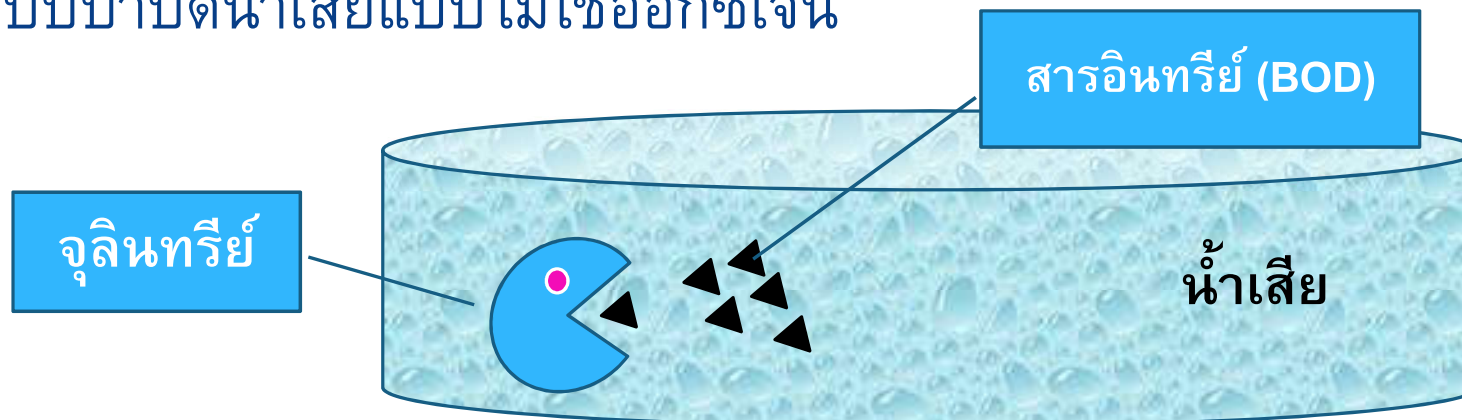




การบำบัดทางชีวภาพ

การบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ

- * ใช้จุลินทรีย์ (แบคทีเรีย) บำบัดน้ำเสีย (สารอินทรีย์)
- * จุลินทรีย์จะย่อยสลายและเปลี่ยนรูปสารอินทรีย์ในน้ำเสียให้อยู่ในรูปของสารอินทรีย์
- * มี 2 รูปแบบหลัก
 1. ระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพแบบใช้ออกซิเจน
 2. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจน



จุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสีย

* จุลินทรีย์ --> แบคทีเรีย แยกประเภทจากตัวรับอิเล็กตรอน

1. ปฏิกริยาแบบใช้ออกซิเจน

น้ำเสีย + จุลินทรีย์ใช้อากาศ + สารอินทรีย์ในน้ำ (อาหาร) + อากาศ -->
จุลินทรีย์ + ตะกอน (กากอาหาร) + ก๊าซ + น้ำสะอาดขึ้น



* พลังงานที่ได้จะถูกนำมาใช้สร้างเซลล์ใหม่ ดังสมการ
$$\text{COHNS} + \text{O}_2 + \text{Bac.} + \Delta E_3 \text{ ----> C}_5\text{H}_7\text{O}_2\text{N (new cell)}$$

จุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสีย

2. ปฏิกริยาแบบไม่ใช้ออกซิเจน

น้ำเสีย + จุลินทรีย์ที่ไม่ใช้อากาศ + สารอินทรีย์ในน้ำ (อาหาร) $\rightarrow$
จุลินทรีย์ + ตะกอน (กากอาหาร) + ก๊าซชีวภาพ + น้ำสะอาดขึ้น



* แบคทีเรียจะใช้ออกซิเจนซึ่งอยู่ในรูปของสารประกอบ $\text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{S}$
หรือ $\text{CO}_2 \rightarrow \text{CH}_4$ ในน้ำ

จุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสีย

3. ปฏิกริยาแบบกึ่งใช้ออกซิเจน

น้ำเสีย + จุลินทรีย์กึ่งใช้อากาศ + สารอินทรีย์ในน้ำ (อาหาร) + อากาศ $\rightarrow$
จุลินทรีย์ + ตะกอน (กากอาหาร) + ก๊าซไนโตรเจน + น้ำสะอาดขึ้น



* แบคทีเรียจะใช้ออกซิเจนซึ่งอยู่ในรูปของสารประกอบ $\text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{S}$
หรือ $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{N}_2$ ในน้ำ

การบำบัดทางชีวภาพแบบไร้อากาศ

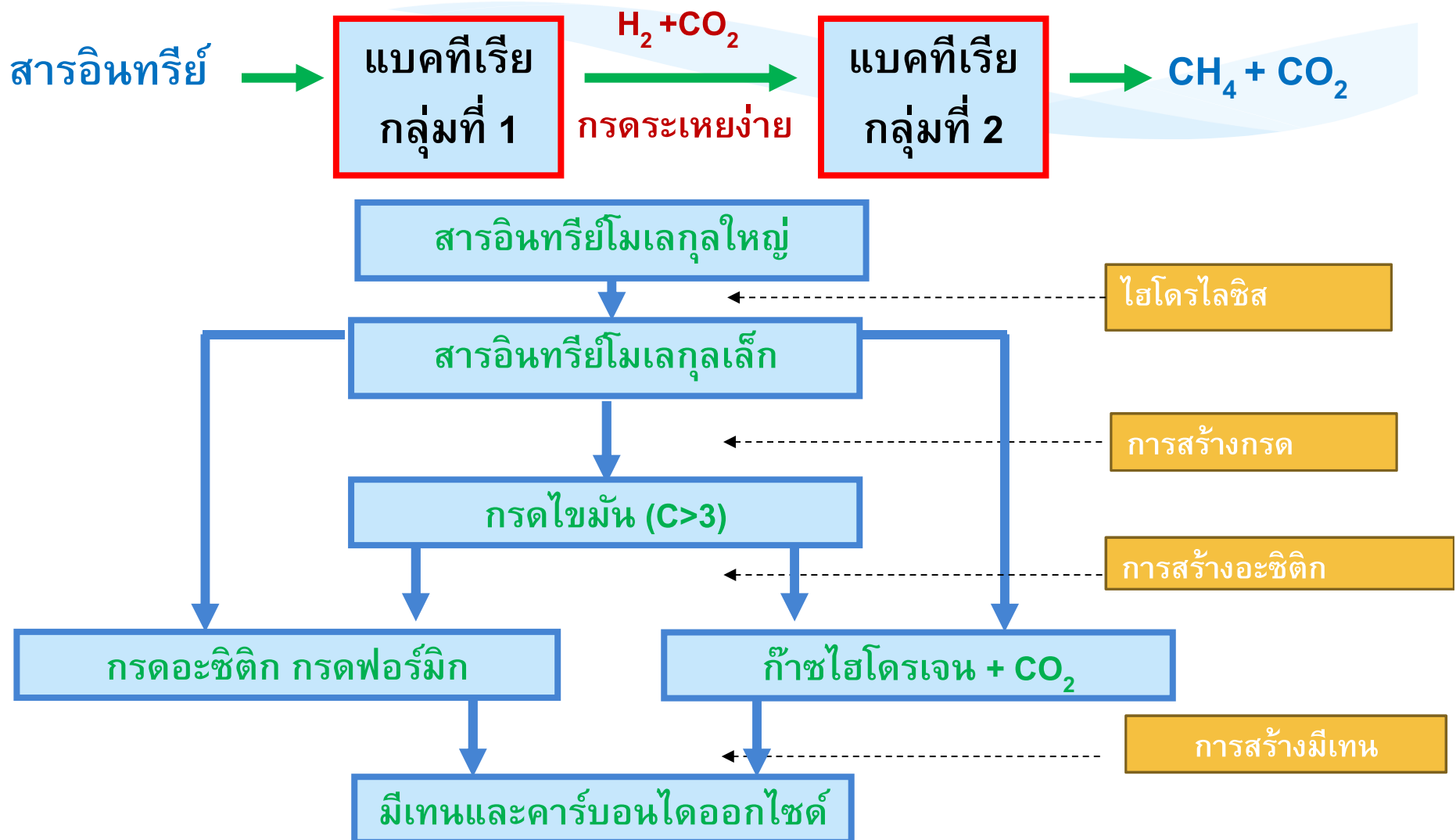
ข้อดีของระบบไร้อากาศ

- * ต้องการพลังงานในการเดินระบบต่ำ
- * เกิดตะกอนเหลือทิ้งที่ต้องกำจัดในปริมาณต่ำ
- * ความต้องการสารอาหารน้อย ($\text{BOD:N:P} = 100:1.1:0.2$)
- * ได้**ก๊าซมีเทน**เป็นแหล่งพลังงาน
- * ใช้ถังปฏิกรณ์ที่มีขนาดเล็กกว่า
- * สามารถฟื้นตัวได้เร็วเมื่อหยุดการให้น้ำเสียเป็นเวลานาน

ข้อเสียของระบบไร้อากาศ

- * ต้องการเวลาในการเริ่มระบบ (start up) นานเพื่อสร้างจุลินทรีย์
- * ต้องการระบบบำบัดต่อเนื่องเพื่อให้ผ่านมาตรฐานน้ำทิ้ง
- * ไม่สามารถกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสทางชีวภาพได้
- * มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ
- * เกิดกลิ่นเหม็นและเกิดก๊าซที่กัดกร่อนโลหะ

หลักการของระบบไร้อากาศ



ปัจจัยที่มีผลต่อระบบไร้อากาศ

1. **อุณหภูมิ** : $30 - 40^{\circ}\text{C}$ (หรือมากกว่า)
อุณหภูมิเปลี่ยนแปลง $2 - 3^{\circ}\text{C}$ มีผลต่อการผลิตก๊าซอย่างมาก
ลดการเปลี่ยนได้เล็กน้อยโดยการหมุนเวียนน้ำ
2. **pH** : $6.7 - 7.4$
pH ต่ำเกิดการสะสมของกรดระเหยง่าย
เป็นค่าที่สำคัญในการควบคุมระบบ
3. **HRT และ SRT**
HRT: ต้องพอเหมาะกับชนิดของระบบ
HRT น้อย --> ขนาดถังปฏิกรณ์ลดลง แบคทีเรียหลุดออกจากระบบมาก
ประสิทธิภาพลด
SRT: > 100 วัน

ปัจจัยที่มีผลต่อระบบไร้อากาศ

4. สภาพความเป็นด่าง (Alkalinity)

โดยมาก หมายถึง ค่าคาร์บอเนต (CO_3^{2-}) ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) แสดงถึงกำลังบัฟเฟอร์ของระบบที่จะช่วยรักษาค่า pH ให้คงที่ เพื่อสามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณ

- * VFA ควรอยู่ในช่วง 200 – 400 mg/L
- * HCO_3^- ควร $> 1,000 \text{ mg/l as CaCO}_3$
- * $\text{VFA}:\text{HCO}_3^- < 0.4$ = ระบบมีบัฟเฟอร์สูง
- * $\text{VFA}:\text{HCO}_3^- > 0.8$ = บัฟเฟอร์ต่ำ pH ลดลงอย่างรวดเร็ว

ปัจจัยที่มีผลต่อระบบไร้อากาศ

5. ความเป็นพิษ :

- * แอมโมเนีย
- * โลหะหนัก
- * แคตไอออนของโลหะเบา (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+})
- * ซัลไฟด์ : S_2^-

6. ศักยภาพการให้และรับอิเล็กตรอน (Oxidation-Reduction Potential)

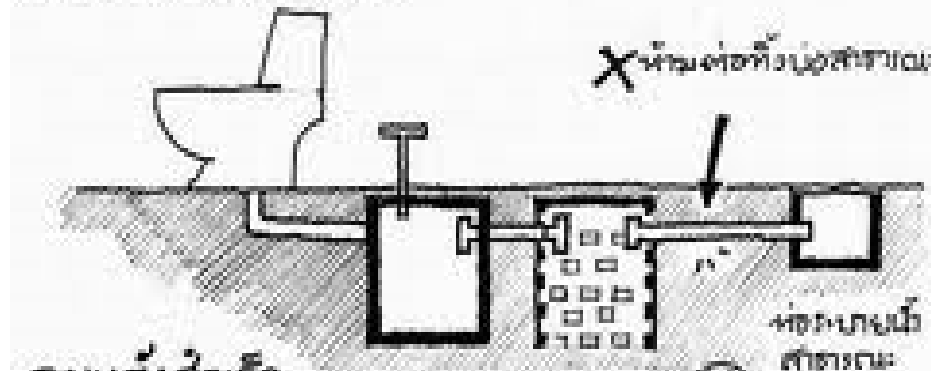
- * ค่า ORP แสดงความสามารถในการรับ e^- ของสารละลาย
- * ค่า ORP เป็นบวกมาก = รับ e^- ได้ดี เช่น มีออกซิเจน คลอรีน
- * ค่า ORP เป็นลบ = ให้ e^- ได้ดี
- * ค่า ORP ควรอยู่ระหว่าง -300 ถึง -500 mV

ประเภทของแอนแอโรบิก

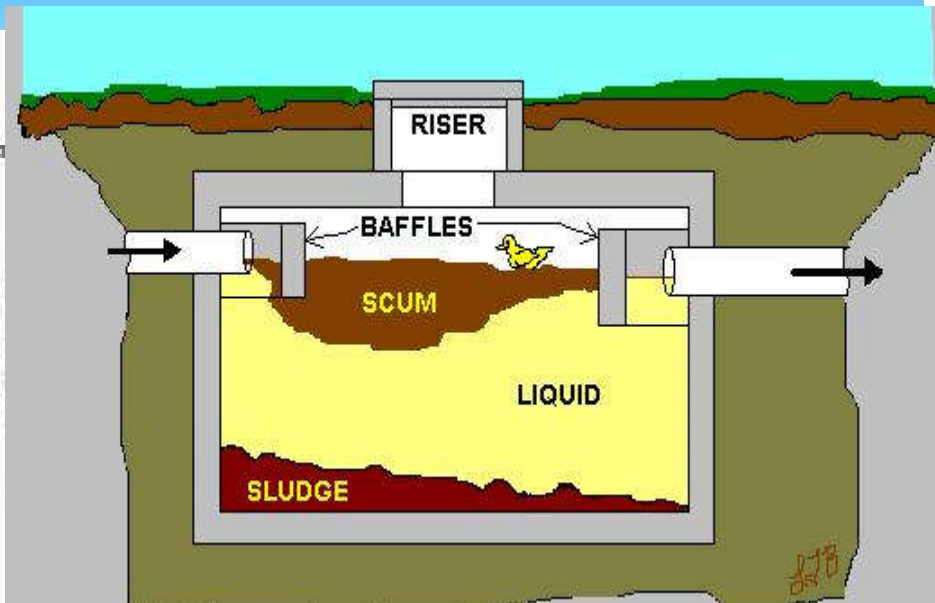
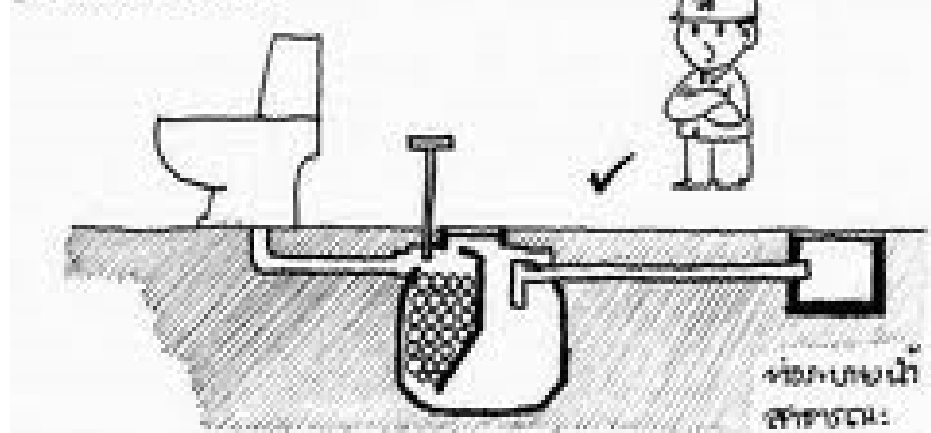
1. บ่อเกรอะ/บ่อซึม (Septic tank/Cesspool)
2. บ่อแอนแอโรบิกหรือบ่อเหม็น (Anaerobic Pond)
3. ถังย่อยสลายแบบธรรมดา (Conventional Anaerobic Digester)
4. ถังย่อยแบบแยกเชื้อ (Two phase Digestion)
5. ถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter)
6. ระบบชั้นลอยตัวไร้อากาศ (Anaerobic Fluidized Bed, AFB)
7. ระบบยูเอเอสบี (Upflow Anaerobic Sludge Blanket, UASB)
8. บ่อปิดคลุม (Covered lagoon)

