล้ายคมมีด
- อัตราไหลเป็นสัดส่วนกับความสูงของน้ำเหนือเวียร์



ถังวิหือทซ์

น้ำเสียเข้า





L ไม่น้อยกว่า $3H_{max}$

X ไม่น้อยกว่า $2H_{max}$

weir สันคมชนิดที่ใช้กันทั่วไป

(1) เวียร์ชนิดสี่เหลี่ยม

- ข้อกำหนดของเวียร์ ความสูงจากกันรางถึงสันเวียร์ $x \geq 2H_{\max}$
- สูตรการคำนวณอัตราไหลของน้ำผ่านเวียร์

| | | | |
|-------|-----|-----|----------------------------------|
| | Q | $=$ | $1.84 L H^{1.5}$ |
| เมื่อ | Q | $=$ | อัตราไหลของน้ำ ลบ.ม./วินาที |
| | L | $=$ | ความยาวของสันเวียร์ เมตร |
| | H | $=$ | ความสูงของระดับน้ำเหนือสันเวียร์ |
| เมตร | | | |

(2) เวียร์ชนิดสามเหลี่ยม

- เหมาะสำหรับอัตราไหลน้อย
- ช่องปากเป็นรูปตัว V นิยมใช้ 2 ชนิด คือ ชนิด 60° และ 90°
- สูตรการคำนวณอัตราไหลของน้ำผ่านเวียร์ ชนิด 60°

| | | | |
|-------|-----|-----|---------------------------------------|
| | Q | $=$ | $0.85 H^{2.5}$ |
| เมื่อ | Q | $=$ | อัตราไหลของน้ำ ลบ.ม./วินาที |
| | H | $=$ | ความสูงของระดับน้ำจากจุดยอดสามเหลี่ยม |
| เมตร | | | |

- สูตรการคำนวณอัตราไหลของน้ำผ่านเวียร์ ชนิด 90°

| | | | |
|-------|-----|-----|---------------------------------------|
| | Q | $=$ | $1.47 H^{2.5}$ |
| เมื่อ | Q | $=$ | อัตราไหลของน้ำ ลบ.ม./วินาที |
| | H | $=$ | ความสูงของระดับน้ำจากจุดยอดสามเหลี่ยม |
| เมตร | | | |

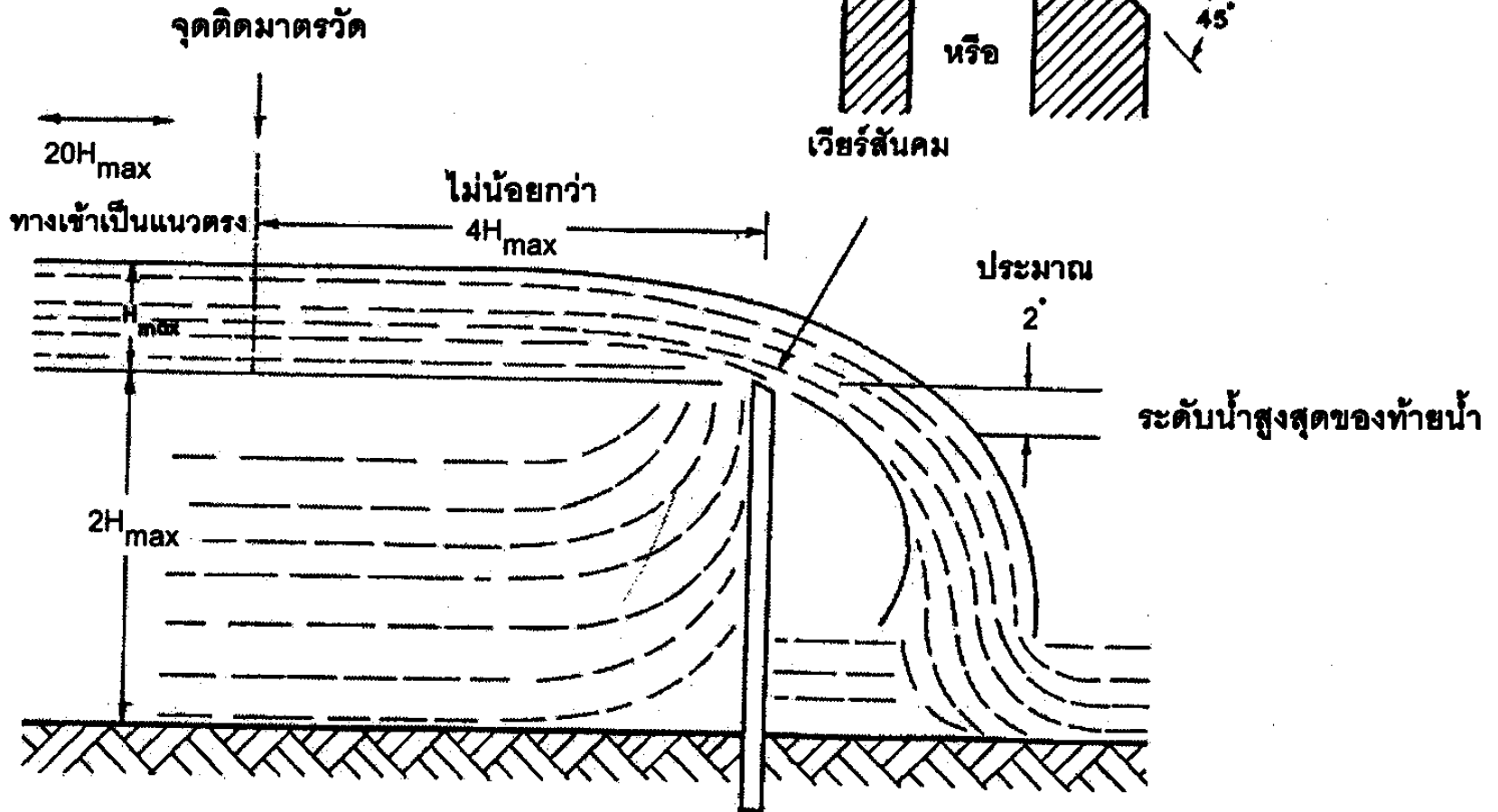
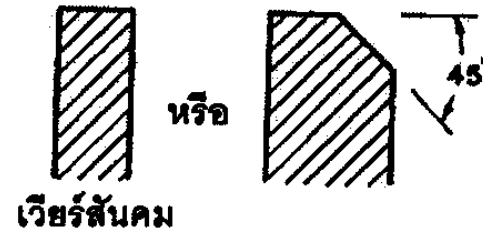
ข้อควรคำนึงถึงในการใช้เวียร์

- ความสูงจากกันรางถึงสันเวียร์ $\geq 2H_{\max}$
- ด้านล่างของน้ำทิ้งสันเวียร์ไม่เกิดสุญญากาศ
- สันเวียร์ต้องติดตั้งระดับเสมอ ไม่มีเศษผงหรือตะกอนจับอยู่
- การวัดความสูงของระดับน้ำเหนือสันเวียร์

วัดที่จุดห่าง $\geq 4H_{\max}$ เหนือสัน

- ควรหลีกเลี่ยงการใช้ในกรณีที่น้ำมีปริมาณตะกอนมาก

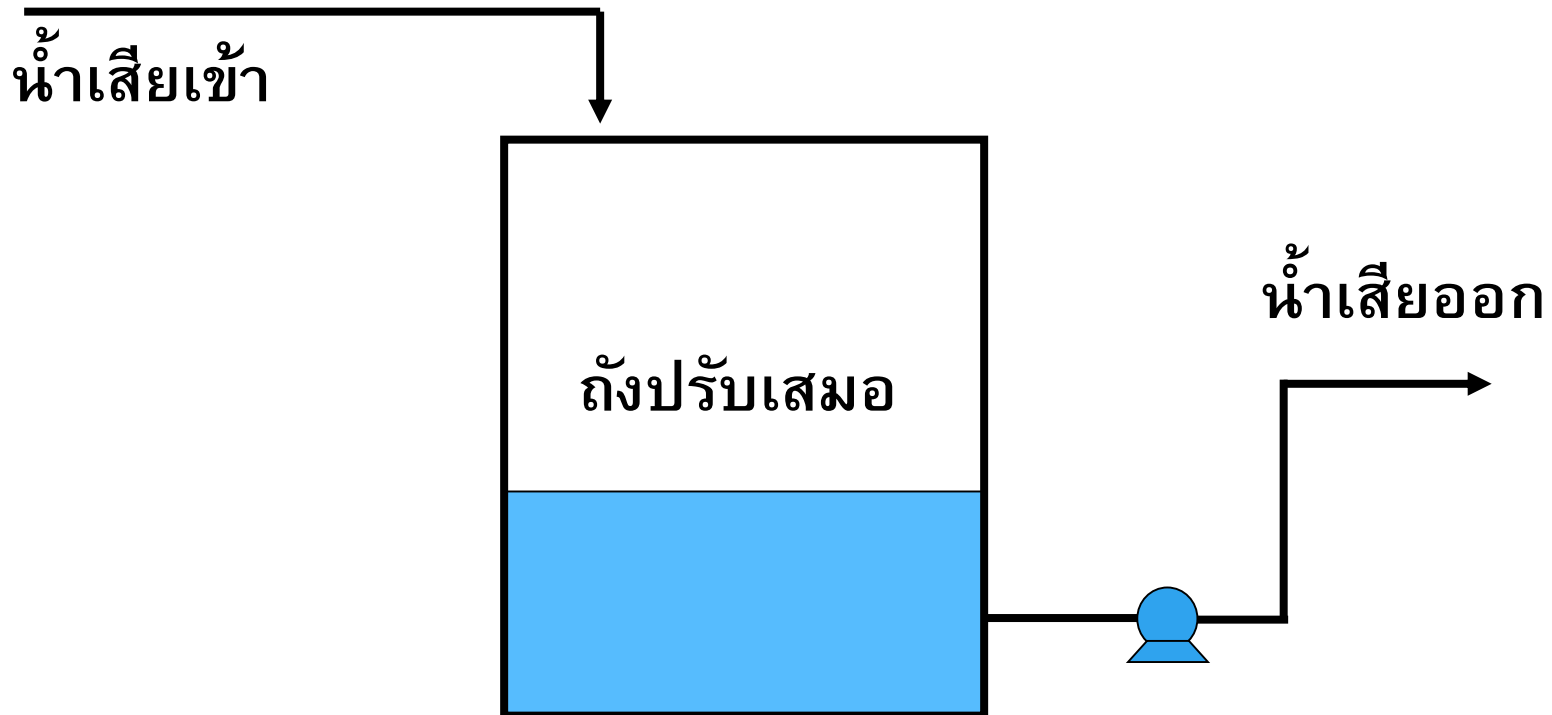
ค่า K ประมาณ $\frac{1}{8}$ นิ้ว



ลักษณะของเวียร์สันคม

5) การปรับอัตราไหลเข้าให้สม่ำเสมอ

- อัตราไหลของน้ำเสียไม่สม่ำเสมอในแต่ละช่วงเวลา
- ถังปรับเสมอ: รวบรวมน้ำเสียและปรับอัตราไหลด้วยเครื่องสูบน้ำ
- ความจุของน้ำในถังควรมีขนาดเหมาะสม ไม่เล็กหรือใหญ่เกินไป
- เครื่องสูบน้ำจ่ายน้ำเข้าระบบโดยที่น้ำไม่แห้งหรือล้นถัง



2.2 การเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพ

1) ก่อนเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ

- ก่อนเริ่มเดินระบบ

- เดินระบบด้วยน้ำสะอาด ทดสอบอัตราการไหล ระดับน้ำ
 - ทดสอบการทำงานของเครื่องจักร เครื่องสูบน้ำ เครื่องกวาดตะกอน เครื่องสูบสลัดจ์ เครื่องป้อนสารเคมี
 - ทดสอบรอยรั่วต่าง ๆ ของถัง ระบบท่อ เครื่องจักรต่าง ๆ
- #### - การเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ : ใช้หัวเชื้อ
- หัวเชื้อ : จุลินทรีย์ที่เติมลงไปเพื่อให้แพร่พันธุ์อย่างรวดเร็ว
 - จากระบบเอเอส เช่น น้ำสลัดจ์ชั้น สลัดจ์ที่รีดน้ำแล้ว
 - ใช้มูลสัตว์ต่าง ๆ เช่น หมู
 - หัวเชื้อแห้ง

1.1) การเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์เพื่อเดินระบบ

(1) ใช้หัวเชื้อจากสลัดจ์

- ใช้หัวเชื้อจากสลัดจ์ของถังตกตะกอนเอเอส
- ปกติมีความเข้มข้นของ MLVSS ประมาณ 8,000 – 10,000 มก./ล.
หรือใช้สลัดจ์ที่ผ่านการรีดน้ำแล้ว ซึ่งอาจมีของแข็ง 20%
- ใช้ในการเริ่มระบบเอเอส สระเต็มอากาศ หรือ RBC
- ผู้ควบคุมควรจะสามารถคำนวณปริมาณสลัดจ์ที่ต้องการได้

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณหัวเชื้อจากสถิติ

- หัวเชื้อมีความเข้มข้น MLSS เท่ากับ 10,000 มก./ล.
- ปริมาณน้ำในถังเติมอากาศ 200 ลบ.ม.
- ต้องการ MLSS ในถังเติมอากาศ 1,000 มก./ล.