1. บ่อเกรอะ/บ่อซึม

ระบบบ่อเกรอะ-บ่อซึม



ระบบตั้งสำเร็จ



1. บ่อเกรอะ/บ่อซึม

- * Septic Tank มีลักษณะเป็นบ่อปิด ซึ่งน้ำซึมไม่ได้และไม่มีการเติมอากาศ
- * มักใช้สำหรับการบำบัดน้ำเสียจากส้วม คร้ว อาคารสำนักงาน
- * อัตราการเกิดกากตะกอนประมาณ 1 ลิตร/คน/วัน
- * ระยะเวลาที่เก็บควร > 24 ชม.
- * ต้องมีท่อระบายอากาศ (vent)
- * ต้องมีการสูบกากตะกอนในบ่อเกรอะ ทุกประมาณ 2-3 ปี
- * ระวังสิ่งที่ย่อยหรือสลายยาก เช่น พลาสติก ผ้าอนามัย กระดาษชำระ
- * ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย ร้อยละ 40 - 60
- * น้ำทิ้งจากบ่อเกรอะยังคงมีค่าบีโอดีสูงเกินค่ามาตรฐาน

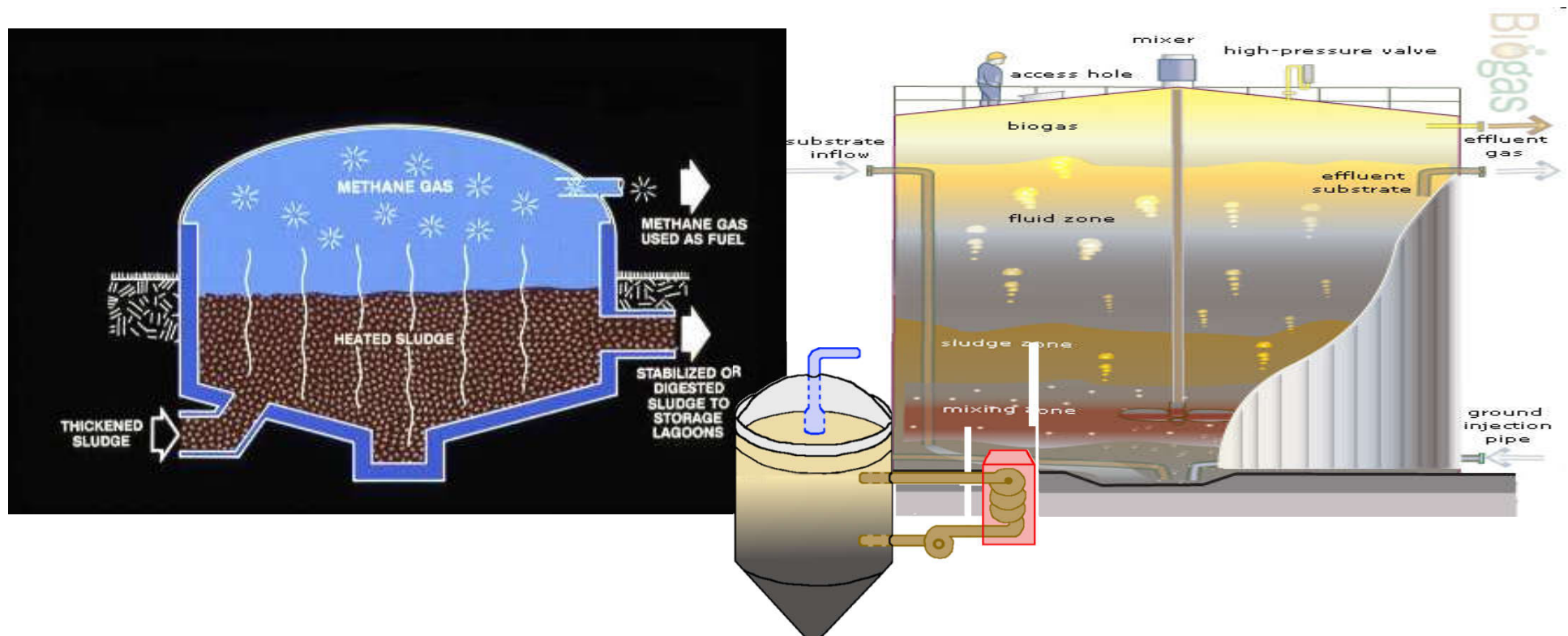
2. บ่อเหม็น

- * ใช้กำจัดสารอินทรีย์ที่มีความเข้มข้นสูง ๆ
- * เป็นบ่อดินขนาดใหญ่ ลึก 3 – 5 เมตร เวลาเก็บกัก 20 – 50 วัน
- * มีกลิ่นเหม็น ควรอยู่ไกลจากชุมชน
- * ราคาถูก

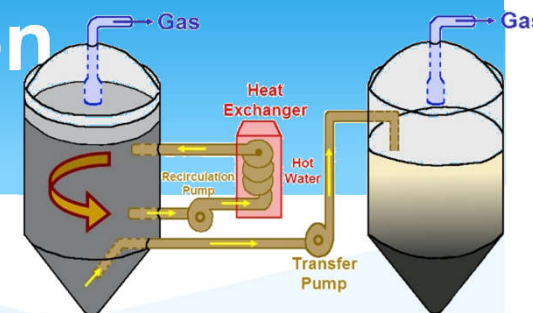


3. Conventional Anaerobic Digester

- * ใช้ย่อยสลายจากระบบเอเอส เป็นถังปิด มีระบบระบายก๊าซ
- * เพิ่มประสิทธิภาพโดย การกวน และควบคุมอุณหภูมิ

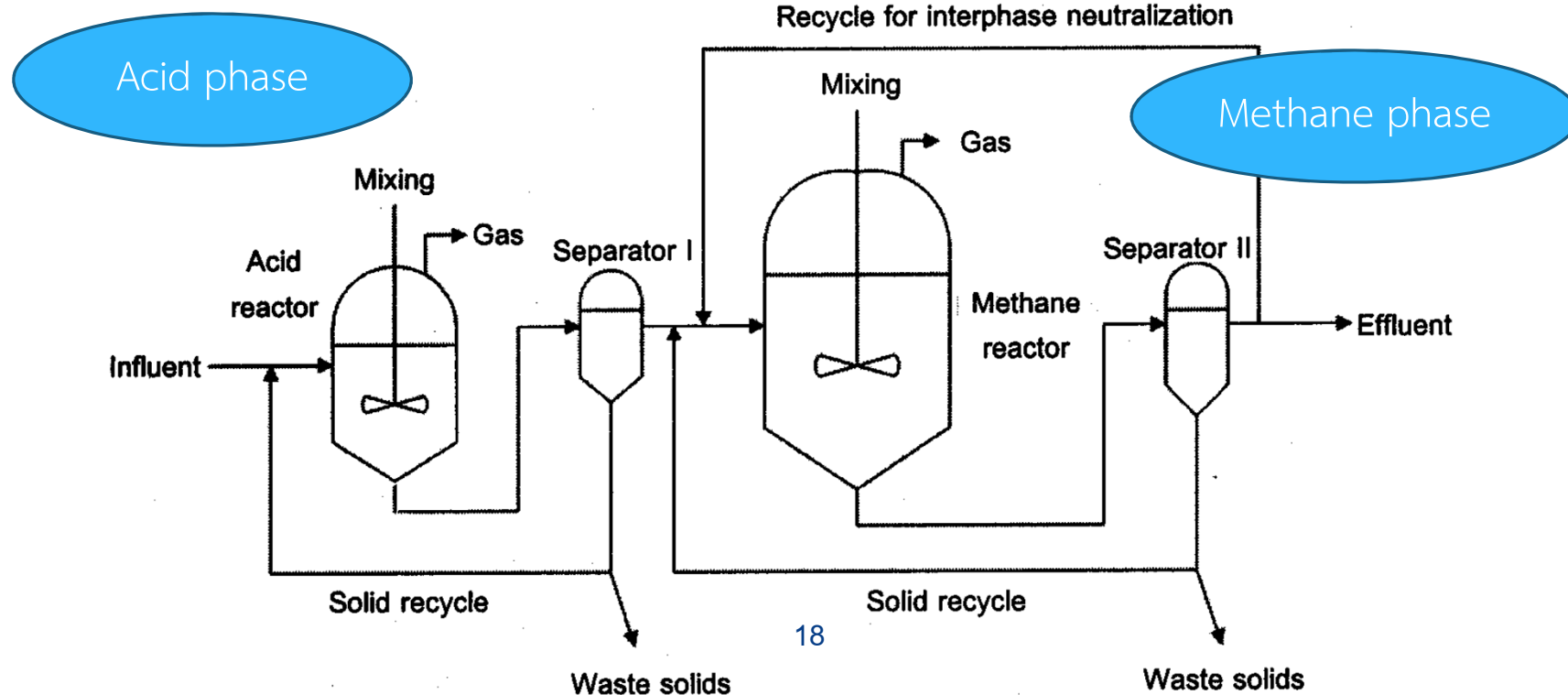


4. Two phase Digestion



ประกอบด้วยถังปฏิกรณ์ 2 ใบ

- * ใบแรกควบคุมการสร้างกรดอะซิติก มีการระบาย H_2 pH = 6
- * ใบที่สองควบคุมการผลิตก๊าซมีเทน pH = 7



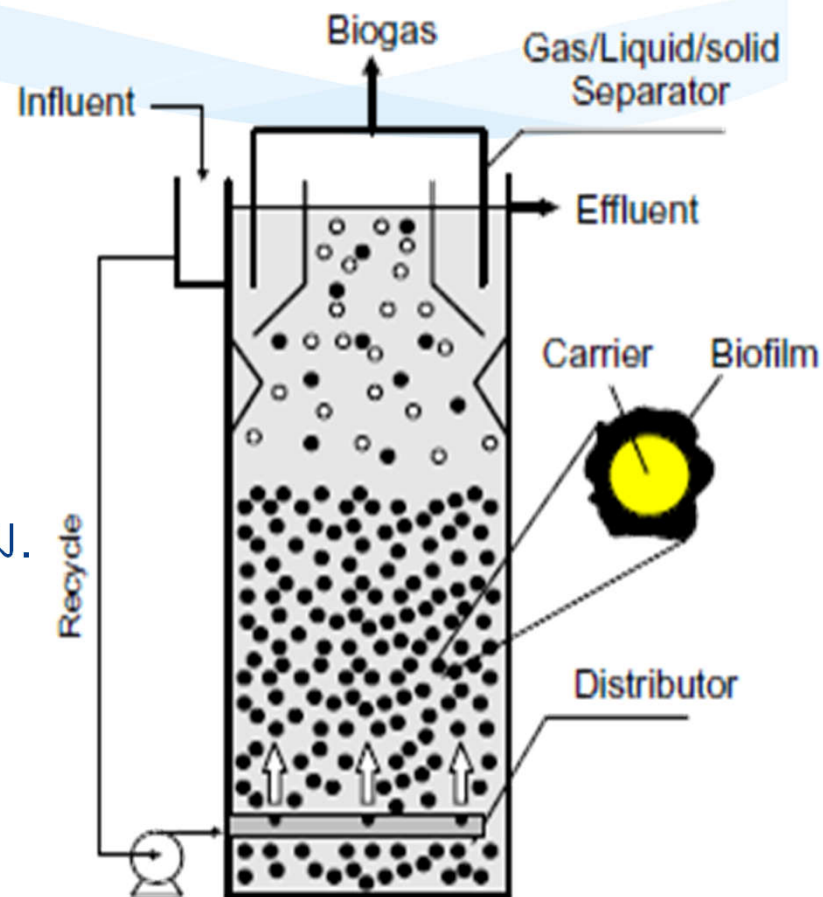
5. Anaerobic Filter

- * ถังสูงคล้ายถังกรอง ภายในบรรจุตัวกลาง เช่น พลาสติก
- * น้ำเสียเข้าทางด้านล่าง แบคทีเรียยึดเกาะติดกับตัวกลาง
- * ปัญหา : แพง การอุดตันของแข็งในตัวกลาง และการไหลลัดวงจร
- * ข้อได้เปรียบ : อัตราการสลายอินทรีย์สูง การเดินระบบง่าย



6. Anaerobic Fluidized Bed

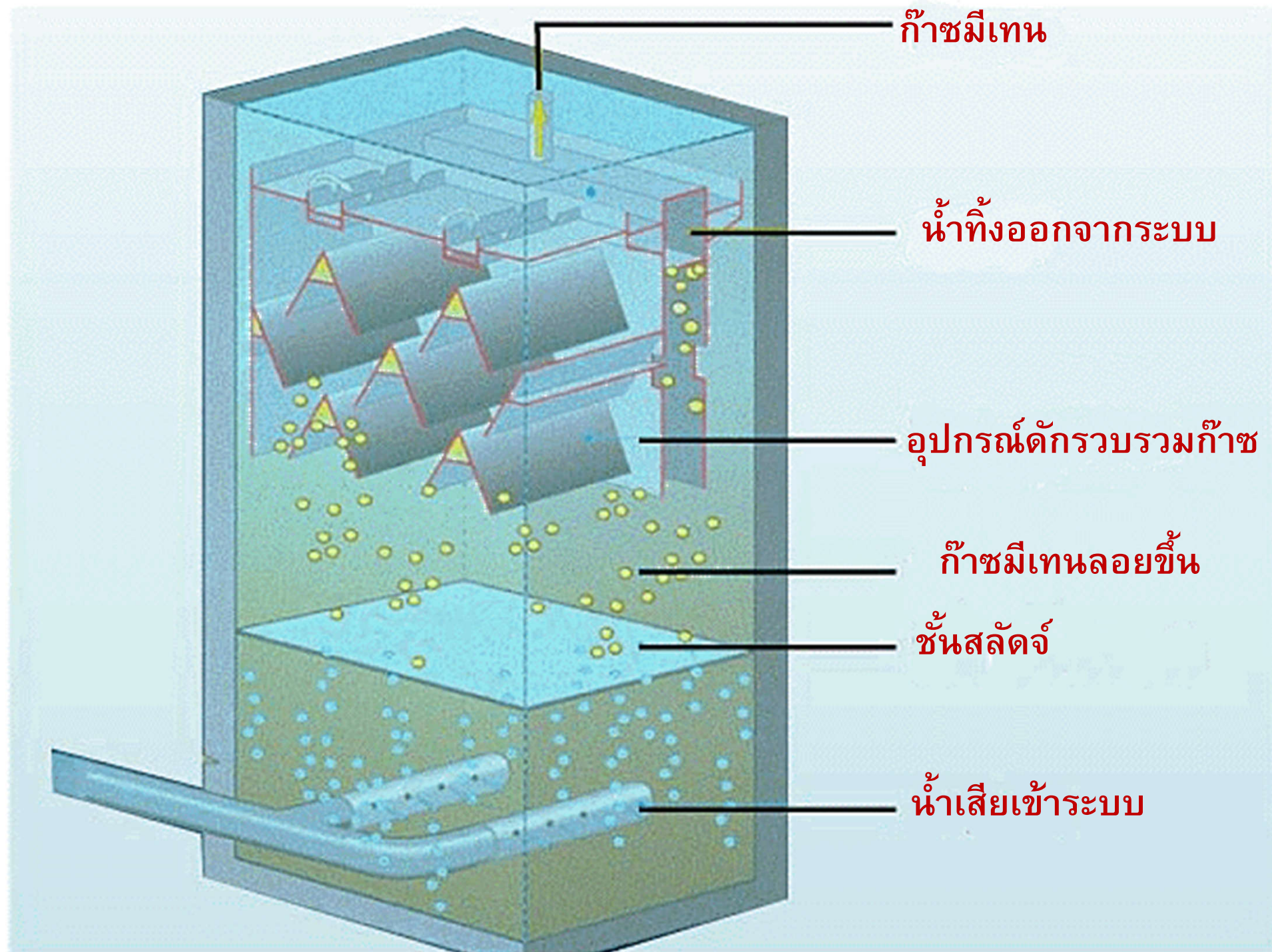
- * ถังปัดทรงสูง ภายในบรรจุตัวกลางขนาดเล็กให้แบคทีเรียเกาะ เช่น ทราย แอ่นทราไซต์
- * ใช้อัตราการไหลควบคุมตัวกลางให้อยู่ในสภาพลอยตัวตลอดเวลา
- * ความเร็วของน้ำไหลขึ้น 20 – 40 ม./ชม.
- * ประสิทธิภาพ 90 %
- * ข้อดี : รับอัตราการสลายอินทรีย์สูง
- * ข้อเสีย : ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานระบบสูบน้ำสูง ตัวกลางราคาแพง



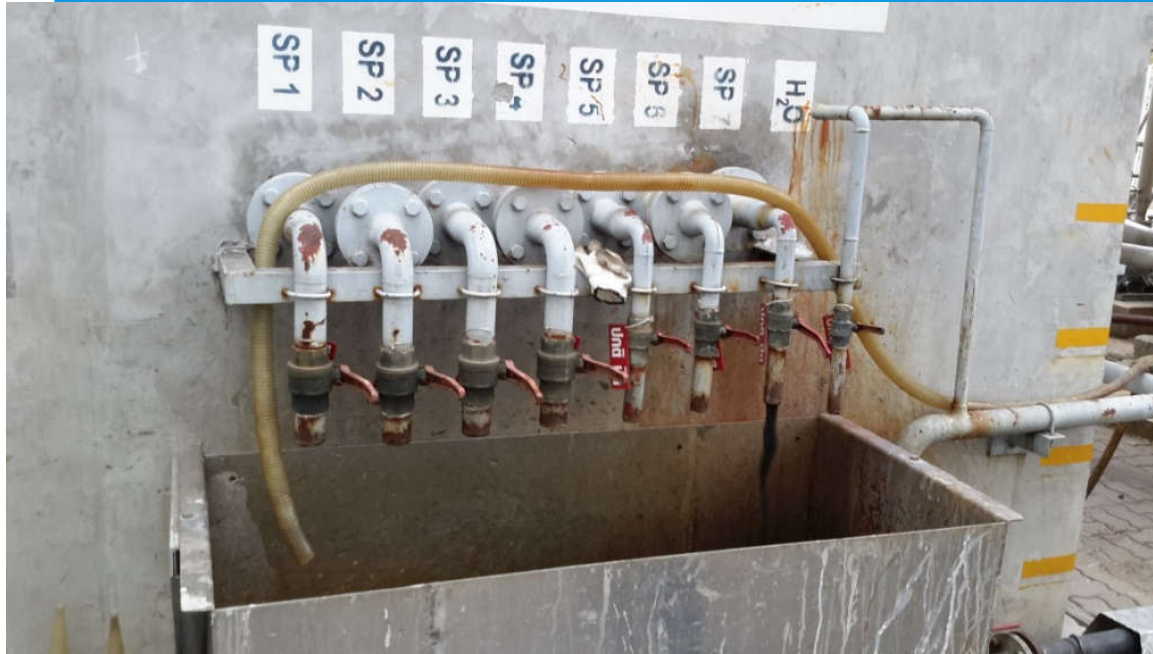
7. UASB

Upflow Anaerobic Sludge Blanket

- * แบคทีเรียถูกเลี้ยงให้จับตัวเป็นก้อน มีน้ำหนักมาก ตกตะกอนได้ดี
- * น้ำเสียเข้าทางด้านล่าง ทำให้เม็ดแบคทีเรียลอยตัว
- * เม็ดแบคทีเรียขนาด 1 – 3 มม.
- * มีประสิทธิภาพสูง เพราะมีแบคทีเรียจำนวนมาก
- * HRT 4 - 8 ชม. SRT 30-50 วัน
- * ข้อได้เปรียบ : อัตราการสลายอินทรีย์สูง ระยะเวลาที่กักต่ำ ไม่ต้องการตัวกลางที่มีราคาแพง
- * ข้อเสียเปรียบ : น้ำเสียที่มีของแข็งแขวนลอยมากจะทำให้เกิดเม็ดแบคทีเรียได้ยาก

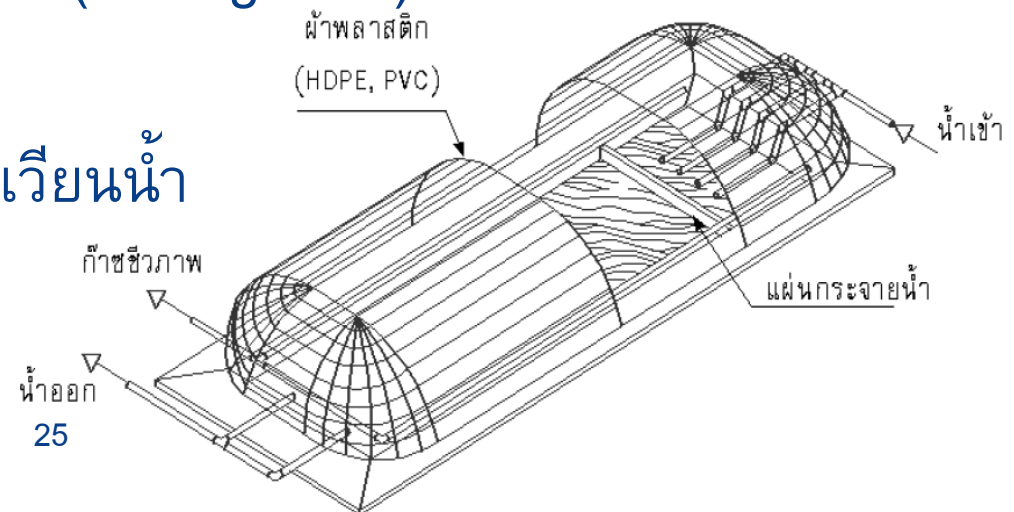






8. Covered lagoon

- * บ่อปิดคลุมด้วย HDPE
- * HRT 30-45 days
- * Depth > 4 m
- * ประสิทธิภาพในการกำจัด BOD > 60%
- * ดูแลไม่ยุ่งยาก ค่าติดตั้งไม่สูง
- * อัตราการบำบัดทุกสารอินทรีย์ต่ำ ($1-2 \text{ kg/m}^3\text{-d}$)
- * ต้องการพื้นที่มาก
- * เพิ่มประสิทธิภาพด้วยการหมุนเวียนน้ำ
- * ฤดูกาลมีผล



การบำบัดทางชีวภาพแบบเติมอากาศ

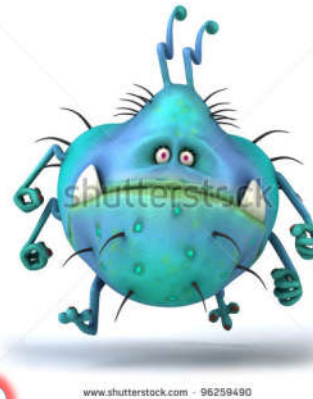
ปัจจัยพื้นฐานของคนและแบคทีเรีย

อาหารหลัก เช่น
ข้าว ก๋วยเตี๋ยว

อาหารรอง เช่น ผัก
ผลไม้

อาหารเสริม เช่น
พริก น้ำตาล

อุณหภูมิ เวลา
อากาศ ที่เหมาะสม



อาหารหลัก คือ
สารอินทรีย์ (BOD)

อาหารรอง คือ N P

อาหารเสริม เช่น
 Fe CO_3^{2-}

อุณหภูมิ เวลา
อากาศ ที่เหมาะสม

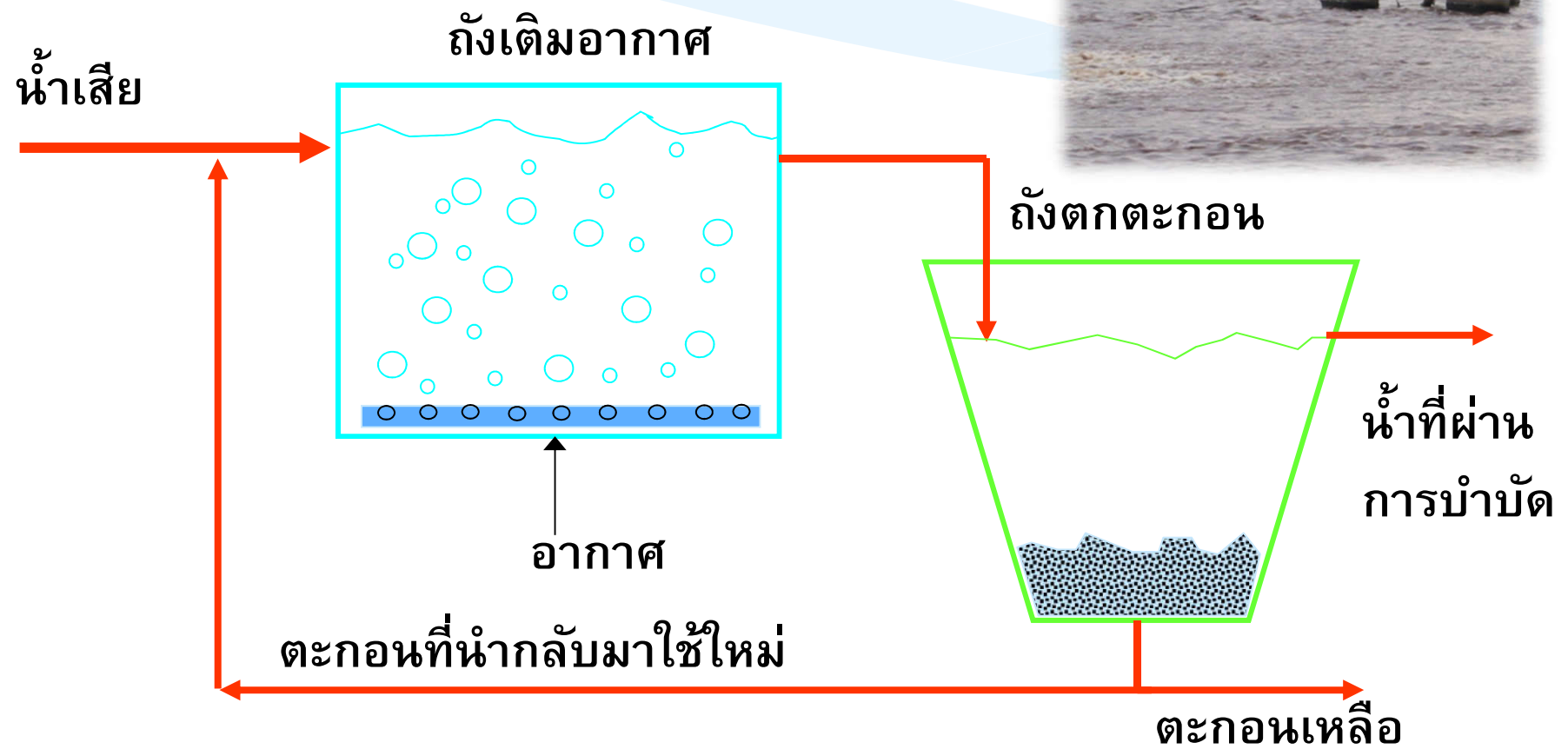
ประเภทของระบบบำบัดแบบเติมอากาศ

1. ระบบตะกอนเร่ง (Activated sludge)
2. คลองวนเวียน (Oxidation ditch)
3. Contact Stabilization Activated Sludge
4. Sequencing Batch Reactor, SBR
5. สระเติมอากาศ (Aerated lagoon)
6. บ่อปรับเสถียร (Stabilization pond)
7. ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ (Rotating biological contact: RBC)
8. ระบบโปรยกรอง (Trickling Filters)
9. บึงประดิษฐ์ (Wetland)