เมื่อ

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

V_1 = ปริมาณน้ำในถังเติมอากาศ

V_2 = ปริมาณน้ำหัวเชื้อจากสถิติ

C_1 = MLSS ในถังเติมอากาศ

C_2 = MLSS ของหัวเชื้อจากสถิติ

$$(200 + V_2) (1,000 \text{ มก./ล.}) = V_2 (10,000 \text{ มก./ล.})$$

$$200 + V_2 = 10 V_2$$

$$9 V_2 = 200$$

$$V_2 = 22 \text{ ลบ.ม.}$$

- สลัดจ์แห้งมีของแข็ง 20% เท่ากับ 20 กก./100 กก. สลัดจ์
- ปริมาณน้ำในถังเติมอากาศ 200 ลบ.ม.
- ต้องการ MLSS ในถังเติมอากาศ 1,000 มก./ล. (= g/m³)

$$V_1 C_1 = W_2 S_2$$

เมื่อ V_1 = ปริมาตรน้ำในถังเติมอากาศ

W_2 = น้ำหนักสลัดจ์ที่รีดน้ำแล้ว

C_1 = MLSS ในถังเติมอากาศ

S_2 = ร้อยละของแข็งในสลัดจ์

$$(200 \text{ m}^3) (1,000 \text{ g/m}^3) / 1000 \text{ kg} = W_2 (20/100)$$

$$200 = 0.2 W_2$$

$$W_2 = 200 / 0.2$$

$$= 1000 \text{ กก.}$$

(2) ใช้หัวเชื้อจากสลัดจ์ร่วมกับมูลสัตว์

- ในกรณีที่บ่อบำบัดมีขนาดใหญ่ เช่น สระเติมอากาศ ระบบเอเอสขนาดใหญ่
- ใช้หัวเชื้อสลัดจ์อย่างเดียวไม่ได้ ค่าใช้จ่ายสูง สลัดจ์ไม่เพียงพอ
- อาจใช้มูลสัตว์เสริมในอัตรา 0.5 -1.0 กก./ลบ.ม.

(3) ใช้หัวเชื้อจากมูลสัตว์

- ในกรณีระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร
- อาจใช้หัวเชื้อจากมูลสัตว์ในอัตรา 0.5 กก./ลบ.ม.
- เติมปุ๋ยยูเรีย 0.5 – 1 กก./ลบ.ม.
- เติมปุ๋ยฟอสเฟต 0.1 – 0.2 กก./ลบ.ม.

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณหัวเชื้อจากสลัดจ์ร่วมกับมูลสัตว์

- | | | |
|--------------------------------------|--------|--------|
| - ความจุของสระเติมอากาศ | 800 | ลบ.ม. |
| - เติมน้ำเริ่มต้นระบบครึ่งสระ (50%) | 400 | ลบ.ม. |
| - หัวเชื้อมีความเข้มข้น MLSS เท่ากับ | 10,000 | มก./ล. |
| - ต้องการ MLSS ในสระเติมอากาศ | 200 | มก./ล. |

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

$$(400 + V_2) (200 \text{ มก./ล.}) = V_2 (10,000 \text{ มก./ล.})$$

$$98 V_2 = 800$$

$$V_2 = 8.16 \text{ ลบ.ม.}$$

- ในกรณีที่ไม่สามารถหาหัวเชื้อสลัดจ์ได้ตามปริมาณที่ต้องการ เติมนูลสัตว์

$$\begin{aligned} \text{เติมนูลสัตว์} &= \frac{0.5 \text{ กก.} \times 400 \text{ ลบ.ม.}}{\text{ลบ.ม.}} \\ &= 200 \text{ กก.} \end{aligned}$$

การเริ่ม startup ระบบเอเอส

- 1) คำนวณปริมาตรถังเติมอากาศ
- 2) อาจเติมมูลสัตว์ 0.5 - 1 กก./ลบ.ม. คิดที่ปริมาตรครึ่งหนึ่งของถัง
- 3) เติมน้ำเสียให้ได้ปริมาตรครึ่งหนึ่งของถัง
- 4) เติมสลัดจ์หัวเชื้อจากระบบเอเอส ให้ได้ MLSS 1000 มก./ล.
- 5) ปรับเครื่องเติมอากาศให้เติมอากาศตลอดเวลา
- 6) หลังจากนั้น 2 – 3 วัน วิเคราะห์ค่า COD_f ของน้ำในถัง เมื่อพบว่าแบคทีเรียทำงานได้ดี เริ่มเติมน้ำเสียวันละ 10 - 20 % ของปริมาตรน้ำเสียจริง (ขึ้นกับค่า BOD น้ำเสีย)
- 7) เมื่อน้ำเต็มถังตกตะกอนเดินเครื่องสูบสลัดจ์กลับเข้าถังเติมอากาศ 100 - 200% ของอัตราไหลน้ำเสีย



การเริ่มเดินระบบแผ่นหมุนชีวภาพ

- 1) คำนวณปริมาตรถังแผ่นหมุนชีวภาพ
- 2) เติมมูลสัตว์ประมาณ 0.5 – 1 กก./ลบ.ม. คิดที่ปริมาตรครึ่งหนึ่งของถัง
- 3) เติมน้ำเสียให้ได้ปริมาตรครึ่งหนึ่งของถัง
- 4) เติมสลัดจ์หัวเชื้อจากระบบเอเอส ให้ได้ MLSS 500 มก./ล.
- 5) เริ่มเดินเครื่องแผ่นหมุนชีวภาพตลอดเวลา
- 6) หลังจากนั้น 2-3 วัน วิเคราะห์ค่า COD_f ของน้ำในถัง เมื่อพบว่าแบคทีเรียทำงานได้ดี เริ่มเติมน้ำเสียวันละ 10-20 % ของน้ำเสียที่จะบำบัด
- 7) ควรติดตั้งและเดินเครื่องสูบสลัดจ์จากถังตกตะกอนกลับเข้าถังแผ่นหมุนชีวภาพ เพื่อให้จุลินทรีย์เกาะแผ่นได้เร็วขึ้น

การเริ่มต้นระบบบ่อปรับเสถียร

- 1) กำหนดพื้นที่ของบ่อคิดเป็น ตร.ม.
- 2) เติมมูลสัตว์ประมาณ 0.5 – 1 กก. ต่อพื้นที่บ่อฝัง 1 ตร.ม.
- 3) เติมน้ำเปล่าให้เต็มบ่อซึ่งจะมีระดับน้ำประมาณ 1 เมตร
- 4) ทิ้งไว้ 2 – 3 สัปดาห์ หรือจนกว่าจะเกิดสีเขียวของสาหร่าย
- 5) เติมน้ำเสียวันละ 10 % ของน้ำเสียที่จะบำบัดจนครบ 100 % (10 วัน)





การเริ่มต้นระบบสระเติมอากาศ

- 1) กำหนดปริมาตรสระเติมอากาศ
- 2) เติมมูลสัตว์ประมาณ 0.5 – 1 กก./ลบ.ม. คิดที่ปริมาตรครึ่งหนึ่งของถัง
- 3) เติมน้ำเสียให้ได้ปริมาตรครึ่งหนึ่งของถัง
- 4) เติมสลัดจ์หัวเชื้อจากระบบเอเอส ให้ได้ MLSS 500 มก./ล.
- 5) ปรับเครื่องเติมอากาศให้เติมอากาศตลอดเวลา
- 6) หลังจากนั้น 2-3 วัน วิเคราะห์ค่า COD_f ของน้ำในถัง เมื่อพบว่าแบคทีเรียทำงานได้ดี เริ่มเติมน้ำเสียวันละ 10-20 % ของน้ำเสียที่จะบำบัด

2.3 การควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพ

2.3.1 ระบบเอเอส

1) การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบเอเอส

- วิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียและตรวจสอบผลการทำงานของระบบ
 - ทุกวัน อย่างน้อย 1 เดือน (ในช่วงเริ่มเดินระบบใหม่)
- เมื่อระบบทำงานได้คงที่
 - อย่างน้อยสัปดาห์ละ 2 – 3 ครั้ง อีก 1 เดือน
- เมื่อระบบทำงานได้ดี และมีความชำนาญในการควบคุมประสิทธิภาพ
 - สัปดาห์ละ 1 ครั้ง

1) การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบเอเอส

1.1) การสังเกต

(1) สี-กลิ่น-ตะกอน-ฟองของน้ำเสีย และสัดจ้ในถังเติมอากาศ

- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| - สัดจ้มีสีน้ำตาลเข้ม | ระบบทำงานได้ดี |
| - สัดจ้มีสีดำ | ขาดออกซิเจน |
| - สัดจ้มีกลิ่นอับคล้ายดิน | ให้ออกซิเจนเพียงพอ |
| - สัดจ้มีกลิ่นก๊าซไข่เน่า | ออกซิเจนไม่เพียงพอ |
| - ฟองสีน้ำตาลบนผิวน้ำ | จุลินทรีย์อายุและจำนวนน้อยไป |
| - ฟองสีน้ำตาล | จุลินทรีย์อายุและจำนวนมากไป |

(2) ลักษณะการเติมอากาศ ต้องทั่วถึงและสม่ำเสมอ ไม่มี dead zone

- ค่าออกซิเจนละลาย ต้องไม่ต่ำกว่า 2 มก./ล.

1.2) การวิเคราะห์ตัวอย่าง

- (1) วิเคราะห์ลักษณะของน้ำเสียก่อนเข้าระบบและออกจากระบบบำบัด
 - ค่า BOD, COD, pH, SS, TKN, TP
 - เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง
- (2) วิเคราะห์ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณควบคุมระบบ
 - ค่า DO, MLSS, MLVSS, SV_{30} และ SVI
- (3) ตรวจสอบอัตราไหลของน้ำเสีย
 - อัตราไหลควรมีค่าคงที่ตลอด 24 ชม.
- (4) วิเคราะห์ตัวแปรที่ใช้ควบคุมระบบในถังเติมอากาศ
 - ค่า F/M, BOD:N:P:Fe, HRT และ SRT(อายุสลัดจ์)

1.3) การตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์

(1) ตรวจสอบชนิดของจุลินทรีย์ที่ทำงานอยู่ภายในถังเติมอากาศ

- โปรโตซัว ชนิด ซิลิเอท

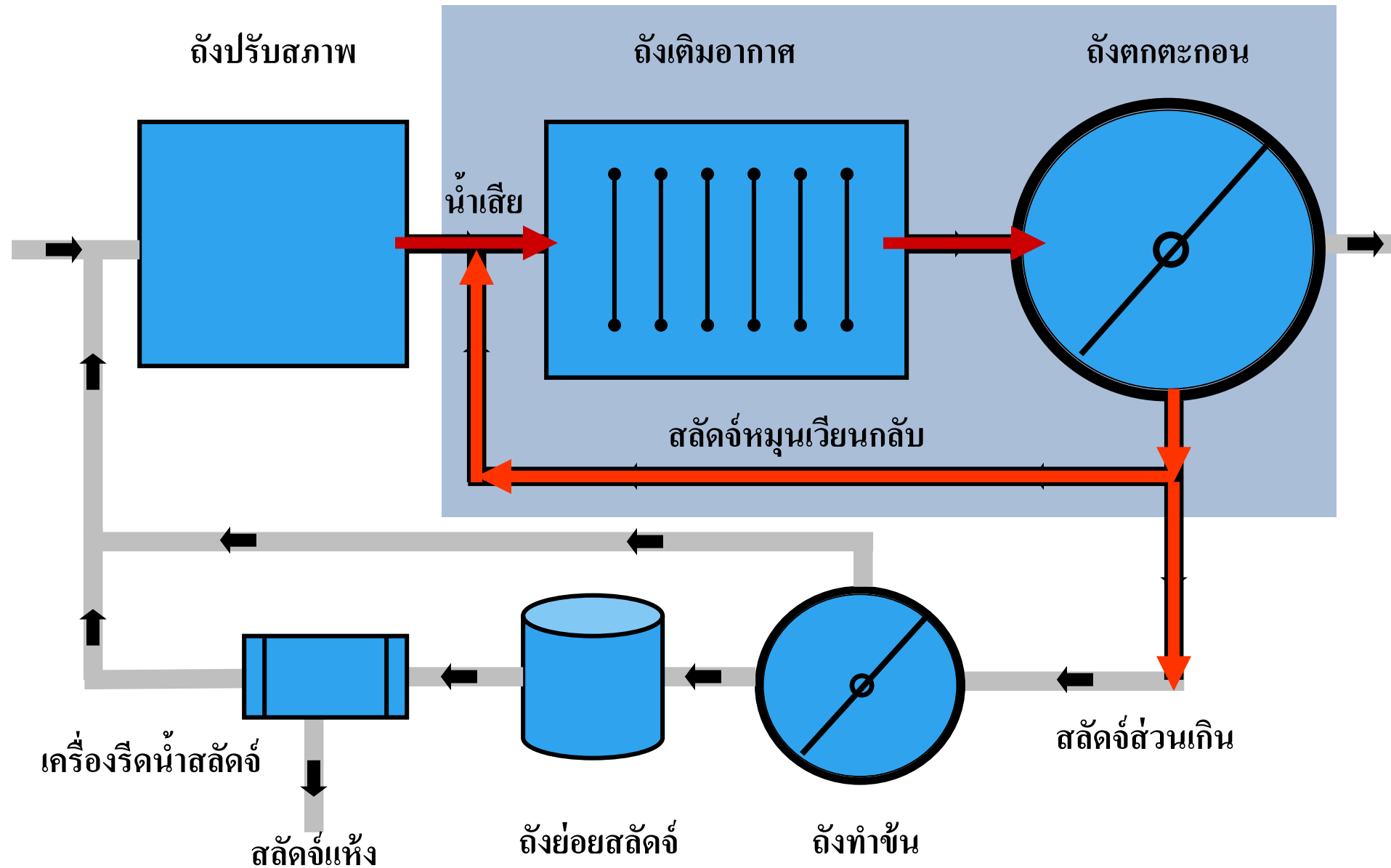
- โรติเฟอร์

- ถ้าพบทั้งสองชนิด ระบบเอเอสทำงานได้อย่างดี

(2) ตรวจสอบในกรณีที่สลัดจ์ไม่จมตัว (Bulking Sludge) สลัดจ์อัด

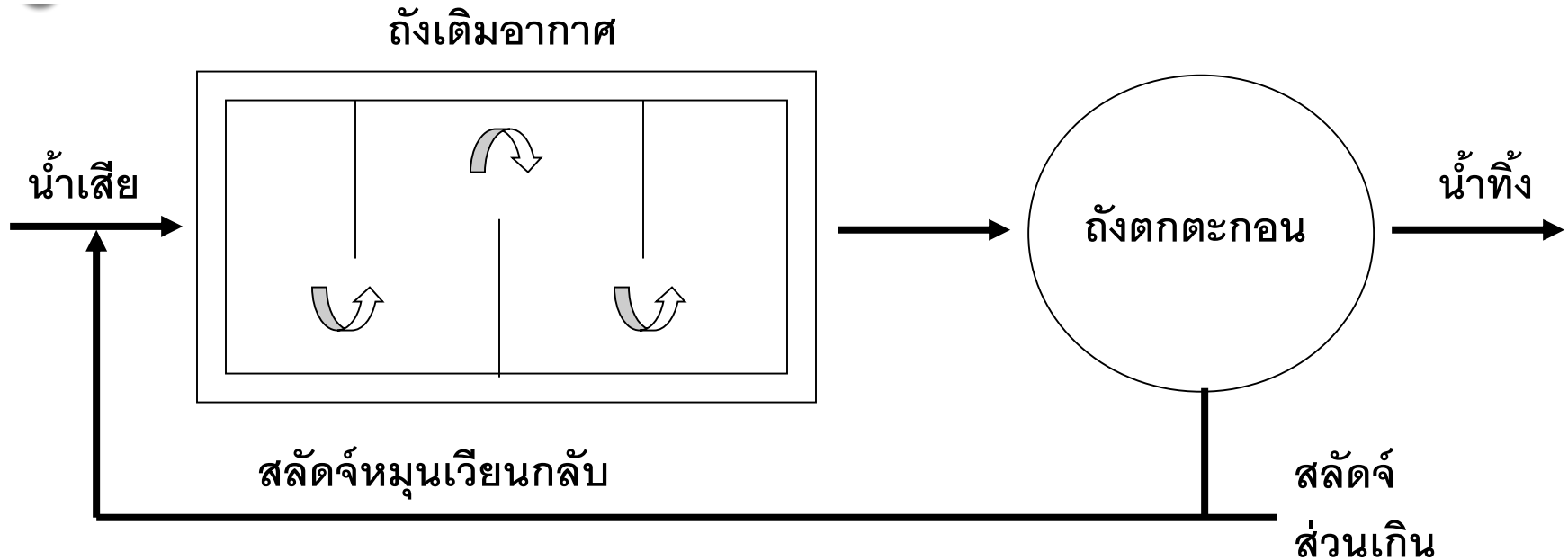
- จุลินทรีย์เส้นใย (Filamentous Microorganisms)

2) การควบคุมการทำงานของระบบเอเอส



ประเภทของกระบวนการเอเอส

(1) กระบวนการเอเอสแบบธรรมดา (Conventional Activated Sludge)



เกณฑ์กำหนดในการออกแบบ (สำหรับน้ำเสียชุมชน)

- ระยะเวลาพัก (HRT) 4 – 8 ชม.
- ระยะเวลาพักตะกอน (SRT) 5 – 15 วัน (อายุสลัดจ์)
- F/M 0.2 – 0.4 กก. BOD₅ /กก. MLVSS-วัน
- MLSS 1,500 – 3,000 มก./ล.

กระบวนการเอเอสแบบธรรมดา

ถังเติมอากาศ

- อัตราการบำบัดต่อปริมาตรถัง
0.3 – 0.6 กก. บีโอดี/ลบ.ม.-วัน
- อัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ (F/M)
0.2 – 0.4 กก.บีโอดี/กก.MLVSS-วัน
- MLSS 1,500 – 3,000 มก./ล.
- อายุสลัดจ์ 5 - 15 วัน
- เวลาเก็บพักน้ำเสีย 4 – 8 ชม.
- อัตราส่วนสูบสลัดจ์กลับ 0.25 – 1.0
- ออกซิเจนละลาย 2.0 มก./ล.
- pH 6.5 – 7.5
- BOD:N:P 100:5:1

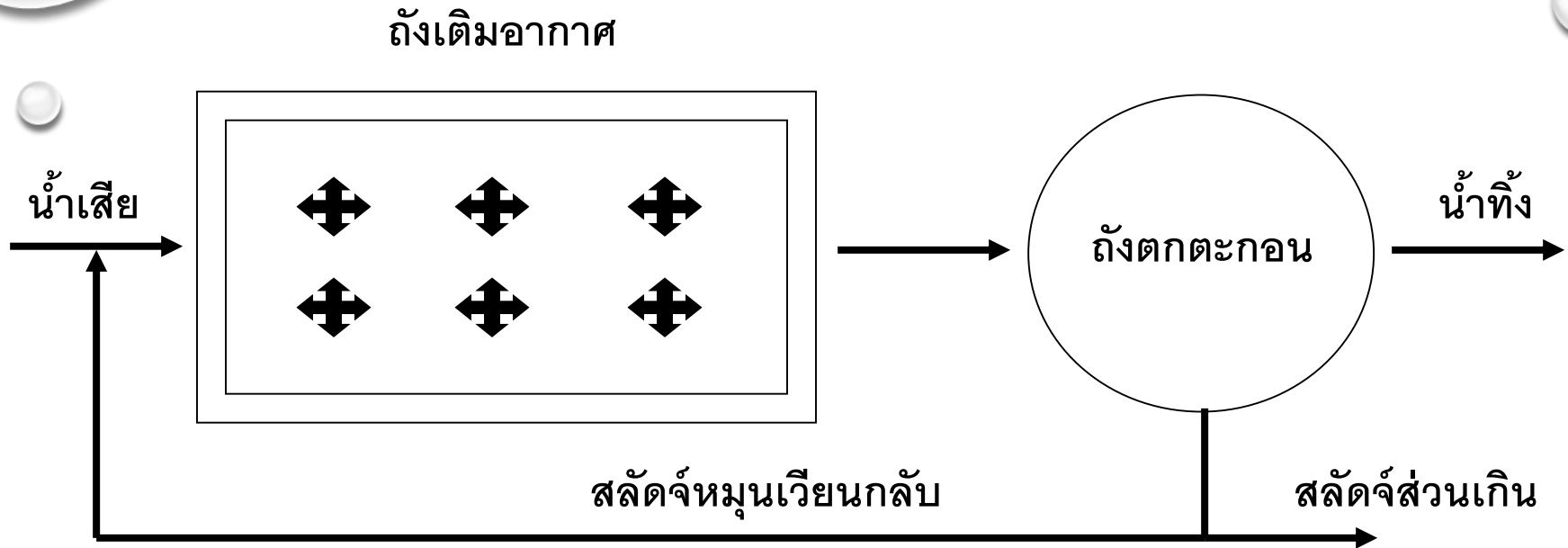
ถังตกตะกอน

- อัตราน้ำล้น
0.7 – 1.3 ลบ.ม/ตร.ม.-วัน
- อัตราภาระของแข็ง
3 – 6 กก./ตร.ม.-ชม.
- อัตราน้ำล้นฝาย
250 ลบ.ม./ม.-วัน
- ดัชนีปริมาตรสลัดจ์
100 – 200 มล./กรัม



กระบวนการเอเอสแบบธรรมดา

(2) กระบวนการเอเอสแบบกวนสมบูรณ์ (Completely Mixed Activated Sludge)



เกณฑ์กำหนดในการออกแบบ (สำหรับน้ำเสียชุมชน)

- ระยะเวลาพัก (HRT) 4 – 10 ชม.
- ระยะเวลาพักตะกอน (SRT) 5 – 15 วัน (อายุสลัดจ์)
- F/M 0.2 – 0.6 กก BOD₅ /กก. MLVSS-วัน
- MLSS 2,500 – 4,000 มก./ล.