1. Activated Sludge (AS)

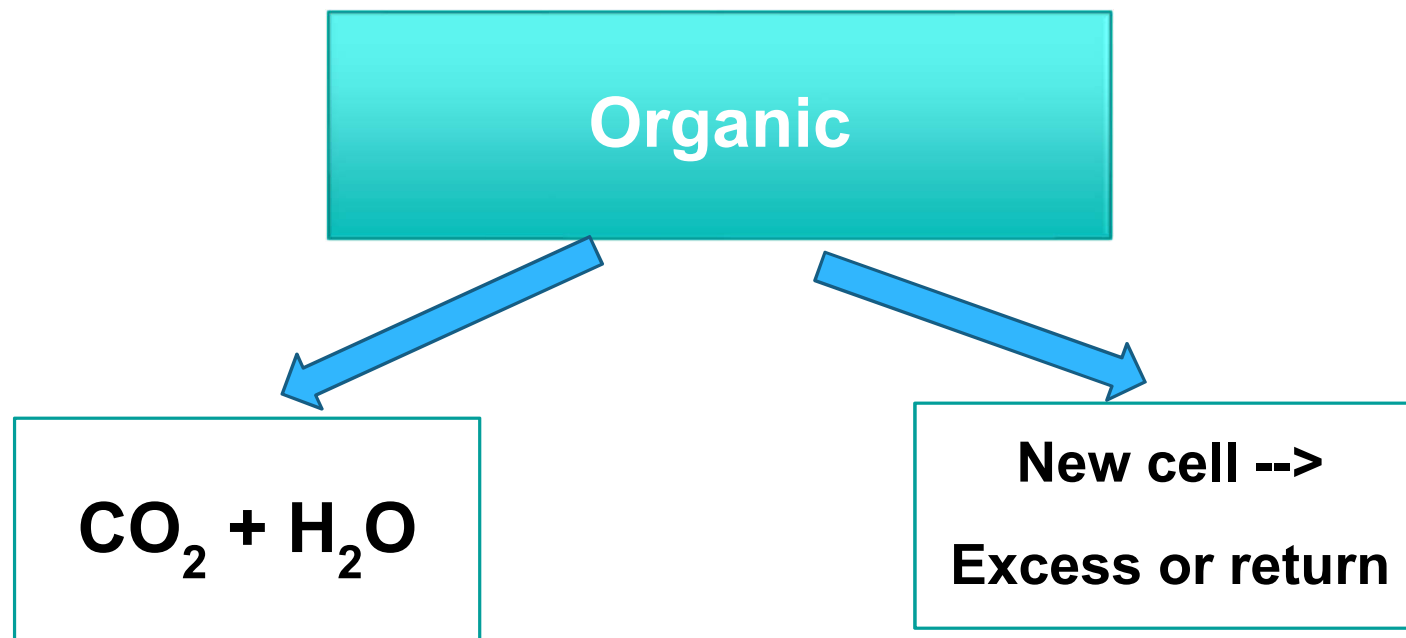
- * มีแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Bacteria) เป็นตัวหลักในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย
- * ใช้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งน้ำเสียชุมชนและอุตสาหกรรม
- * มีการแยกจุลินทรีย์ออกจากน้ำที่บำบัดแล้ว (การตกตะกอน) ทำให้น้ำที่บำบัดแล้วมีของแข็งแขวนลอยต่ำ สามารถปล่อยทิ้งได้
- * มีการเวียนตะกอนจุลินทรีย์ที่เข้มข้นจากกันถึงตกตะกอนกลับไปยังถังเติมอากาศ
- * มีการระบายทิ้งตะกอนจุลินทรีย์เพื่อควบคุมค่าอายุสลัดจ์ (Sludge Retention Time, SRT) ให้เป็นไปตามที่ออกแบบไว้

Conventional AS

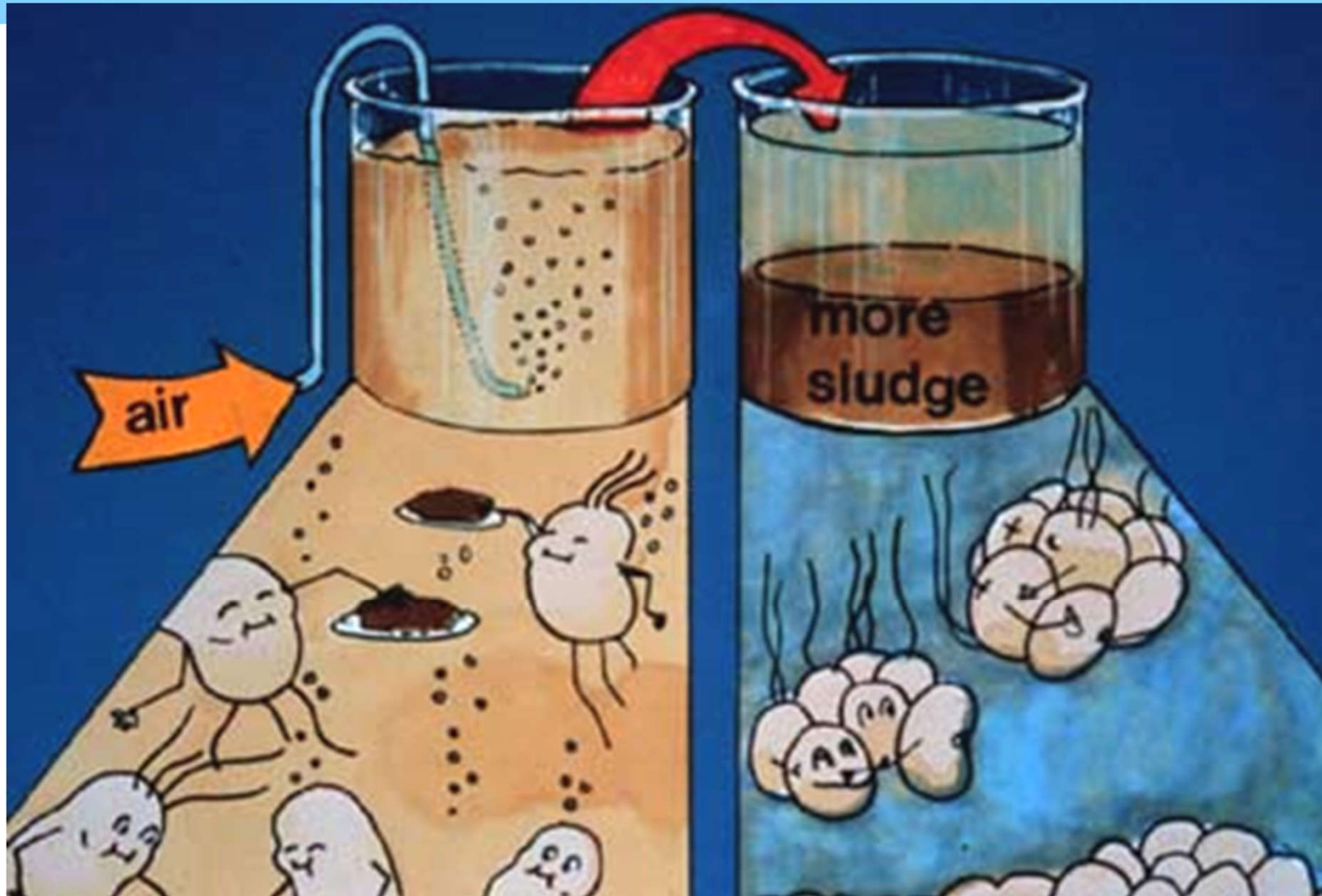


Conventional AS

- ระบบเอเอสแบบธรรมดา หมายถึง ระบบที่มีถังเติมอากาศ และถังตกตะกอน โดยอาจเติมอากาศแบบผิวหน้าหรือแบบฟองอากาศก็ได้



Simplified Activated Sludge Description



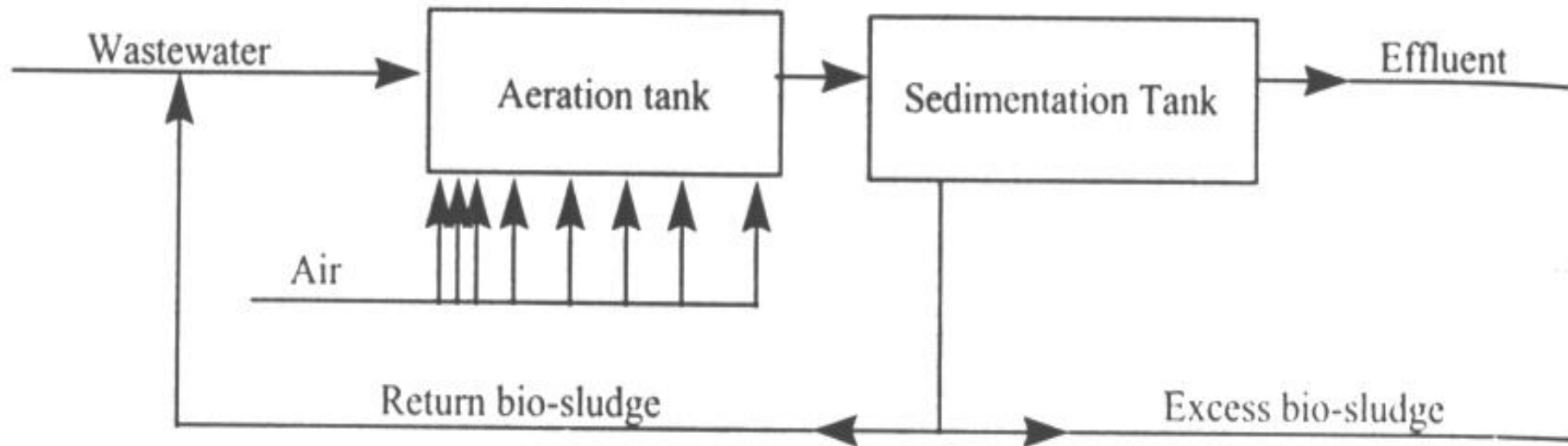


Return
Sludge

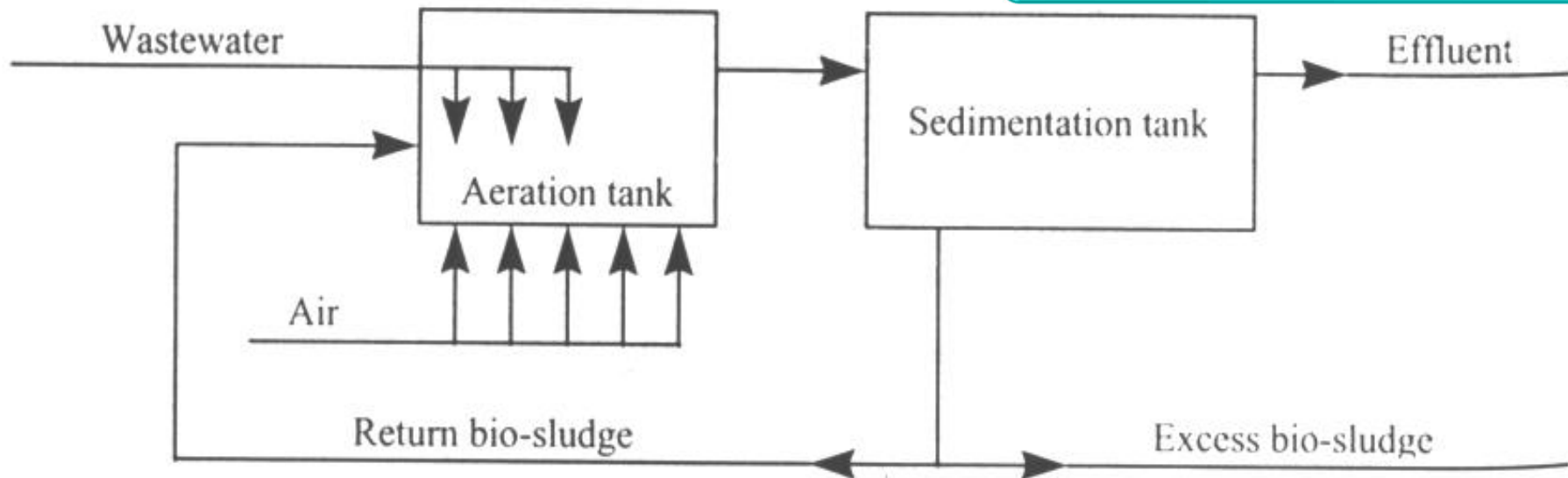
Primary
Effluent



Tapered Aeration



Step Aeration



AS

ข้อดี

- ประสิทธิภาพสูง
- ใช้พื้นที่น้อย
- ใช้เวลาในการบำบัดน้อย
- ไม่มีกลิ่น
- ราคาถูก

ข้อเสีย

- ใช้พลังงาน
- ใช้ผู้ดูแลที่มีความรู้
- ปัญหาเรื่อง Shock load
- มีกากตะกอนที่ต้องบำบัด

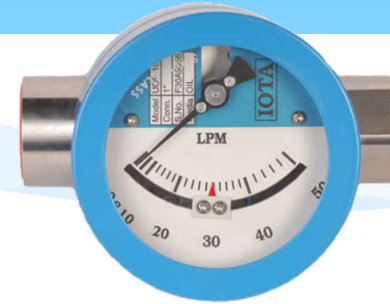
ออกแบบระบบเบื้องต้น

1. ปริมาณน้ำเสีย
2. ความสามารถในการรองรับน้ำเสียของระบบ
3. ความสามารถในการบำบัดน้ำเสีย

1. การวัดปริมาณน้ำเสีย

1. ปริมาณน้ำเสีย วัดได้จาก

1. การประเมินจากน้ำใช้
2. การใช้ Flow meter
3. การจับเวลาและวัดปริมาตรของน้ำเสียที่ไหลเข้าถัง
4. การจับเวลาทำงานของเครื่องสูบน้ำเสีย
5. การวัดความเร็วของน้ำที่ไหลในรางระบาย
6. การวัดอัตราการไหลของน้ำด้วยเวียร์



2. ความสามารถในการรองรับน้ำเสียของระบบ

$$\text{BOD loading (อัตราภาระบีโอดี)} = \text{BOD} \times Q / 1,000$$

โรงงานเรอทัค มีน้ำเสีย 80 ลบ.ม./วัน ค่าบีโอดีของน้ำเสียเท่ากับ 400 มก./ล. ให้หาอัตราภาระบีโอดี

$$\begin{aligned}\text{อัตราภาระบีโอดี} &= \frac{400 \text{ มก./ล.} \times 80 \text{ ลบ.ม./วัน}}{1,000} \\ &= 32 \text{ กก./วัน} \quad \# \end{aligned}$$

3. ความสามารถในการบำบัดน้ำเสีย

$$\text{ประสิทธิภาพของระบบ (\%)} = \frac{(\text{ค่าเข้า} - \text{ค่าออก})}{\text{ค่าเข้า}} \times 100$$

น้ำเสียโรงงานกระดาษ มีค่าบีโอดี 200 มก./ล. และค่าบีโอดีในน้ำทิ้งเป็น 20 มก./ล. ระบบบำบัดน้ำเสียนี้มีประสิทธิภาพเท่าไร

$$\begin{aligned} \text{ประสิทธิภาพระบบ} &= \frac{200 \text{ มก./ล.} - 20 \text{ มก./ล.}}{200} \times 100 \\ &= 90 \% \end{aligned}$$