กระบวนการเอเอสแบบกวนสมบูรณ์

ถังเติมอากาศ

- อัตราการบีโอดีต่อปริมาตรถัง
0.8 – 1.9 กก. บีโอดี/ลบ.ม.-วัน
- อัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ (F/M)
0.2 – 0.6 กก.บีโอดี/กก.MLVSS-วัน
- MLSS 2,500 – 4,000 มก./ล.
- อายุสัปดาห์ 5 - 15 วัน
- เวลาเก็บพักน้ำเสีย 4 – 10 ชม.
- อัตราส่วนสูบสัปดาห์กลับ 0.25 – 1.0
- ออกซิเจนละลาย 2.0 มก./ล.
- pH 6.5 – 7.5
- BOD:N:P 100:5:1

ถังตกตะกอน

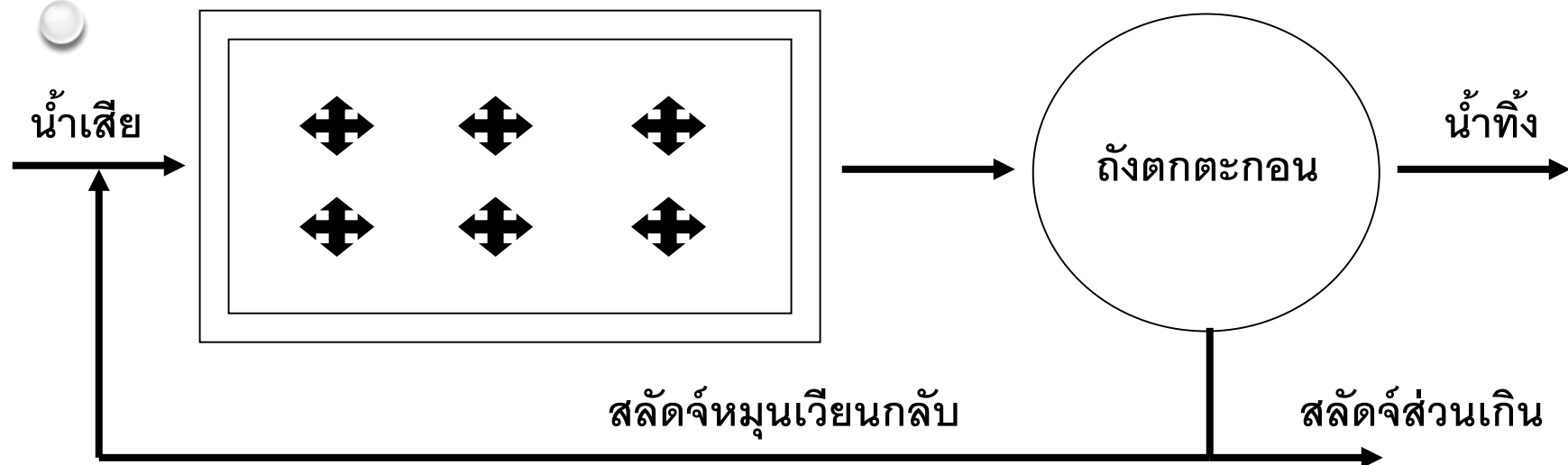
- อัตราน้ำล้น
16 – 33 ลบ.ม/ตร.ม.-วัน
- อัตราภาระของแข็ง
3 – 6 กก./ตร.ม.-ชม.
- อัตราน้ำล้นฝาย
250 ลบ.ม./ม.-วัน
- ดัชนีปริมาตรสัปดาห์
100 – 200 มล./กรัม

กระบวนการเอสแบบกวนสมบูรณ์



(3) กระบวนการเอเอสแบบยืดเวลา (*Extended Aeration Activated Sludge*)

ถังเติมอากาศ



เกณฑ์กำหนดในการออกแบบ (สำหรับน้ำเสียชุมชน)

- ระยะเวลาพัก (HRT) 18 – 36 ชม.
- ระยะเวลาพักตกตะกอน (SRT) 20 – 30 วัน (อายุสลัดจ์)
- F/M 0.05 – 0.15 กก BOD₅ /กก. MLVSS-วัน
- MLSS 3,000 – 6,000 มก./ล.

กระบวนการเอเอสแบบยัดเวลา

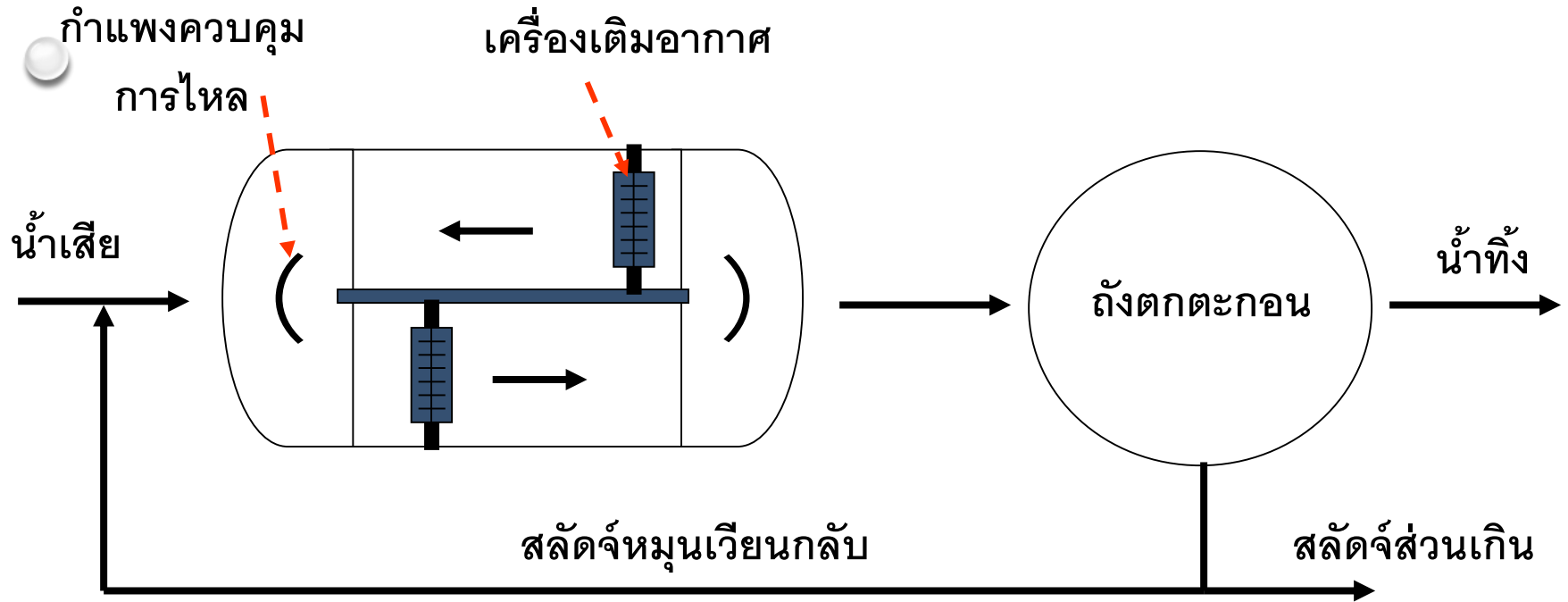
ถังเติมอากาศ

- อัตราการบีโอดีต่อปริมาตรถัง
0.1 – 0.4 กก. บีโอดี/ลบ.ม.-วัน
- อัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ (F/M)
0.05 – 0.15 กก.บีโอดี/กก.MLVSS-วัน
- MLSS 3,000 – 6,000 มก./ล.
- อายุสลัดจ์ 20 - 30 วัน
- เวลาเก็บพักน้ำเสีย 18 – 36 ชม.
- อัตราส่วนสูบสลัดจ์กลับ 0.25 – 1.5
- ออกซิเจนละลาย 2.0 มก./ล.
- pH 6.5 – 7.5
- BOD:N:P 100:5:1

ถังตกตะกอน

- อัตราน้ำล้น
8 – 16 ลบ.ม/ตร.ม.-วัน
- อัตราภาระของแข็ง
1 – 5 กก./ตร.ม.-ชม.
- อัตราน้ำล้นฝาย
250 ลบ.ม./ม.-วัน
- ดัชนีปริมาตรสลัดจ์
100 – 200 มล./กรัม

(4) กระบวนการเอเอสแบบคูวนเวียน (Oxidation Ditch Process)

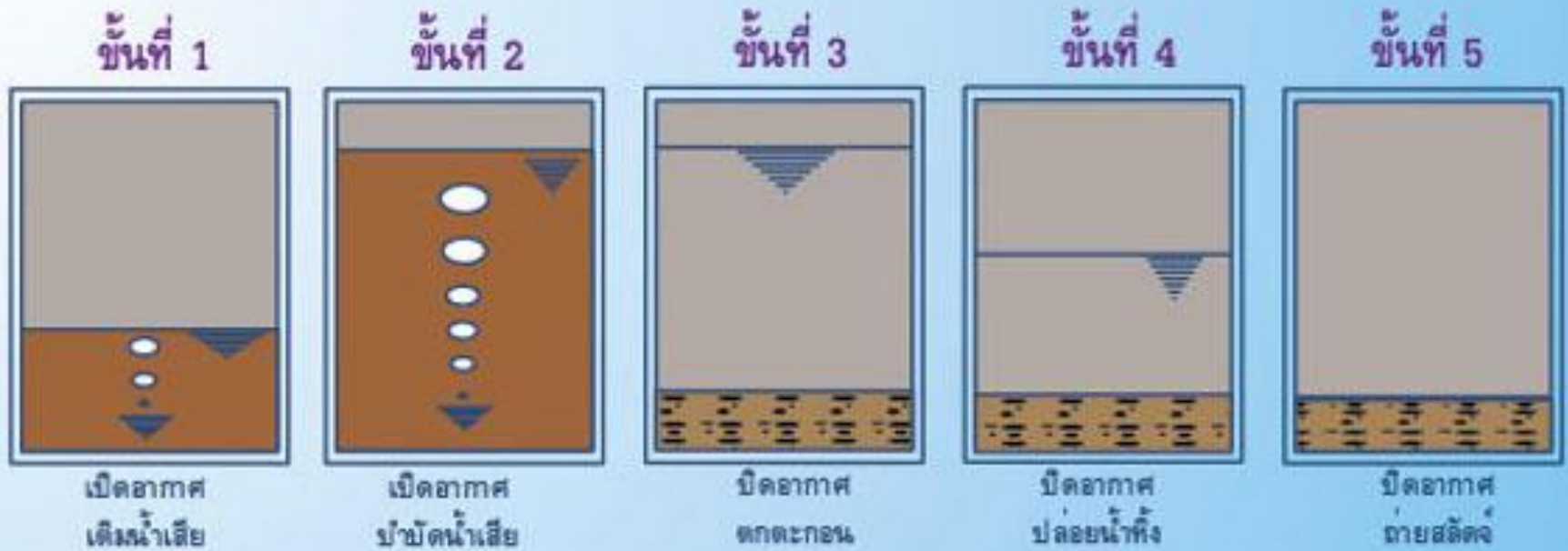


เกณฑ์กำหนดในการออกแบบ = ระบบเติมอากาศแบบยัดเวลา

กระบวนการเอเอสแบบคววนเวียน




(5) ระบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor, SBR)



เกณฑ์กำหนดในการออกแบบ

- ระยะเวลาการบำบัดต่อรอบ 12 – 24 ชม.
- ระยะเวลาพักพิงสลัดจ์ (SRT) 8 – 20 วัน
- F/M 0.05 – 0.3 กก BOD₅ /กก. MLVSS-วัน
- MLSS 1,500 – 5,000 มก./ล.



ระบบ SBR

Bromptonville, Quebec, Canada

2) การควบคุมการทำงานของระบบเอเอส

2.1) การควบคุมค่าอัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ (F/M)

2.2) การควบคุมอายุสลัดจ์ (Sludge Age)

2.3) การควบคุมอัตราการทิ้งสลัดจ์ส่วนเกิน

2.4) การควบคุมการสูบสลัดจ์กลับ

2.5) การควบคุมดูแลถังตกตะกอน

2.1) การควบคุมค่าอัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ (F/M)

$$\begin{aligned}\text{อัตราส่วนอาหาร} &= \frac{\text{น้ำหนักของสารอินทรีย์ที่เข้าระบบต่อวัน}}{\text{น้ำหนักของจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ}} \\ \text{ต่อจุลินทรีย์ (F/M)} &= \frac{\text{น้ำหนักของบีโอดีที่เข้าระบบต่อวัน (กก./วัน)}}{\text{น้ำหนักของ MLVSS ในถังเติมอากาศ (กก.)}} \\ &= \frac{\text{อัตราไหลของน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน) X บีโอดี(มก./ล.)}}{\text{ปริมาตรถังเติมอากาศ (ลบ.ม.) X MLVSS (มก./ล.)}}\end{aligned}$$

หมายเหตุ : อาจใช้ค่า MLSS แทน MLVSS ได้ โดยปกติ $MLVSS = 0.8 \text{ MLSS}$

ถ้า F/M มีค่าสูง แสดงว่า M น้อยจะต้องลดการสูบสัลดจ์ทิ้งเพื่อให้ M สูงขึ้น

ถ้า F/M มีค่าต่ำ แสดงว่า M มากจะต้องเพิ่มการสูบสัลดจ์ทิ้งเพื่อให้ M ลดลง

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

เมื่อ Q = อัตราไหลของน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)

S_0 = ค่าบีโอดี (มก./ล.)

X = MLVSS (มก./ล.)

= ของแข็งแขวนลอยระเหยของสลัดจ์

V = ปริมาตรถังเติมอากาศ (ลบ.ม.)

ถ้า F/M มีค่าสูงเกินไป จะมีผลทำให้ :

- จุลินทรีย์เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว
- จุลินทรีย์ไม่รวมตัวกันเป็นฟล็อก ตกตะกอนไม่ดี
- น้ำที่ออกจากระบบบ่อบำบัด มีสารอินทรีย์เหลือตกค้างมาก

ถ้า F/M มีค่าต่ำเกินไป จะมีผลทำให้ :

- จุลินทรีย์เจริญเติบโตช้าลง
- จุลินทรีย์ตกตะกอนได้เร็ว เป็นฟล็อกขนาดเล็ก (pin floc)
- ไม่สามารถจับรวมกันได้อย่างทั่วถึง น้ำออกจากถังตกตะกอนบ่อบำบัด



อายุสัปดาห์มาก
F/M มีค่าต่ำ

อายุสัปดาห์น้อย
F/M มีค่าสูง



ตัวอย่าง จงคำนวณหาอัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์

| | |
|----------------------------|-----------------|
| บ่อบำบัดน้ำเสียมีความจุ | 500 ลบ.ม. |
| มีอัตราน้ำไหลเข้า | 1,000 ลบ.ม./วัน |
| ค่าบีโอดีของน้ำเสียเท่ากับ | 500 มก./ล. |
| ค่า MLVSS ในถังเติมอากาศ | 3,000 มก./ล. |

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

$$\begin{aligned}\text{อัตราภาระบีโอดี} &= \frac{1,000 \text{ ลบ.ม./วัน} \times 500 \text{ มก./ล.}}{3,000 \text{ มก./ล.} \times 500 \text{ ลบ.ม.}} \\ &= 0.33 \text{ กก.บีโอดี/กก. MLVSS-วัน}\end{aligned}$$

ตัวอย่าง จงคำนวณหาค่า MLSS (= MLVSS/0.8) ที่ F/M 0.1 – 0.4

บ่อบำบัดน้ำเสียมีความจุ

300 ลบ.ม.

มีอัตราน้ำไหลเข้า

500 ลบ.ม./วัน

ค่าบีโอดีของน้ำเสียเท่ากับ

250 มก./ล.

| F/M | $X = \frac{QS_0}{(F/M)V}$ | MLVSS (มก./ล.) | | MLSS (มก./ล.) |
|-----|---|-------------------|-------------|------------------|
| 0.1 | $\frac{500 \times 250}{0.1 \times 300}$ | 4,166 | $4,166/0.8$ | 5,208 |
| 0.2 | $\frac{500 \times 250}{0.2 \times 300}$ | 2,083 | $2,083/0.8$ | 2,604 |

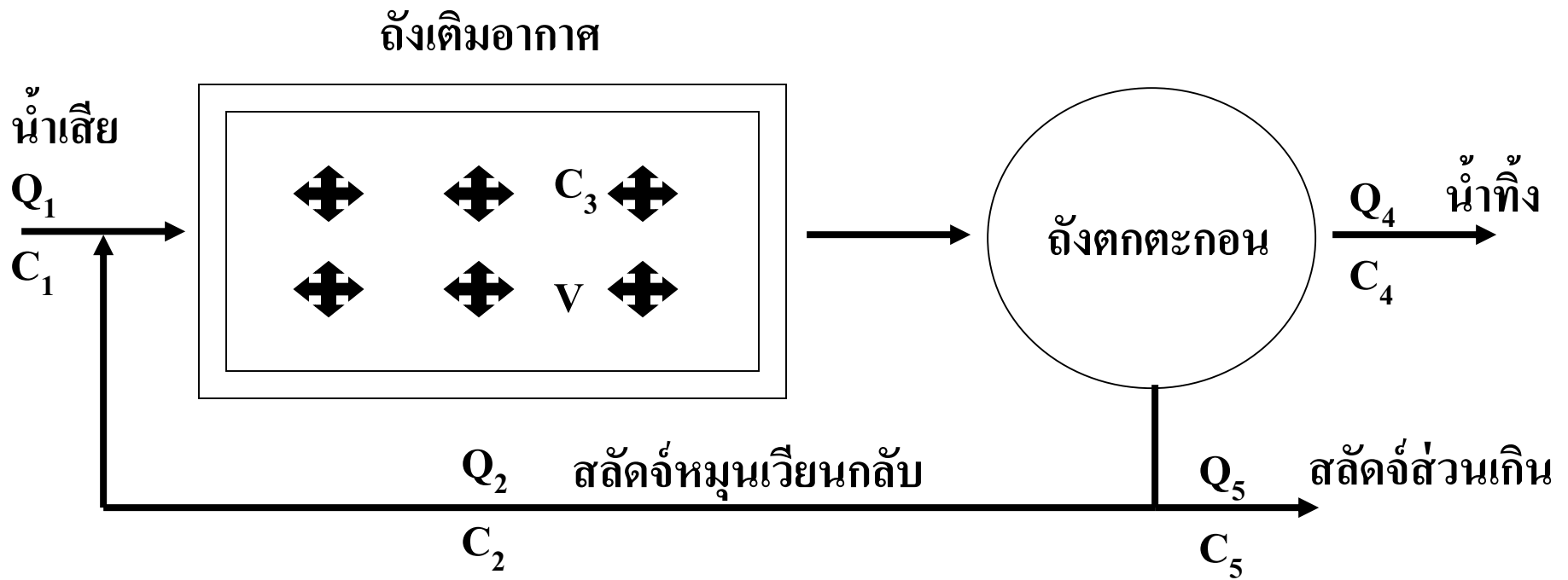
2.2) การควบคุมอายุสลัดจ์ (Sludge Age)

อายุสลัดจ์ (Sludge age) (วัน)

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

$$= \frac{\text{น้ำหนักของ MLSS ในถังเติมอากาศ}}{\text{น้ำหนักของ MLSS ส่วนเกินที่ทิ้ง + น้ำหนัก SS ที่ปนในน้ำทิ้ง}}$$

$$= \frac{\text{ปริมาตรถังเติมอากาศ (ลบ.ม.) x MLSS (มก./ล.)}}{\text{[อัตราการสูบสลัดจ์ทิ้ง (ลบ.ม./วัน) x ความเข้มข้น SS ในสลัดจ์ที่ทิ้ง (มก./ล.) + อัตราน้ำไหลออก (ลบ.ม.) x ความเข้มข้น SS ในน้ำทิ้ง (มก./ล.)]}}$$



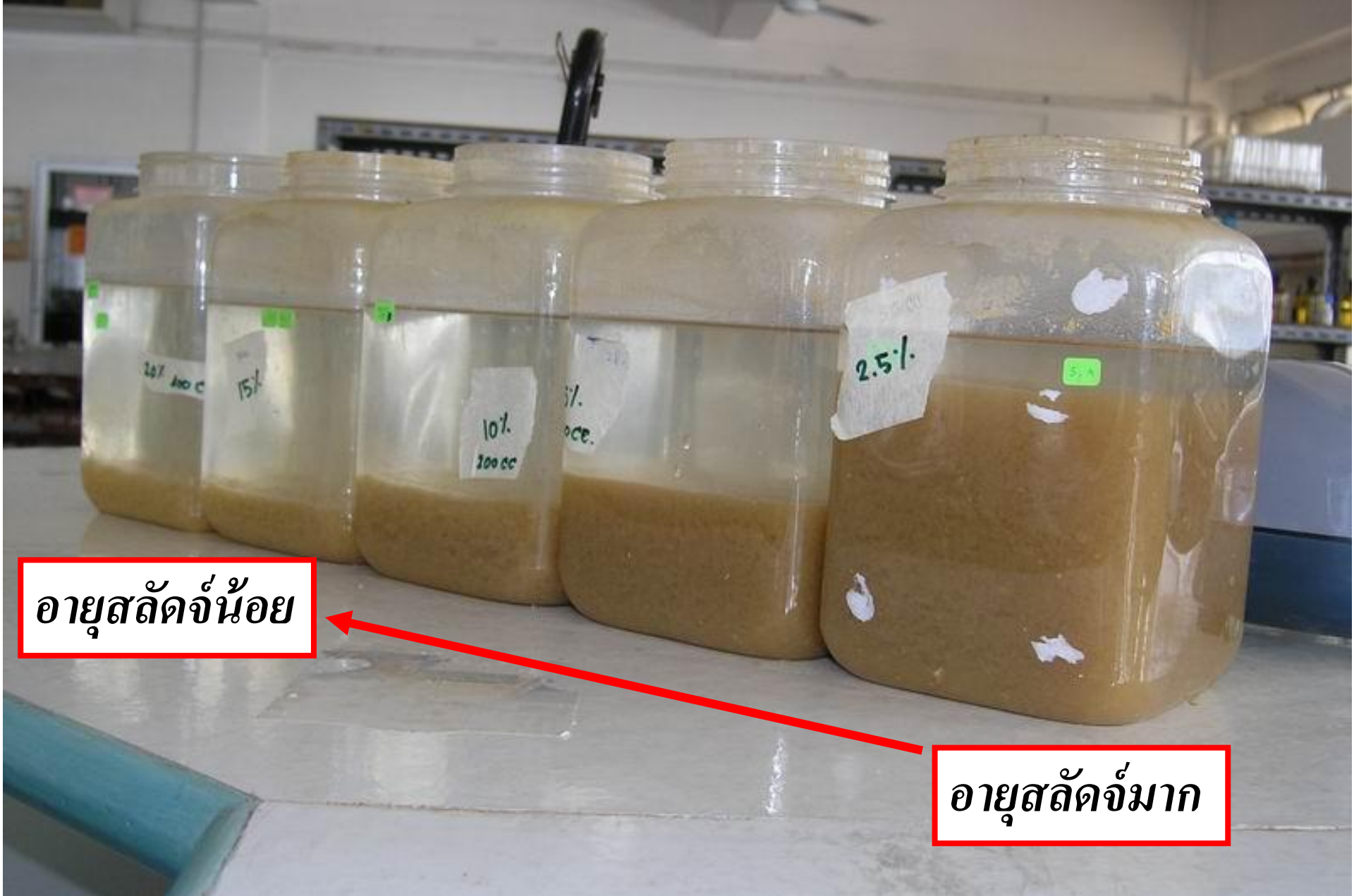
$$\begin{aligned}
 \text{อายุสลัดจ์} &= \frac{\text{น้ำหนักของจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ}}{\text{น้ำหนักของจุลินทรีย์ที่ออกจากระบบต่อวัน}} \\
 &= \frac{C_3 V}{(C_5 Q_5) + (C_4 Q_4)}
 \end{aligned}$$

ถ้า อายุสัลดจ้'น้อยเกินไป (F/M มีค่าสูงเกินไป) จะมีผลทำให้ :

- จุลินทรีย์เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว
- จุลินทรีย์ไม่รวมตัวกันเป็นฟล็อก ตกตะกอนไม่ดี
- น้ำที่ออกจากระบบบ่'น มีสารอินทรีย์เหลือตกค้างมาก

ถ้า อายุสัลดจ้'มากเกินไป (F/M มีค่าต่ำเกินไป) จะมีผลทำให้ :

- จุลินทรีย์เจริญเติบโตช้าลง
- จุลินทรีย์ตกตะกอนได้เร็ว เป็นฟล็อกขนาดเล็ก (pin floc)
- ไม่สามารถจับรวมกันได้อย่างทั่วถึง น้ำออกจากถังตกตะกอนบ่'น