#

ก่อนเริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสีย

ก่อนเริ่มเดินระบบ

- * เดินระบบด้วยน้ำสะอาด ทดสอบอัตราการไหลระดับน้ำ
- * ทดสอบการทำงานของเครื่องจักร เครื่องสูบน้ำ เครื่องกวาดตะกอน เครื่องสูบสลัดจ์ เครื่องป้อนสารเคมี
- * ทดสอบรอยรั่วต่างๆของถัง ระบบท่อ เครื่องจักรต่างๆ

การเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ : ใช้หัวเชื้อ

- * หัวเชื้อ : จุลินทรีย์ที่เติมลงไปเพื่อให้แพร่พันธุ์อย่างรวดเร็ว
 - * จากระบบเอเอส
 - * ใช้มูลสัตว์ต่างๆ เช่น จากสัตว์ปีก วัว กระบือ หมู
 - * หัวเชื้อแห้ง

เริ่มเดินระบบบำบัดน้ำเสีย

1. กำหนดปริมาตรถังเติมอากาศ
2. เติมจุลินทรีย์ประมาณ 1 – 2 กก./ลบ.ม. คิดที่ปริมาตรครึ่งหนึ่งของถัง
3. เติมน้ำเปล่าให้ได้ปริมาตรครึ่งหนึ่งของถัง
4. เติมสลัดจ์หัวเชื้อจากระบบเอเอส ให้ได้ MLSS 1000 – 2000 มก./ล.
5. ปรับเครื่องเติมอากาศให้เติมอากาศตลอดเวลา
6. หลังจากนั้น 3 วัน เริ่มเติมน้ำเสียวันละ 5 % ของน้ำเสียที่จะบำบัด
7. ยังไม่ต้องระบายสลัดจ์ทิ้งในระหว่างเริ่มเดินระบบ น้ำยังไม่เต็มถัง
8. เดินเครื่องสูบสลัดจ์กลับเข้าถังเติมอากาศ

การสังเกตระบบ

1) สี-กลิ่น-ตะกอน-ฟองของน้ำเสีย และสลัดจ์ในถังเติมอากาศ

- * สลัดจ์มีสีน้ำตาลเข้ม
- * สลัดจ์มีสีดำ
- * สลัดจ์มีกลิ่นอับคล้ายดิน
- * สลัดจ์มีกลิ่นก๊าซไข่เน่า
- * ฟองสีน้ำตาลบนผิวหน้า
- * ฟองสีน้ำตาล

2) ลักษณะการเติมอากาศ ต้องทั่วถึงและสม่ำเสมอ

- * ค่าออกซิเจนละลาย ต้องไม่ต่ำกว่า 2 มก./ล.

การควบคุมระบบบำบัดแบบเติมอากาศ



AS

ถังเติมอากาศ

Criteria	Conventional	Completely Mixed	Extended Aeration
อัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (กก. บีโอดี/ลบ.ม.-วัน)	0.3 – 0.6	0.8 – 1.9	0.1 – 0.4
อัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ (F/M) (กก.BOD/กก.MLVSS-วัน)	0.2 – 0.4	0.2 – 0.6	0.05 – 0.15
MLSS (มก./ล.)	1,500 – 3,000	2,500 – 4,000	3,000 – 6,000
อายุสลัดจ์ (วัน)	5 - 15	5 - 15	20 – 30
เวลาเก็บพักน้ำเสีย (ชม.)	4 – 8	3 – 5	18 – 36
อัตราส่วนสูบสลัดจ์กลับ	0.25 – 1.0	0.25 – 1.0	0.5 – 1.5
ออกซิเจนละลาย (มก./ล.)	2.0	2.0	2.0
pH	6.5 – 7.5	6.5 – 7.5	6.5 – 7.5
BOD:N:P	100:5:1	100:5:1	100:5:1

AS

ถังตกตะกอน

Criteria	Conventional	Completely Mixed	Extended Aeration
อัตราน้ำล้น (ลบ.ม/ตร.ม.-วัน)	16 – 33	16 – 33	8 – 16
อัตราการระของแข็ง (กก./ตร.ม.-ชม.)	3 – 6	3 – 6	1 – 5
อัตราน้ำล้นฝาย (ลบ.ม./ม.-วัน)	250	250	250
ดัชนีปริมาตรสลัดจ์ (มล./กรัม)	100 – 200	100 – 200	100 – 200

ถังตกตะกอนเล็ก : สลัดจ์ตกตะกอนไม่ดี

ถังตกตะกอนใหญ่ : สลัดจ์ขาดออกซิเจน เน่าได้

การควบคุมการทำงาน

ปริมาณ/
ลักษณะของน้ำ
เสีย

✓ Eq. tank

คุณภาพเชื้อใน
ระบบ

✓ การเติมธาตุอาหาร
(Nutrient)
✓ พารามิเตอร์ต่างๆ
เช่น DO pH temp

ปริมาณเชื้อใน
ระบบ

1. การควบคุมค่าอัตราส่วน
อาหารต่อจุลินทรีย์ (F/M)
2. การควบคุมอายุสลัดจ์
(Sludge Age)
3. การควบคุมการสูบสลัดจ์
กลับ
4. การดูแลสลัดจ์
5. การควบคุมค่าอัตราส่วน
ภาระอินทรีย์ต่อปริมาตรถัง
เติมอากาศ

อื่นๆ

✓ เวลาพักน้ำ (HRT)
✓ การควบคุมดูแล
เครื่องจักร

ปริมาณเชื้อในบ่อ

1. **SV30** (Sludge Volume) = ปริมาตรสลัดจ์ที่อ่านได้เมื่อตั้ง imhoff cone
ทิ้งไว้ 30 นาที (มล./ล.)



ปริมาณเชื้อในบ่อ

2. MLSS (Mixed liquor suspended solids) = ความเข้มข้นของสารแขวนลอยในถังเติมอากาศ

MLVSS (Mixed liquor volatile suspended solids) = ความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ

$$\text{MLVSS} / \text{MLSS} = 0.8$$

1. F/M

อัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ (F/M)

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{น้ำหนักสารอินทรีย์ที่เข้าระบบต่อวัน}}{\text{น้ำหนักของสารอินทรีย์ในถังเติมอากาศ}} \\ &= \frac{\text{น้ำหนักของบีโอดีที่เข้าระบบ (กก./วัน)}}{\text{น้ำหนัก MLVSS ในถังเติมอากาศ (กก.)}} \end{aligned}$$

$$F/M = \frac{BOD \text{ (mg/L)} \times Q \text{ (m}^3\text{/d)}}{V \text{ (m}^3\text{)} \times MLVSS \text{ (mg/L)}}$$

1. F/M

ให้คำนวณหาค่า MLVSS ที่เหมาะสม

บ่อบำบัดน้ำเสียมีความจุ 250 ลบ.ม.

มีอัตราน้ำไหลเข้า 500 ลบ.ม./วัน

ค่าบีโอดีของน้ำเสียเท่ากับ 400 มก./ล.

ค่า F/M ที่กำหนด 0.3 กก.บีโอดี/กก. MLVSS-วัน

$$\text{MLVSS} = \frac{\text{BOD} \times Q}{(F/M) \times V}$$

$$= \frac{400 \text{ ลบ.ม./วัน} \times 500 \text{ มก./ล.}}{0.3 \text{ /วัน} \times 250 \text{ ลบ.ม.}}$$

$$= \#$$

1. F/M

F/M สูง

- * จุลินทรีย์เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว กระจัดกระจายไม่รวมตัว
- * ตกตะกอนได้ไม่ดี น้ำที่ผ่านการบำบัดมีความขุ่น ค่าบีโอดีสูง
- * **ลด**การสูบสลัดจ์ทิ้ง

F/M ต่ำ

- * จุลินทรีย์เจริญเติบโตน้อยลง ตกตะกอนได้แต่ไม่หมด ลักษณะเป็นก้อน เล็กกระจัดกระจาย (pin floc)
- * น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วมีความขุ่น
- * **เพิ่ม**การสูบสลัดจ์ทิ้ง

2. อายุสัสด์ (SRT)

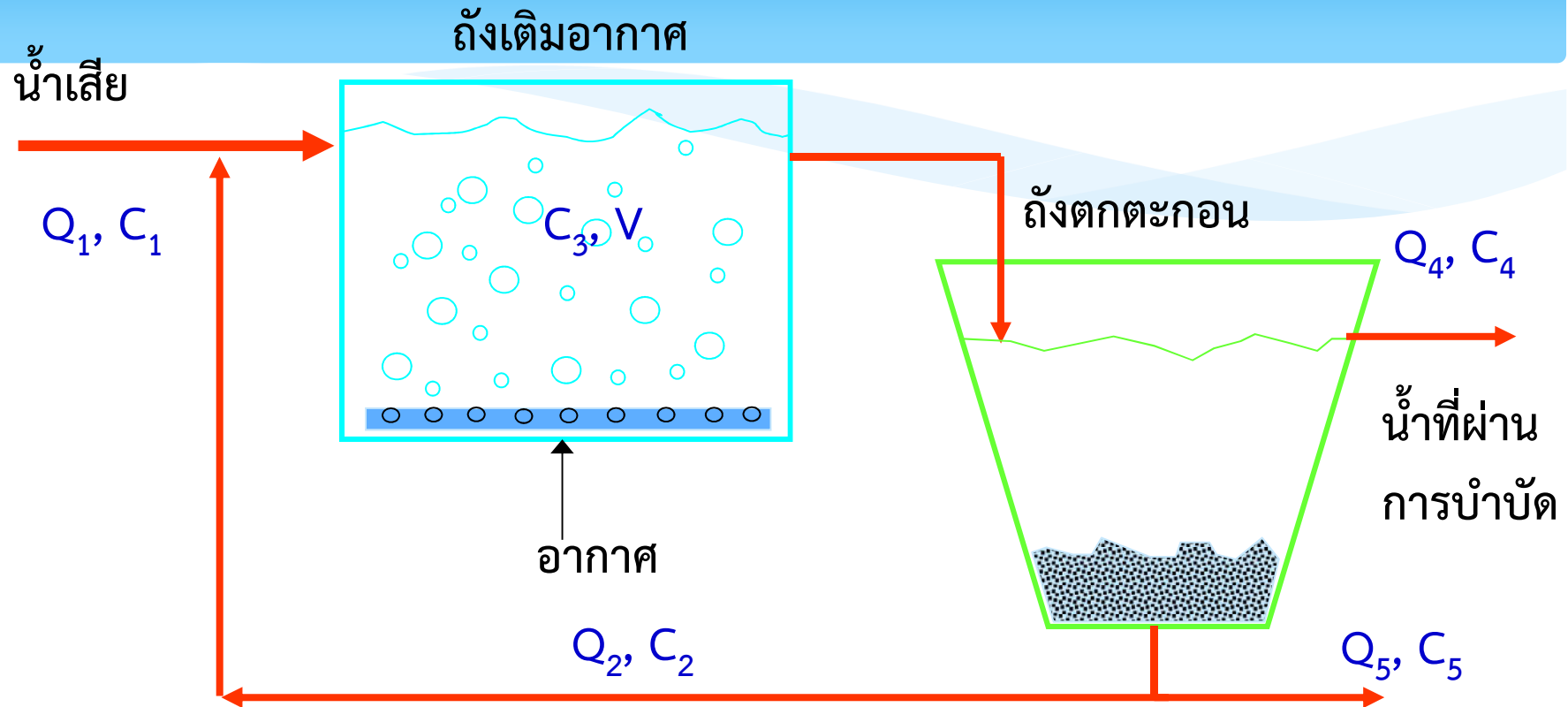
อายุสัสด์ (SRT) : ระยะเวลาเฉลี่ยที่จุลินทรีย์หมุนเวียนอยู่ในระบบ

= $\frac{\text{น้ำหนักรของจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ}}{\text{น้ำหนักรของจุลินทรีย์ที่ออกจากระบบต่อวัน}}$

= $\frac{\text{น้ำหนักรของ MLSS ในถังเติมอากาศ}}{\text{น้ำหนักรของ MLSS ส่วนเกินที่ทิ้ง} + \text{น้ำหนักร SS ที่ปนในน้ำทิ้ง}}$

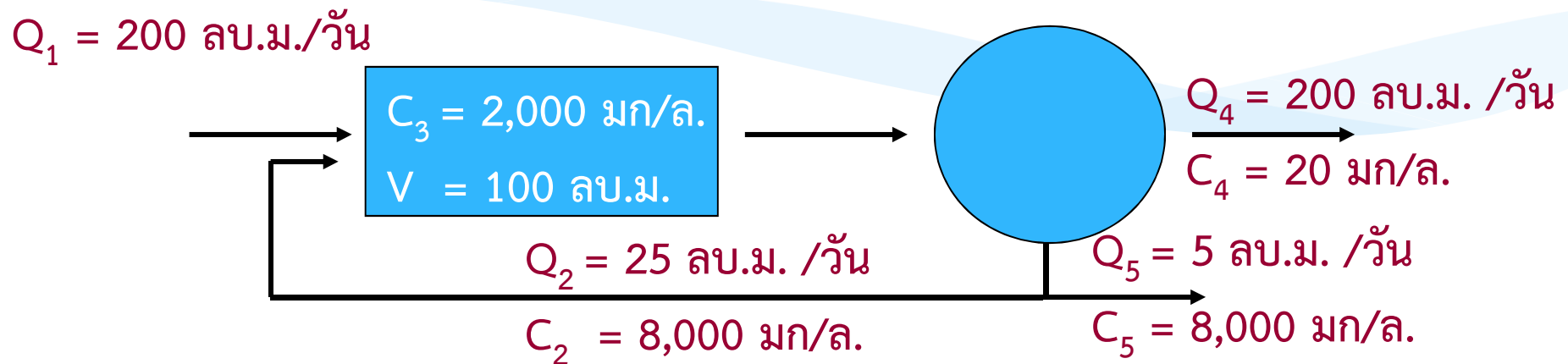
- * ควบคุมอายุสัสด์โดยการปรับอัตราการนำสัสด์ส่วนเกินไปทิ้ง
- * การคุมค่าอายุสัสด์ให้คงที่จะทำให้ค่าอัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์มีค่าคงที่ตามไปด้วย

2. อายุสัสด์ (SRT)



$$SRT = \frac{C_3 V}{(C_5 Q_5) + (C_4 Q_4)}$$

2. อายุสัสดิจ (SRT)



$$\begin{aligned}
 \text{SRT} &= \frac{C_3 V}{(C_5 Q_5) + (C_4 Q_4)} \\
 &= \frac{2,000 \text{ มก./ล.} \times 100 \text{ ลบ.ม.}}{(8,000 \text{ มก./ล.})(5 \text{ ลบ.ม./วัน}) + (20 \text{ มก./ล.})(200 \text{ ลบ.ม./วัน})} \\
 &= 4.55 \text{ วัน}
 \end{aligned}$$



2. อายุสัลดจ์ (SRT)

อายุตะกอนน้อย

- * ตกตะกอนไม่ดี
- * น้ำขุ่น
- * มีฟองขาว
- * O_2 ถูกใช้มาก



2. อายุสัลดจ์ (SRT)

อายุตะกอนมาก

- * การใช้อาหารน้อย
- * การเกิดเซลล์ใหม่ น้อย
- * ค่า F:M ต่ำ
- * MLSS สูง
- * ตะกอนตกแน่น



3. การควบคุมการสูบสลัดจ์กลับ

1. คำนวณจากความสามารถในการตกตะกอนของสลัดจ์



$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{SV30}{1000 - SV30}$$

Q_2 = อัตราการสูบสลัดจ์กลับ (ลบ.ม./วัน)

Q_1 = อัตราการไหลของน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)

SV30 = ปริมาตรสลัดจ์ที่อ่านได้เมื่อตั้ง
imhoff cone ทิ้งไว้ 30 นาที (มล./ล.)

3. การควบคุมการสูบสลับกลับ

1. คำนวณจากความสามารถในการตกตะกอนของสลัดจ์
จึงคำนวณหาอัตราการสูบสลับกลับจากข้อมูลต่อไปนี้

อัตราการไหล 1,000 ลบ.ม./วัน

ปริมาตรสลัดจ์หลังจากตกตะกอน 30 นาที (SV_{30}) 200 มล./ล.

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

$$Q_1 = \frac{200 \times 1000}{1000 - 200}$$

$$Q_2 = \frac{200 \times 1000}{1000 - 200} \text{ ลบ.ม./วัน}$$

$$\text{อัตราการสูบสลับกลับ} = \text{ลบ.ม./วัน\#}$$

SVI

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

* Sludge Volume Index

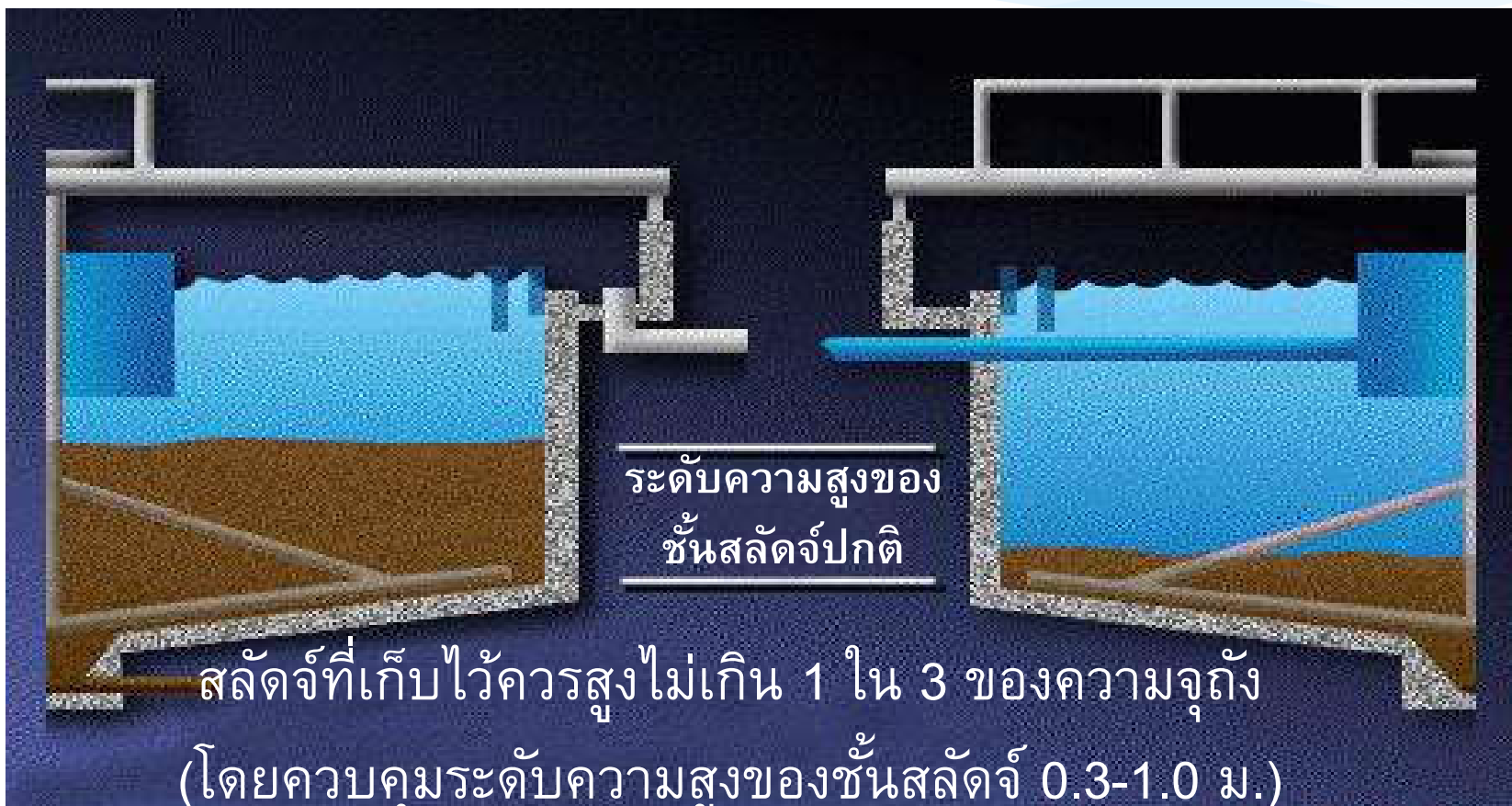
* 80 – 120 มล./ก.

ให้หา SVI เมื่อนำน้ำจากถังเติมอากาศ 1,000 มล. ใส่กรวยอิมฮอฟฟ์
ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ได้ปริมาตรสลัดจ์ 300 มล. ค่า MLSS 2,500
มก./ล.

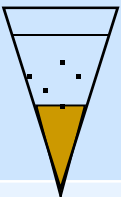
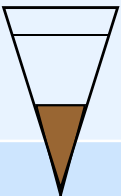
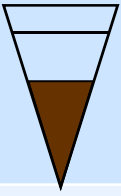
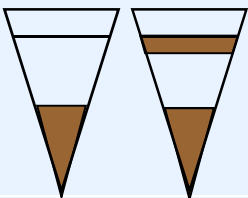
$$\begin{aligned} SVI &= \frac{300 \text{ มล./ล.} \times 1000 \text{ มก.}}{2500 \text{ มก./ล.} \quad \text{ก.}} \\ &= 120 \text{ มล./ก.} \end{aligned}$$

3. การควบคุมการสูบลัดจ์กลับ

2. การควบคุมระดับความสูงของชั้นสัจในถังตกตะกอน



4. การควบคุมดูแลสลัดจ์

SV30	สิ่งที่พบ	สาเหตุ	การแก้ไข
1. 	สลัดจ์สีน้ำตาลอ่อน ตกตะกอนช้า น้ำขุ่น เกิดฟองสีขาวในถังปฏิกรณ์	อายุสลัดจ์ต่ำ เป็นธรรมดาสำหรับระยะ เริ่มเดินระบบ	
2. 	สลัดจ์สีน้ำตาลเข้ม ตกตะกอนเร็ว น้ำใสมาก	ระบบทำงานปกติ	
3. 	สลัดจ์สีน้ำตาลเข้มมาก	ระบบทำงานปกติ มีสลัดจ์มากเกินไปในถัง เติมอากาศ	ต้องสูบสลัดจ์ส่วนเกินออก มากขึ้น
4. 	สลัดจ์สีน้ำตาลเข้ม ตกตะกอนเร็ว ตั้งทิ้งไว้ 1-2 ชม. สลัดจ์ลอยขึ้นผิวน้ำ	เกิดดีไนตริฟิเคชัน อาจมีการสะสมของสลัดจ์ กันถังเติมอากาศ	สูบสลัดจ์ส่วนเกินออกมากขึ้น
5. 	สลัดจ์สีน้ำตาล ตกตะกอนช้า น้ำขุ่น	น้ำเสียเข้าระบบมาก เกินไป การกวนไม่เพียงพอ	ลดการสูบสลัดจ์ส่วนเกินเพื่อ เพิ่มสลัดจ์ ตรวจสอบอุปกรณ์เติมอากาศ

4. การควบคุมดูแลสิ่งแวดล้อม

สาเหตุการเกิดแบคทีเรียในน้ำ

1. ลักษณะของน้ำเสีย

- * อัตราการไหลไม่แน่นอน เปลี่ยนแปลง
- * องค์ประกอบของน้ำเสียเปลี่ยนแปลง : pH, อุณหภูมิ, N, P
- * ลักษณะของน้ำเสีย : ประเภตการ์โบไฮเดรต (แป้งและน้ำตาล), กรดอินทรีย์ระเหยและซัลไฟด์ (จากระบบแอมโมเนีย)

2. การควบคุมที่ไม่ถูกต้อง

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

การทำให้ตะกอนแห้ง



ลานตากตะกอนทราย



Filter press



Belt press

5. ความคุมอัตราส่วนภาระอินทรีย์ต่อปริมาตรถังเติมอากาศ

อัตราส่วนภาระอินทรีย์ต่อปริมาตร (OL)

= น้ำหนักของบีโอดีที่เข้าระบบต่อวัน (กก./วัน)

ปริมาตรถังเติมอากาศ (ลบ.ม.)

= อัตราการไหล (ลบ.ม./วัน) X บีโอดี(มก./ล.)

ปริมาตรถังเติมอากาศ (ลบ.ม.) X 1,000

$$\text{Organic Loading (OL)} = \frac{QS_0}{V \times 1000}$$

5. ควบคุมอัตราส่วนภาระอินทรีย์ต่อปริมาตรถังเติมอากาศ

จงคำนวณหาอัตราภาระอินทรีย์ต่อปริมาตรถังเติมอากาศ

บ่อบำบัดน้ำเสียมีความจุ	500 ลบ.ม.
มีอัตราน้ำไหลเข้า	1,000 ลบ.ม./วัน
ค่าบีโอดีของน้ำเสียเท่ากับ	500 มก./ล.

$$\begin{aligned} \text{OL} &= \frac{QS_0}{V \times 1000} \\ &= \frac{500 \text{ มก./ล.} \times 1000 \text{ ลบ.ม./วัน}}{500 \text{ ลบ.ม.} \times 1,000} \\ &= \text{กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน} \end{aligned}$$

(ค่าออกแบบสำหรับระบบแอูเอส 0.8 – 1.9 กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน)

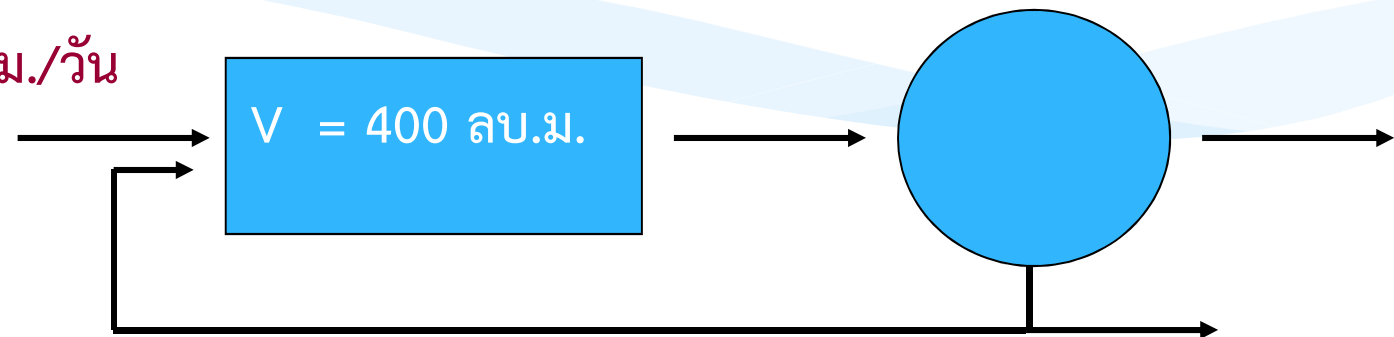
เวลากักพักน้ำ (HRT)

เวลากักพักน้ำ (HRT) คือระยะเวลาที่น้ำเสียถูกบำบัดในถังเติมอากาศ

- * ระยะเวลาสั้นเกินไป : ค่าบีโอดีน้ำทิ้งสูง
- * ระยะเวลายาวเกินไป : เกิดปัญหาการตกตะกอน
- * ระยะเวลาที่เหมาะสม (สำหรับค่าบีโอดีประมาณ 200 มก./ล.)
- * ระบบเอเอสธรรมดา 8 – 12 ชม.
- * ระยะเวลาการกักน้ำ =
$$\frac{\text{ปริมาตรถังเติมอากาศ (V)}}{\text{อัตราการไหล (Q)}}$$

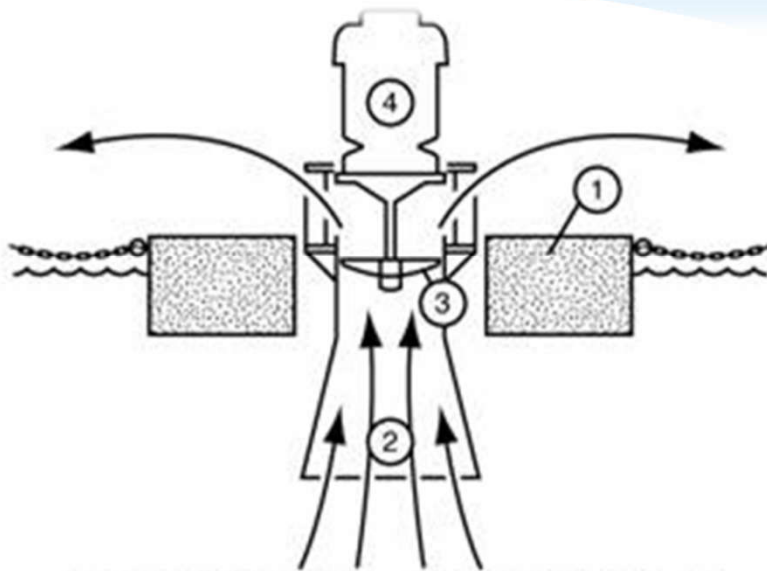
เวลากักน้ำ (HRT)

$$Q_1 = 1000 \text{ ลบ.ม./วัน}$$



$$\begin{aligned} * \text{ ระยะเวลาที่กักน้ำ} &= \frac{400 \text{ ลบ.ม.}}{1000 \text{ ลบ.ม./วัน}} \times \frac{24 \text{ ชม.}}{\text{วัน}} \\ &= 9.6 \text{ ชม.} \end{aligned}$$