อายุสัปดาห์น้อย

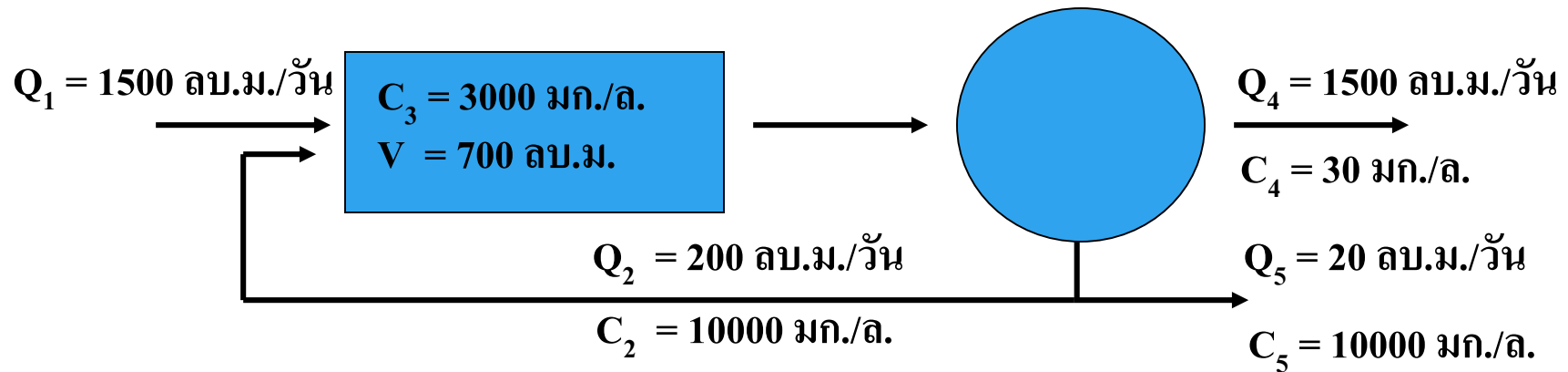
อายุสัปดาห์มาก

ระบบเอสแบบเบตซ์ที่อายุสัปดาห์ และ F/M แตกต่างกัน



ระบบเอเอสแบบต่อเนื่องที่อายุสัปดาห์และ F/M แตกต่างกัน

ตัวอย่าง จงคำนวณหาอายุสัตจจ์จากข้อมูลต่อไปนี้



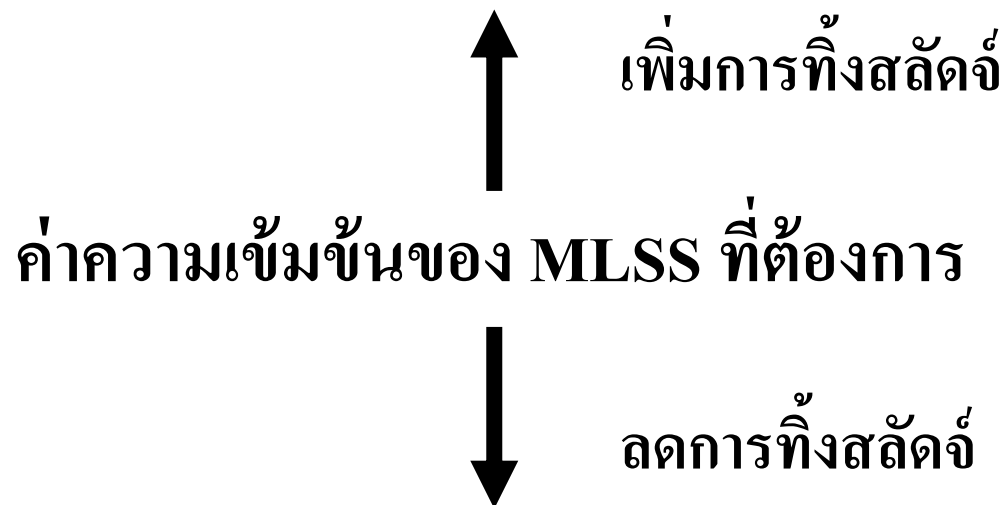
$$\begin{aligned}
 \text{อายุสัตจจ์} &= \frac{C_3 V}{C_5 Q_5 + C_4 Q_4} \\
 &= \frac{3,000 \text{ มก./ล.} \times 700 \text{ ลบ.ม.}}{(10000 \text{ มก./ล.})(20 \text{ ลบ.ม./วัน}) + (30 \text{ มก./ล.})(1500 \text{ ลบ.ม./วัน})} \\
 &= 8.57 \text{ วัน} = 9 \text{ วัน}
 \end{aligned}$$

2.3) การควบคุมอัตราการทิ้งสลัดจ์ส่วนเกิน

- ประสิทธิภาพของระบบเอเอส จะขึ้นอยู่กับปริมาณจุลินทรีย์ที่แข็งแรง (active)
- การทิ้งสลัดจ์ออกจากกระบบเป็นการควบคุมมวลและอายุของจุลินทรีย์
- การทิ้งสลัดจ์ควรทำอย่างสม่ำเสมอเป็นช่วง ๆ
- วิธีที่ใช้ในการการควบคุมปริมาณการทิ้งสลัดจ์ได้แก่
 - * ค่า SRT (อายุสลัดจ์) คงที่
 - * ค่า F/M คงที่
 - * ค่า MLSS คงที่
 - * คุณภาพของสลัดจ์

การควบคุมค่า MLSS คงที่

- เป็นวิธีที่ง่าย
- ไม่ต้องใช้การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการมากนัก
- รักษาความเข้มข้นของ MLSS ให้คงที่ด้วยการทิ้งสลัดจ์



2.4) การควบคุมการสูบสลัดจกกลับ

- รักษาปริมาณจุลินทรีย์ให้มีความเข้มข้นมากพอในถังเติมอากาศ
- โดยการรวบรวมและสูบตะกอนกลับสู่ถังเติมอากาศ

วิธีการสูบตะกอนทำได้โดย

- อัตราการสูบสลัดจกกลับคงที่ไม่ขึ้นกับอัตราไหลของน้ำเสีย
- อัตราการสูบสลัดจกกลับด้วยสัดส่วนคงที่กับอัตราไหลของน้ำเสีย
- อัตราการสูบสลัดจกกลับเปลี่ยนแปลงตามความเข้มข้นของ MLSS และปริมาณมวลจุลินทรีย์ที่มีในระบบ (0.25 – 1.0 เท่าของ Q)

2.4.1) คำนวณจากความสามารถในการตกตะกอนของสลัดจ์ (SV_{30})



$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{SSV}{1000 - SSV}$$

Q_2 = อัตราการสูบสลัดจ์กลับ (ลบ.ม./วัน)

Q_1 = อัตราไหลของน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)

SSV = ปริมาตรสลัดจ์ที่อ่านได้ (มล./ล.)

2.4.2) การควบคุมระดับความสูงของชั้นสัจฉจ้ในถังกกตกกอน



สัจฉจ้ที่เก็บไว้ควรสูงไม่เกิน 1 ใน 3 ของความจุถัง
(โดยควบคุมระดับความสูงของชั้นสัจฉจ้ 0.3-1.0 ม.)

2.5) การควบคุมดูแลถึงตกตะกอน

2.5.1) ควบคุมอัตราไหล เพื่อควบคุมตัวแปรที่ใช้ออกแบบ

- อัตราน้ำล้นต่อพื้นที่ 16 – 33 ลบ.ม/ตร.ม.-วัน
- อัตราน้ำล้นฝาย < 250 ลบ.ม./ม.-วัน

2.5.2) ตรวจสอบลักษณะการตกตะกอนของสลัดจ์

- ปริมาตรสลัดจ์ (Sludge Volume, SV_{30})
- ดัชนีปริมาตรสลัดจ์ (Sludge Volume Index, SVI)
- การตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์

2.5.3) ควบคุมปริมาณสลัดจ์ในถังตกตะกอน

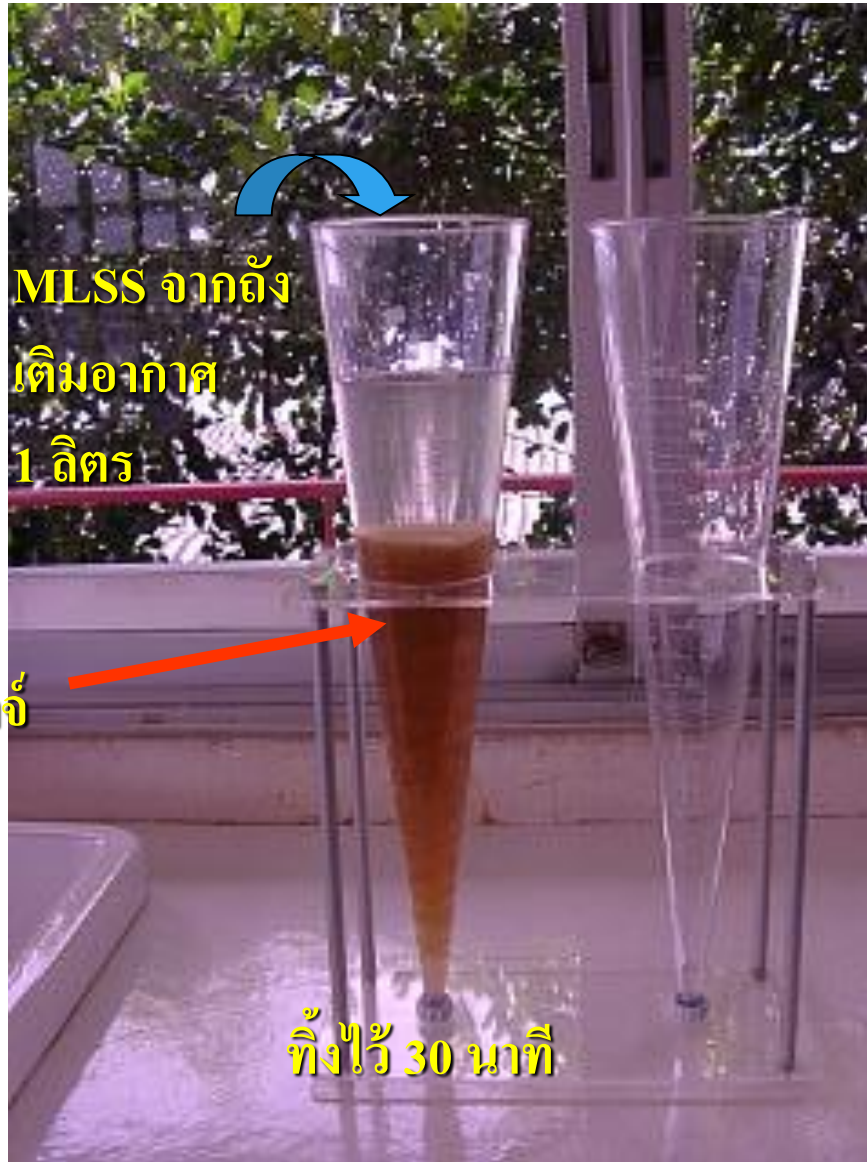
- ปริมาณสลัดจ์สะสมต่อความจุของถัง
- อัตราการสูบสลัดจ์ส่วนเกิน

2.5.4) การดูแลบำรุงรักษาเครื่องกวาดตะกอน

การตรวจสอบลักษณะการตกตะกอนของสลัดจ์

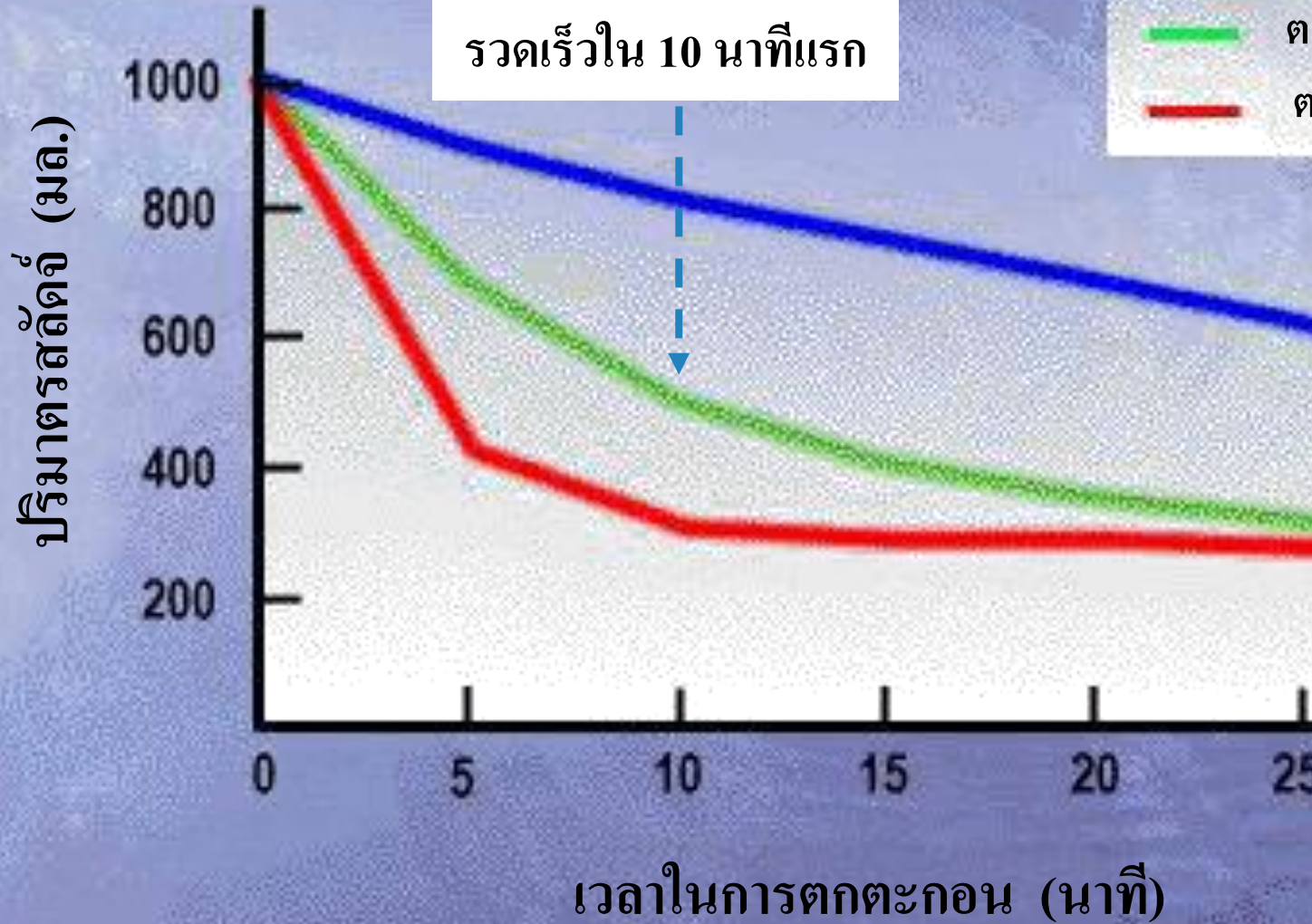
(1) SV_{30}

ปริมาตรสลัดจ์



ลักษณะการตกตะกอนของสลัดจ์

สลัดจ์ตกตะกอนอย่างรวดเร็วใน 10 นาทีแรก

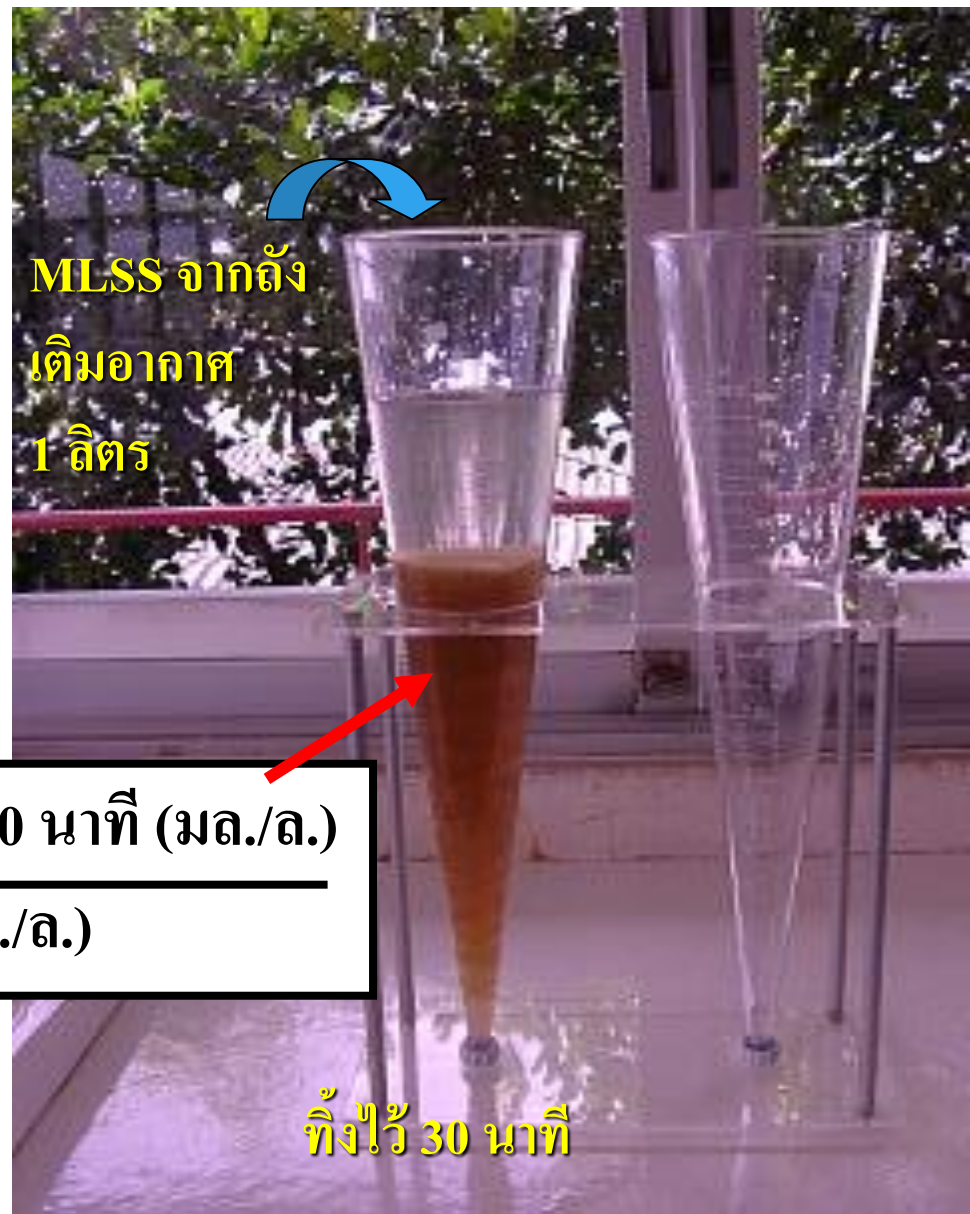


- ตกตะกอนช้า
- ตกตะกอนได้ดี
- ตกตะกอนเร็ว



(2) SVI

$$\text{SVI} = \frac{\text{ปริมาตรสลัดจ์ที่ตกตะกอนใน 30 นาที (มล./ล.)}}{\text{ความเข้มข้น MLSS (ก./ล.)}}$$



$$SVI = \frac{\text{ปริมาตรสลัดจ์ที่ตกตะกอนใน 30 นาที (มล./ล.) \times 1000}{\text{ความเข้มข้น MLSS (มก./ล.)}}$$

- เป็นการวัดปริมาตรของสลัดจ์ที่มีน้ำหนัก 1 กรัม (น้ำหนักแห้ง)
- ค่า SVI ควรมีค่าระหว่าง 80 – 120 มล./ก.
- ถ้า $SVI > 200$ มล./ก.
 - แสดงว่าสลัดจ์ตกตะกอนไม่ดี
 - อาจมีสาเหตุมาจากแบคทีเรียเส้นใย ตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์
 - ต้องรีบทำการแก้ไข

ตัวอย่าง จงคำนวณหาดัชนีปริมาตรสลัดจ์จากข้อมูลต่อไปนี้

นำน้ำจากถังเติมอากาศมาทดสอบจำนวน 1,000 มล.

ใส่กรวยอิมฮอฟฟ์ ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ได้ปริมาตรสลัดจ์ 300 มล.

ค่าความเข้มข้นของ MLSS 2,500 มก./ล.

$$\begin{aligned}\text{ดัชนีปริมาตรสลัดจ์} &= \frac{300 \text{ มล./ล.} \times 1000 \text{ มก.}}{2500 \text{ มก./ล.} \quad \text{ก.}} \\ &= 120 \text{ มล./ก.}\end{aligned}$$

MLSS 2000 មក./ឆ.

$$\text{SVI} = 100$$

$$\text{SV}_{30} =$$

200 មក.

$$\text{SVI} = 200$$

$$\text{SV}_{30} =$$

400 មក.

MLSS 3000 មក./ឆ.

$$\text{SVI} = 100$$

$$\text{SV}_{30} =$$

300 មក.

$$\text{SVI} = 200$$

$$\text{SV}_{30} =$$

600 មក.

MLSS 4000 មក./ឆ.

$$\text{SVI} = 100$$

$$\text{SV}_{30} =$$

400 មក.

$$\text{SVI} = 200$$

$$\text{SV}_{30} =$$

800 មក.

MLSS 6000 មក./ឆ.

$$\text{SVI} = 100$$

$$\text{SV}_{30} =$$

600 មក.

$$\text{SVI} = 200$$

$$\text{SV}_{30} =$$

1000 មក.

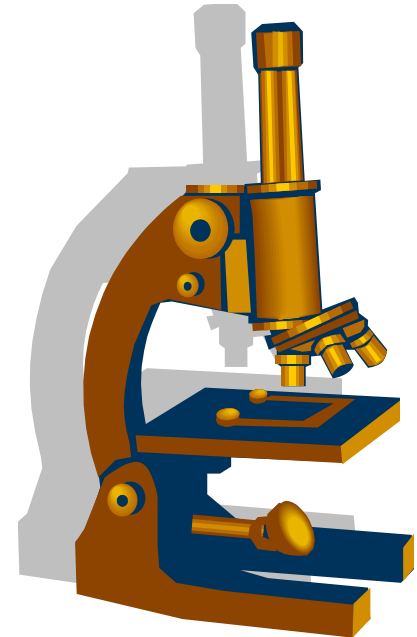
(3) การตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์

1) ตรวจสอบชนิดของจุลินทรีย์ที่ทำงานอยู่ภายในถังเติมอากาศ

- โปรโตซัว ชนิด ซีลิเอท
- โรติเฟอร์
- ถ้าพบทั้งสองชนิดจำนวนมาก ระบบเอเอสทำงานได้อย่างดี

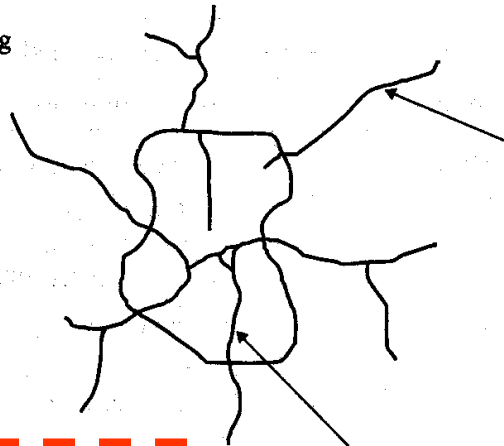
2) ตรวจสอบในกรณีที่สลัดจ์ไม่จมตัว (Bulking Sludge) สลัดจ์อัด

- แบคทีเรียเส้นใย (Filamentous Bacteria)
- แบคทีเรียเส้นใยที่ทำให้เกิดฟองชนิด *Nocardia sp.*