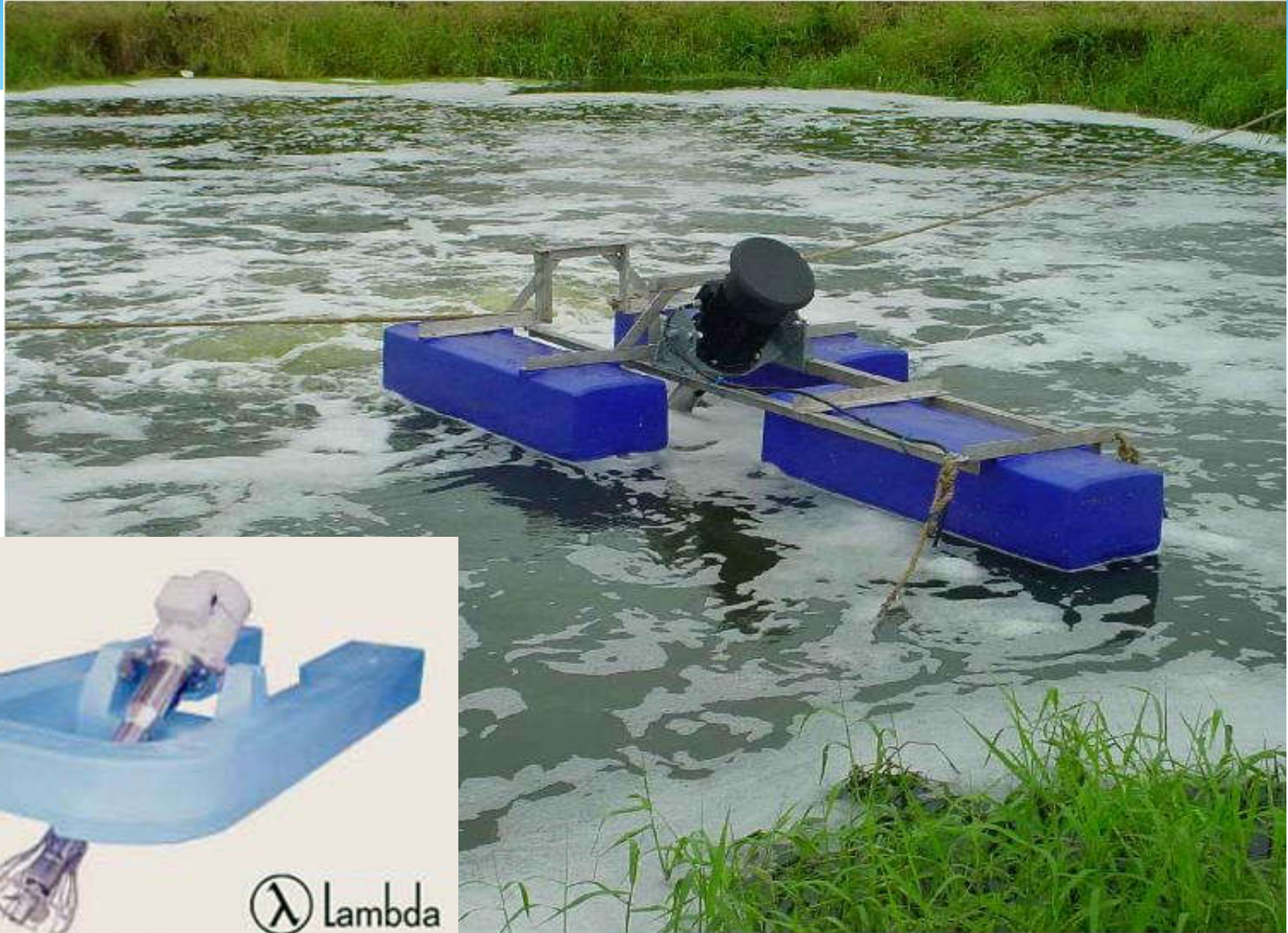
Surface Aerator



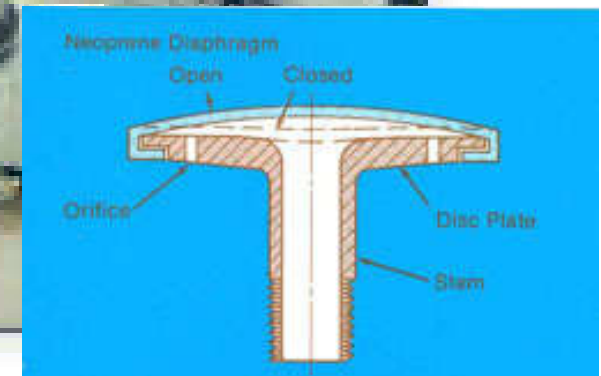
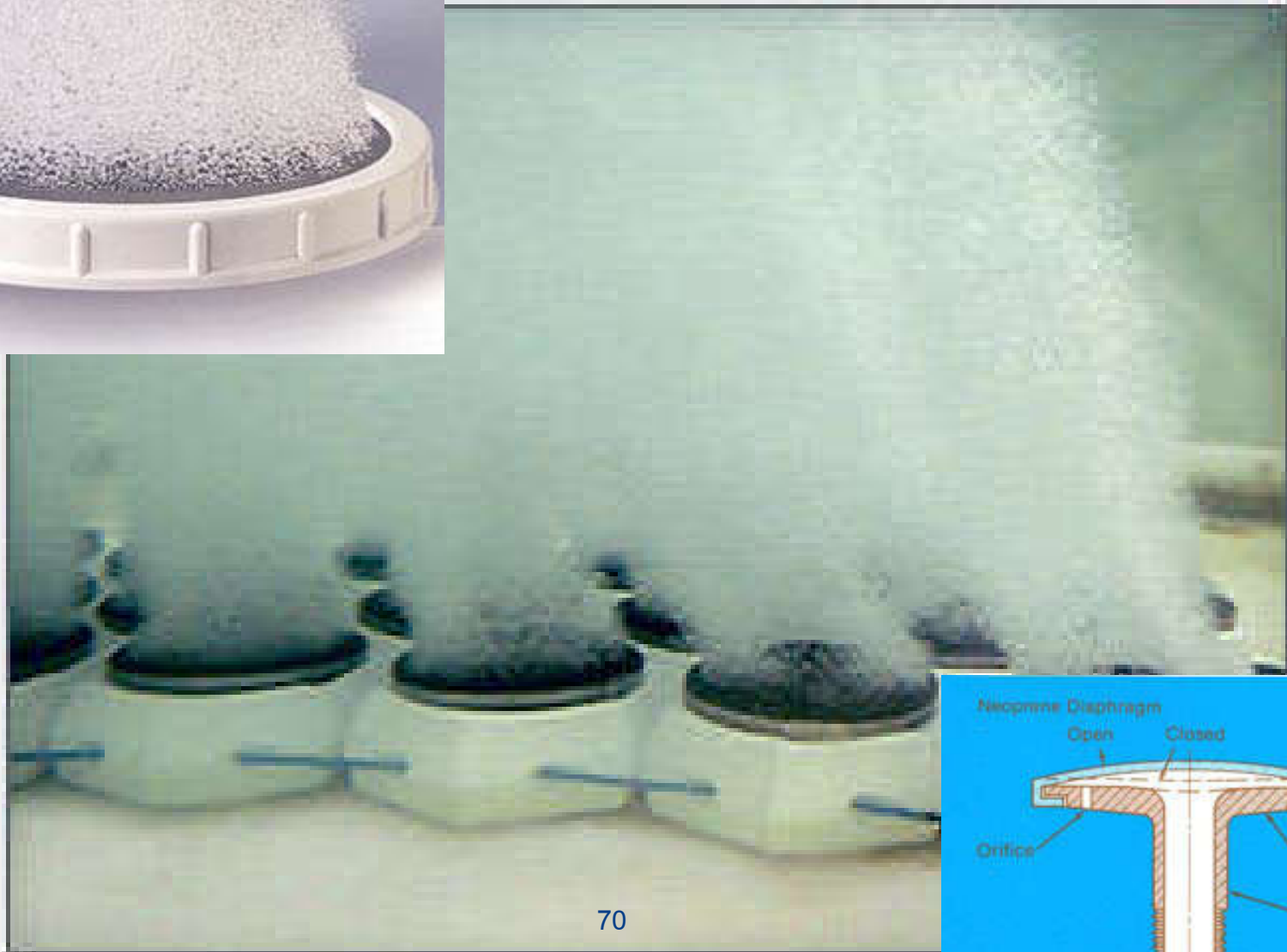
1. Ring float, tethered 4 ways with cables to the tank walls
2. Draft tube
3. Propeller and slinger-ring on motor shaft
4. Electric motor, 0.75 to 5/6 kW output rating



Jet Aerator



Diffuser



ตัวอย่างปัญหาและวิธีการแก้ไข

ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ไข
1. ค่า DO ในถังลดต่ำลงกระทันหัน	- สารอินทรีย์เข้าสู่ถังเติมอากาศสูง	- ลดอัตราการเติมน้ำเสียเข้าระบบ - เพิ่มการเติมอากาศ
2. ค่า DO ในถังเพิ่มขึ้นกระทันหัน	- มีสารพิษมาในระบบ ทำให้จุลินทรีย์ในถังตาย	- บำบัดสารพิษก่อน - เติมน้ำเสียที่ละน้อยเพื่อให้จุลินทรีย์ปรับตัว - ถ้าจุลินทรีย์ตายหมดต้องเริ่มต้นเดินระบบใหม่

ปัญหาการเดินระบบและวิธีการแก้ไข

ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ไข
3. มีฟองขาว หนา ปกคลุมถึง	- มีสารซักฟอก หรือสารที่ทำให้เกิดฟองเข้ามาในระบบมาก - เติมน้ำมากเกินไป - ค่า MLSS ต่ำ	- ควบคุมการทิ้งสารซักฟอก - ฉีดน้ำทำลายฟอง - ลดการเติมน้ำ - หยุดการทิ้งสลัดจ์ - เพิ่มการหมุนเวียนสลัดจ์

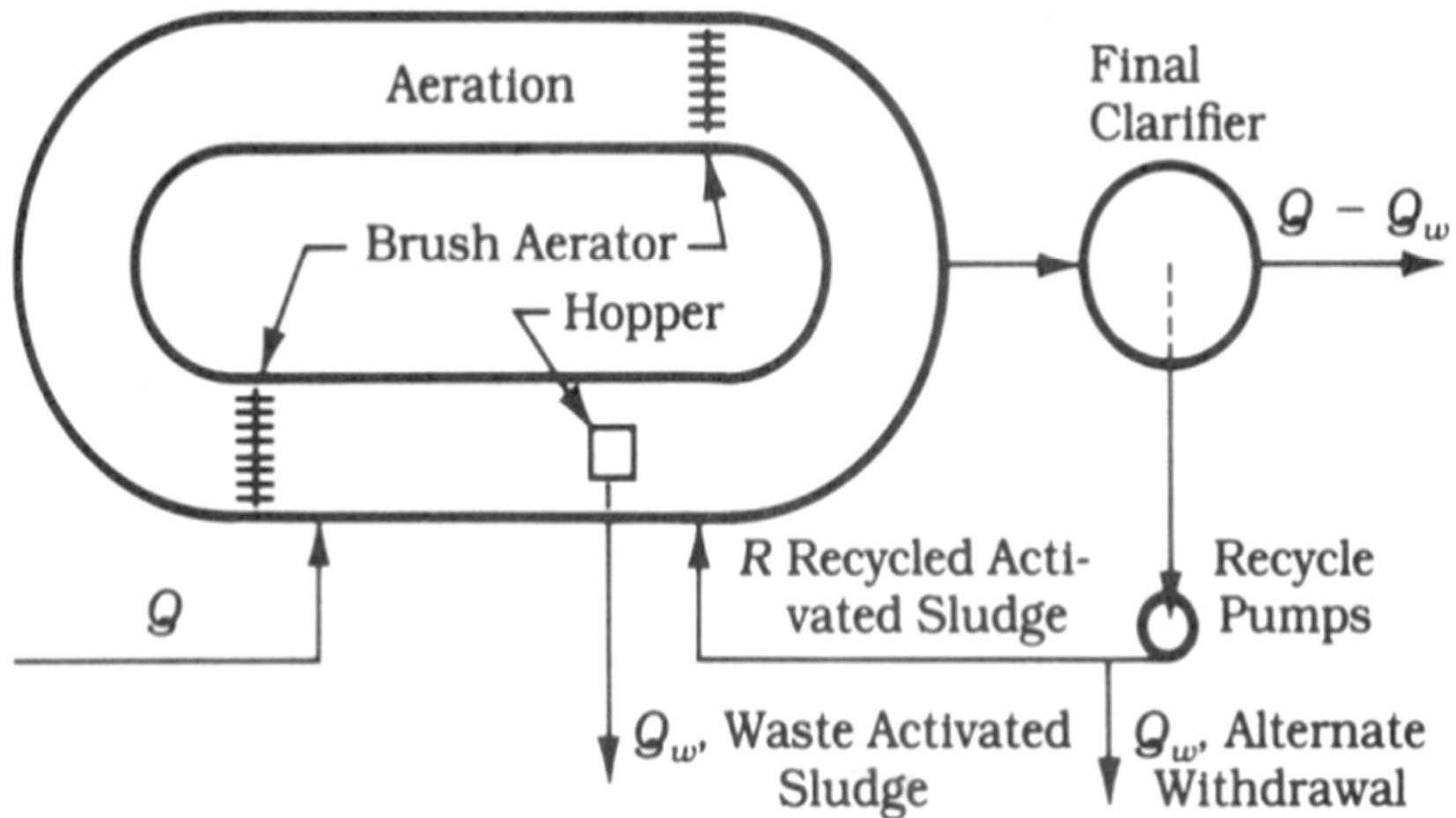
ปัญหาการเดินระบบและวิธีการแก้ไข

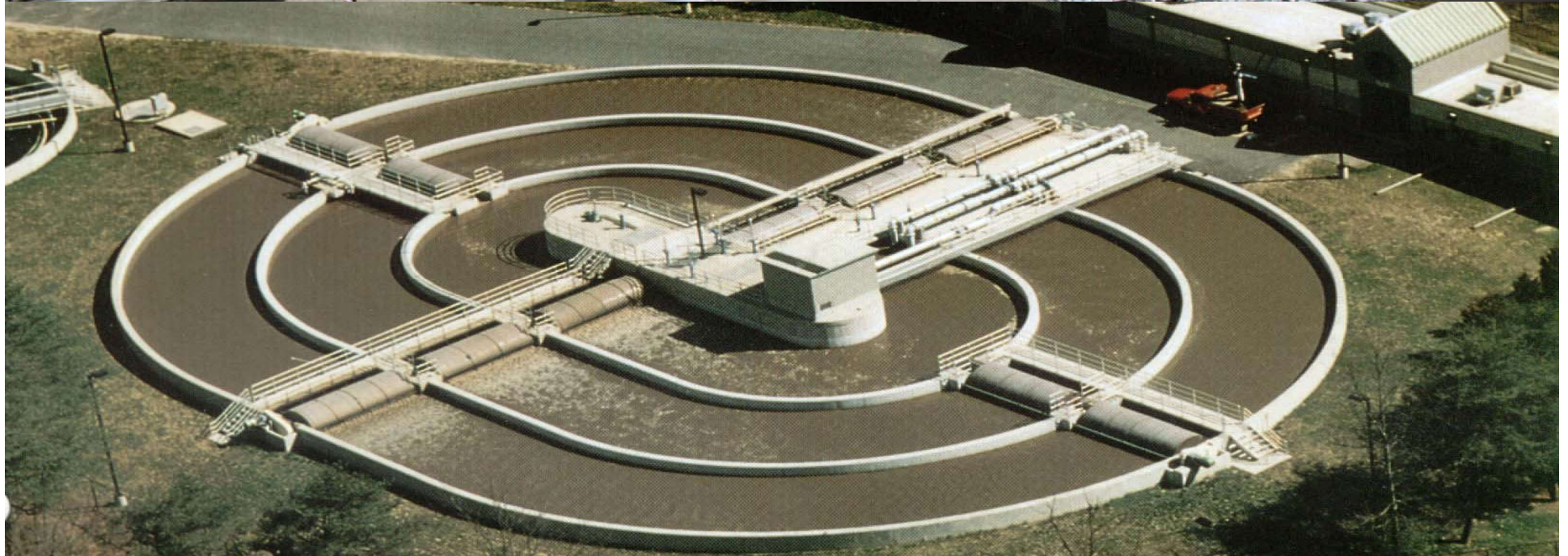
ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ไข
3. มีฟองสีน้ำตาล ปกคลุมผิวหน้า	- MLSS ในถังมากเกินไป - สลัดจ์มีอายุมากเกินไป - ค่า F/M ต่ำ	- เพิ่มการทิ้งสลัดจ์ที่ละน้อย
	- มีแบคทีเรียเส้นใยชนิด Nocardia	- เพิ่มการทิ้งสลัดจ์ที่ละน้อย เพื่อลดอายุสลัดจ์ - เติมนคลอรีนในท่อส่งสลัดจ์ กลับ หรือ ฉีดสารละลาย คลอรีนลงบนฟอง