Filamentous bulking

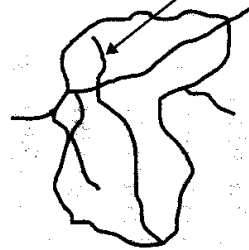
Extended
filament



ฟล็อกแบบต่างๆ ในระบบเอเอส

Filament
backbone

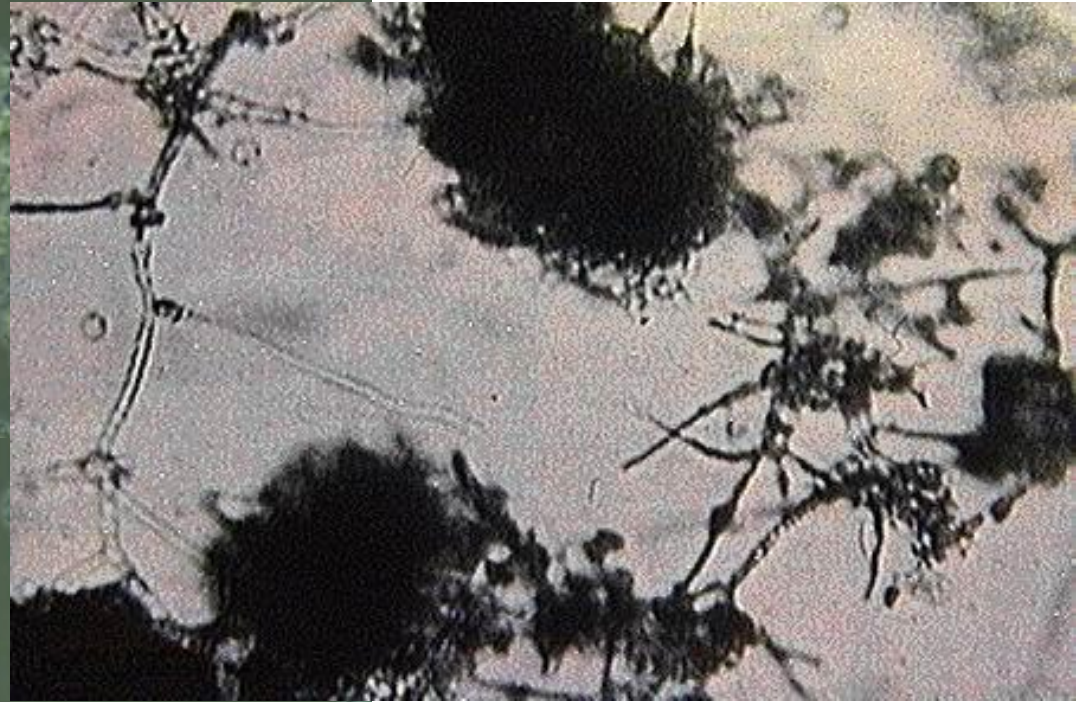
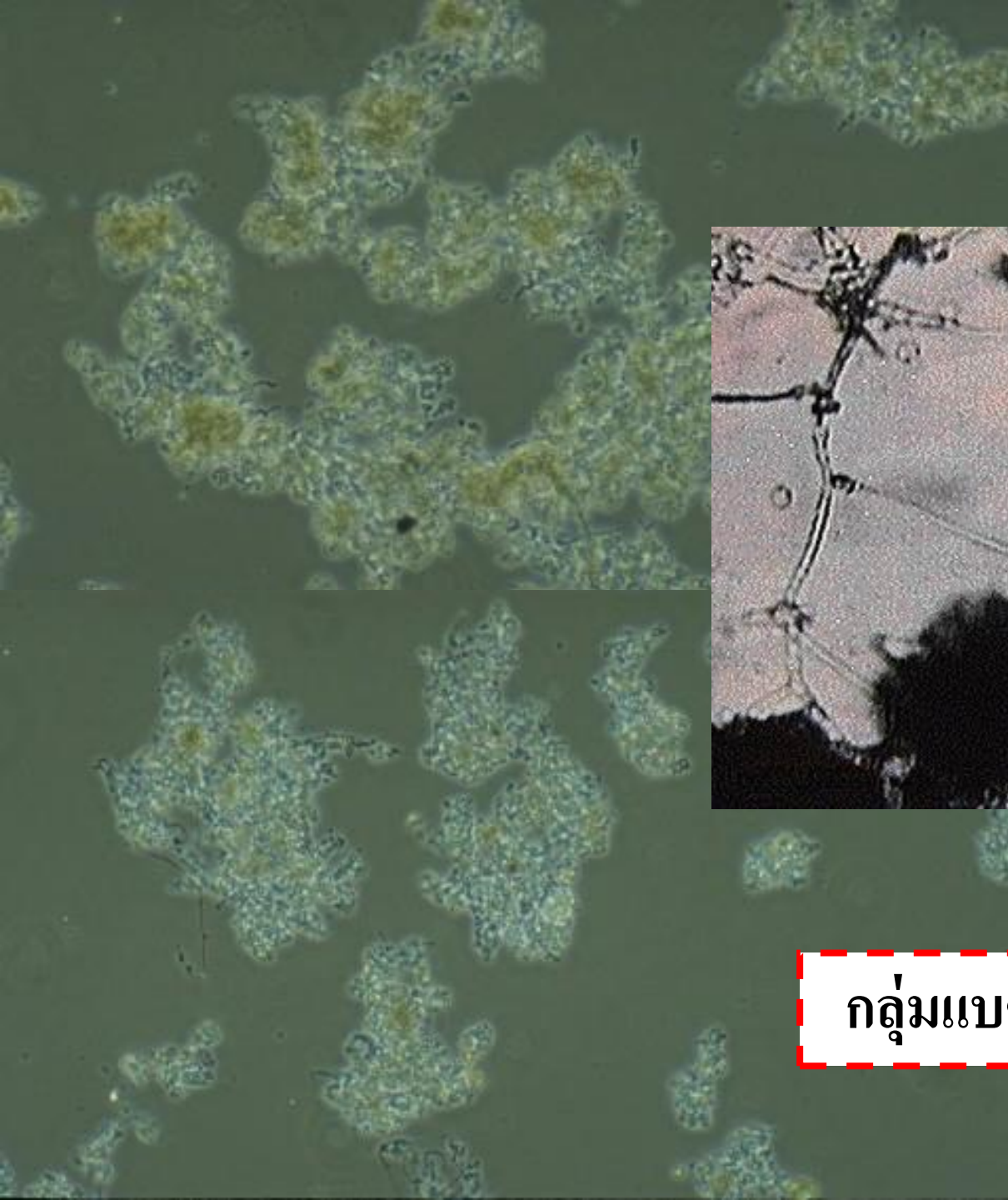
Nonbulking



Pinpoint

Dispersed
particle

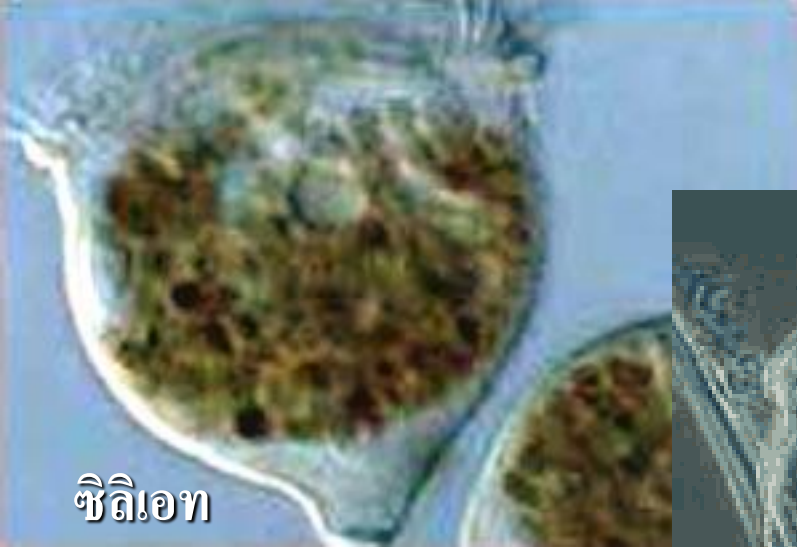




กลุ่มแบคทีเรียที่ตกตะกอนได้ดี



โปรโตซัวชนิดซีลีเอท (stalk)



ชีดิเอท



ชีดิเอท



ชีดิเอท



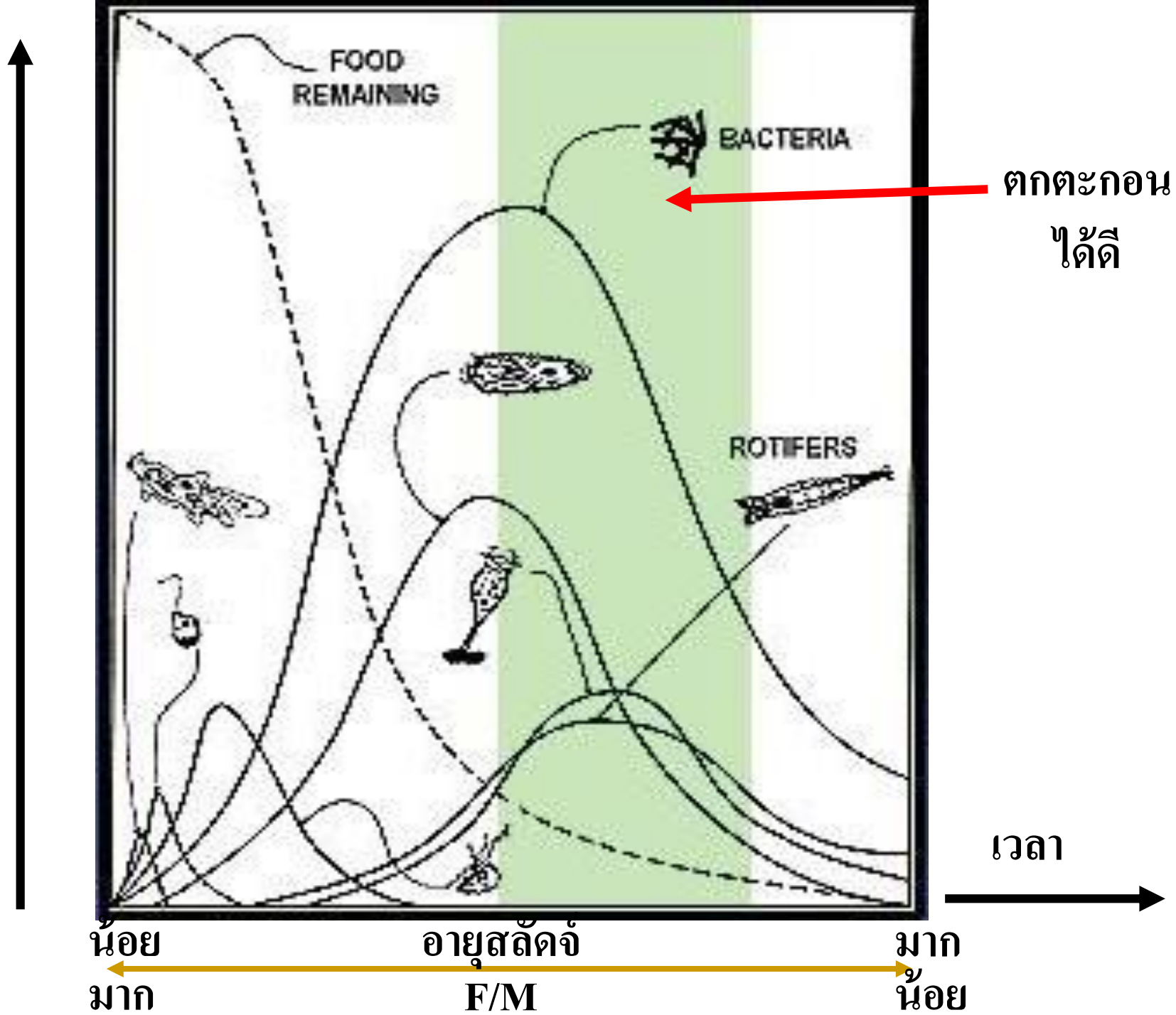
โรติเฟอร์



โรติเฟอร์

ROTIFER

จำนวน
จุลินทรีย์



จุลินทรีย์เส้นใย



สาเหตุที่ทำให้เกิดแบคทีเรียเสี้ยนใย

1. ลักษณะของน้ำเสีย

- อัตราไหลไม่แน่นอน เปลี่ยนแปลง
- องค์ประกอบของน้ำเสียเปลี่ยนแปลง : pH, อุณหภูมิ, N, P
- ลักษณะของน้ำเสีย : ประเภตการ์โบไฮเดรต (แป้งและน้ำตาล),

กรดอินทรีย์ระเหยและซัลไฟด์ (จากระบบแอนแอโรบิก)

2. การควบคุมที่ไม่ถูกต้อง

- ค่า DO ต่ำ
- N และ P น้อยเกินไป
- อัตราการให้สารอินทรีย์มากเกินไป (และ DO ต่ำ)
- อัตราการให้สารอินทรีย์น้อยเกินไป