ปัญหาการเดินระบบและวิธีการแก้ไข

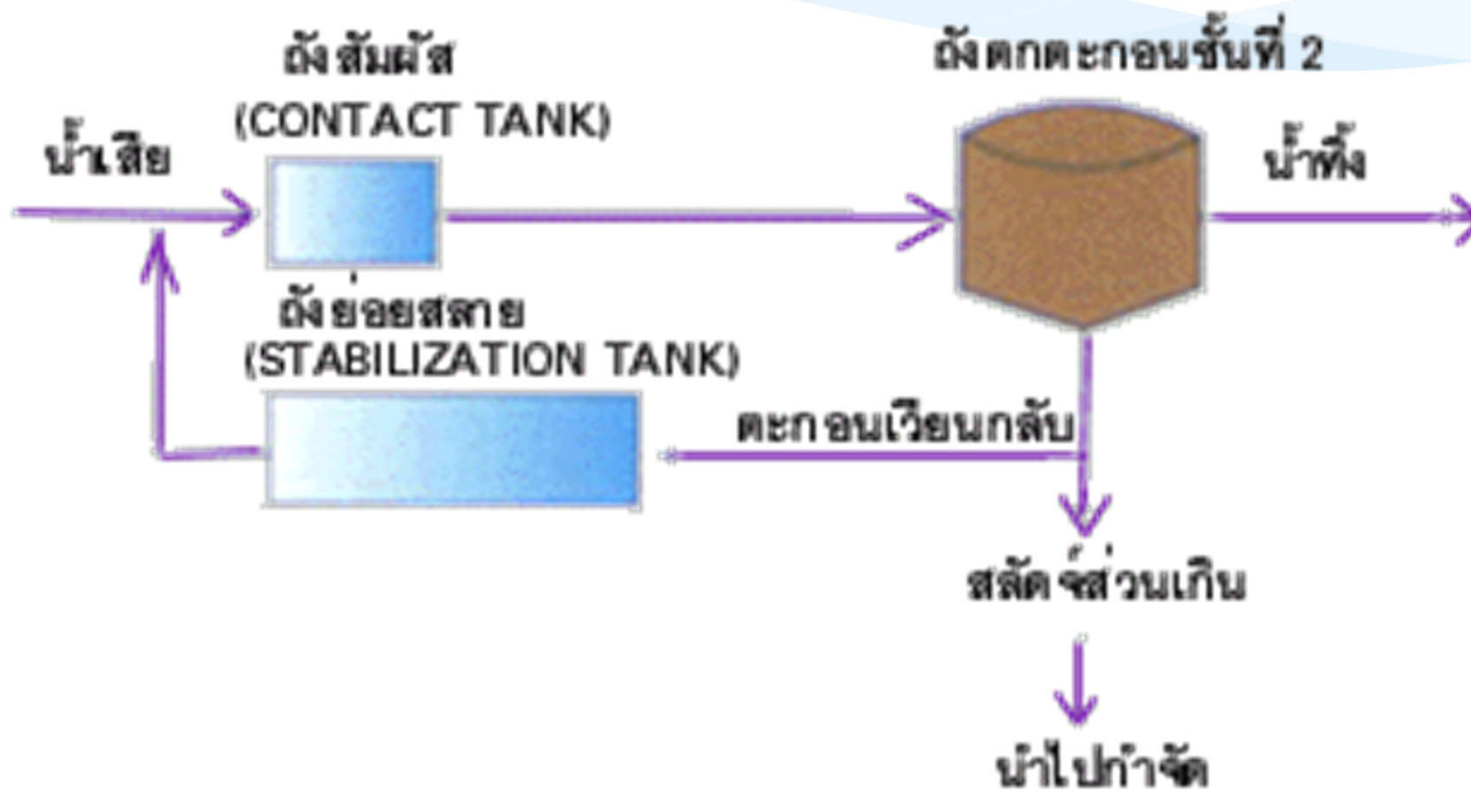
ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ไข
4. มีจุลินทรีย์ ออกมากับน้ำทิ้ง มาก	- ชั้นของสลัดจ์ในถังตกตะกอนสูงเกินไป - เกิดขบวนการ<u>ดีไนตริฟิเคชัน</u>ในถังตกตะกอน มีฟองอากาศจับกับกลุ่มสลัดจ์ หรือปริมาณออกซิเจนละลายในถังเติมอากาศมีน้อยเกินไป	- เพิ่มการสูบสลัดจ์กลับไปยังถังเติมอากาศ - สูบสลัดจ์ส่วนเกินออกเพิ่ม - เพิ่มปริมาณการเติมออกซิเจนในถังเติมอากาศ - สูบสลัดจ์กลับไปยังถังเติมอากาศมากขึ้น

2. Oxidation ditch





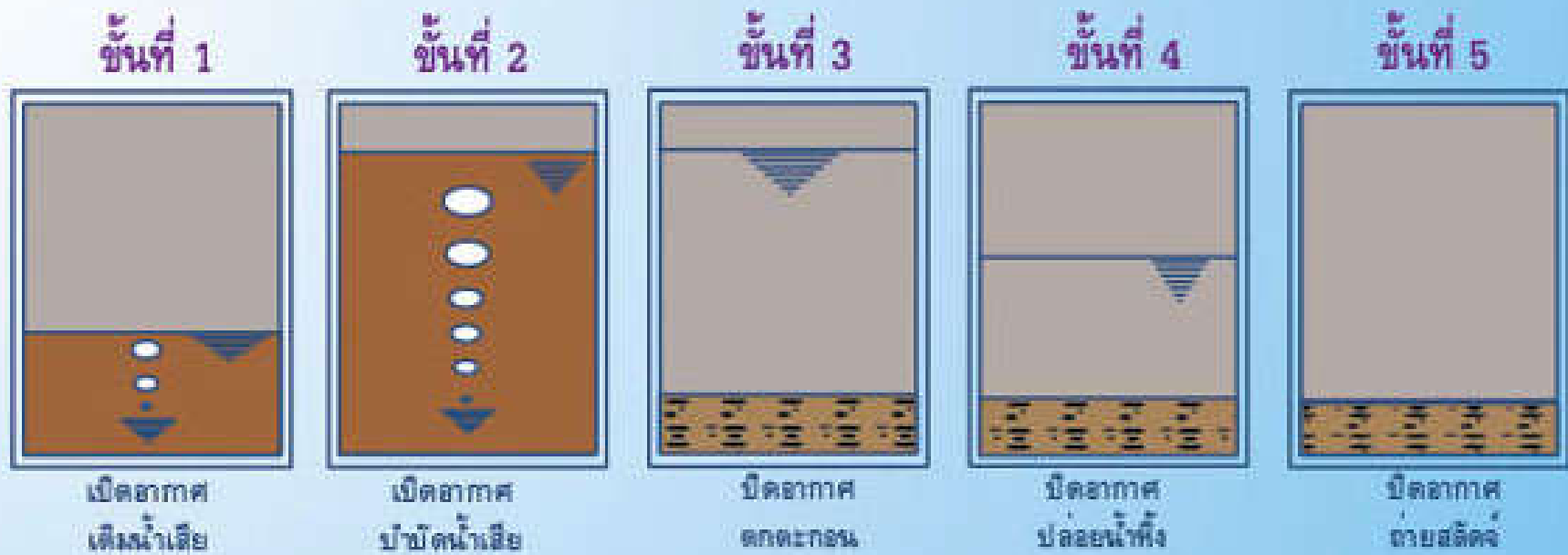
3. Contact Stabilization Activated Sludge



3. Contact Stabilization Activated Sludge

Parameter	Typical value
F/M Ratio	0.2 - 0.6 กก.บีโอดี / กก. MLSS-วัน
อายุสลัดจ์ (Sludge Age)	5 - 15 วัน
อัตราภาระอินทรีย์ (Organic Loading)	0.9 - 1.2 กก.บีโอดี / ลบ.ม.-วัน
- MLSS ในถังสัมผัส	1,000 - 3,000 มก./ล.
ในถังปรับเสถียร	4,000 - 10,000 มก./ล.
- HRT ในถังสัมผัส	0.5 - 1 ชั่วโมง
ในถังปรับเสถียร	3 - 8 ชั่วโมง
อัตราส่วนการสูบสลัดจ์กลับ	0.25 - 1.5
- ความต้องการออกซิเจน	
ในถังสัมผัส	0.4 - 0.6 กก.O ₂ / กก. BOD ที่ถูกกำจัด
ในถังปรับเสถียร	0.3 - 0.5 กก.O ₂ / กก. BOD ที่ถูกกำจัด
ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี	ร้อยละ 80 - 90

4. Sequencing Batch Reactor, SBR

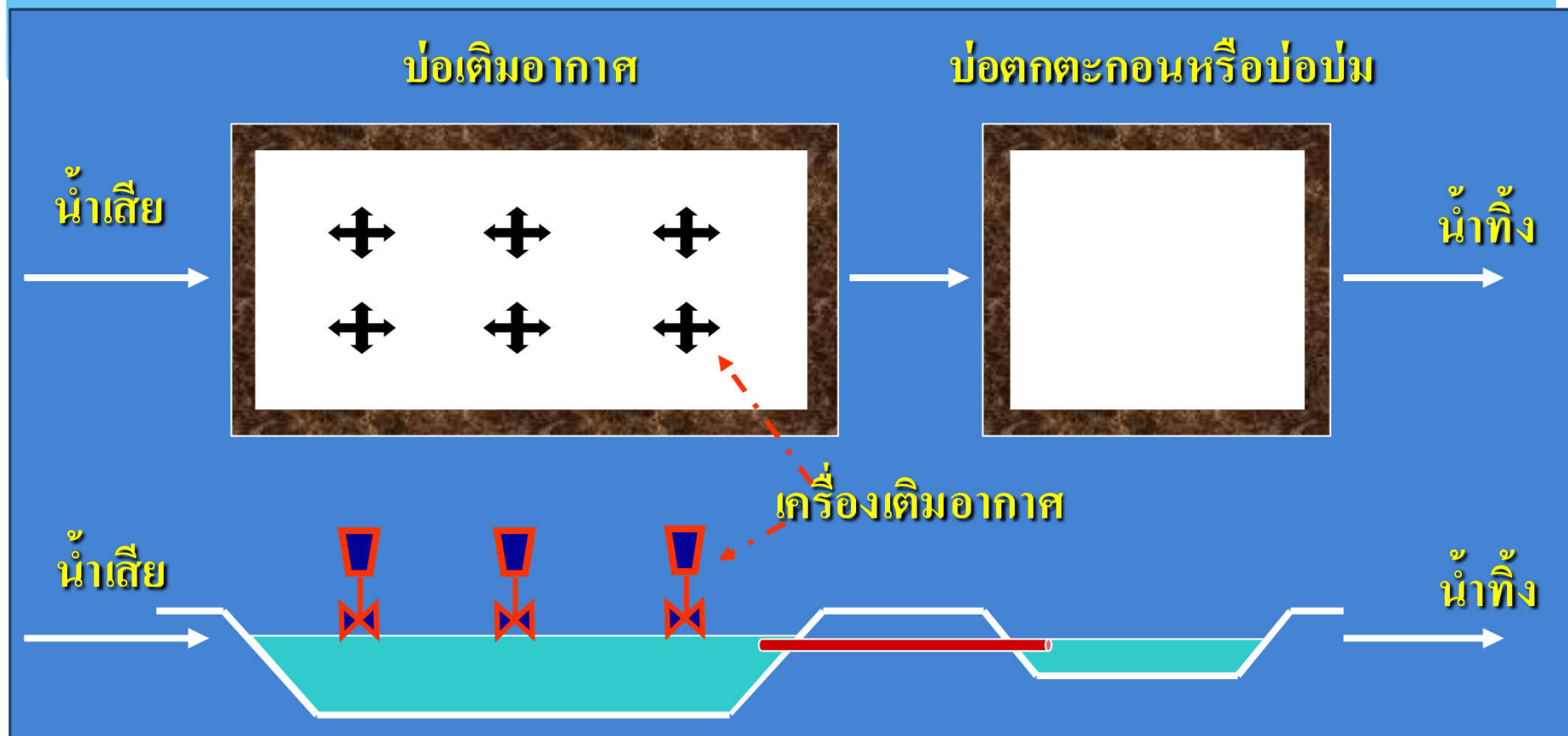


4. Sequencing Batch Reactor, SBR

Parameter	Typical value
F/M Ratio	0.05 - 0.3 กก.บีโอดี / กก. MLSS-วัน
ระยะเวลาบำบัดรวม	12 – 24 ชม.
อายุสลัดจ์ (Sludge Age)	8 - 20 วัน
อัตราภาระอินทรีย์ (Organic Loading)	0.1 - 0.3 กก.บีโอดี / ลบ.ม.-วัน
MLSS	1,500 - 6,000 มก./ล.
ความจุถังต่ออัตราไหลเข้าของน้ำเข้าระบบ	8 - 50 ชั่วโมง
ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี	ร้อยละ 85 - 95

ที่มา : คำกำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย", สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย 2540 และ "Wastewater Engineering",⁸⁰Metcalf&Eddy 1991

5. Aerated lagoon

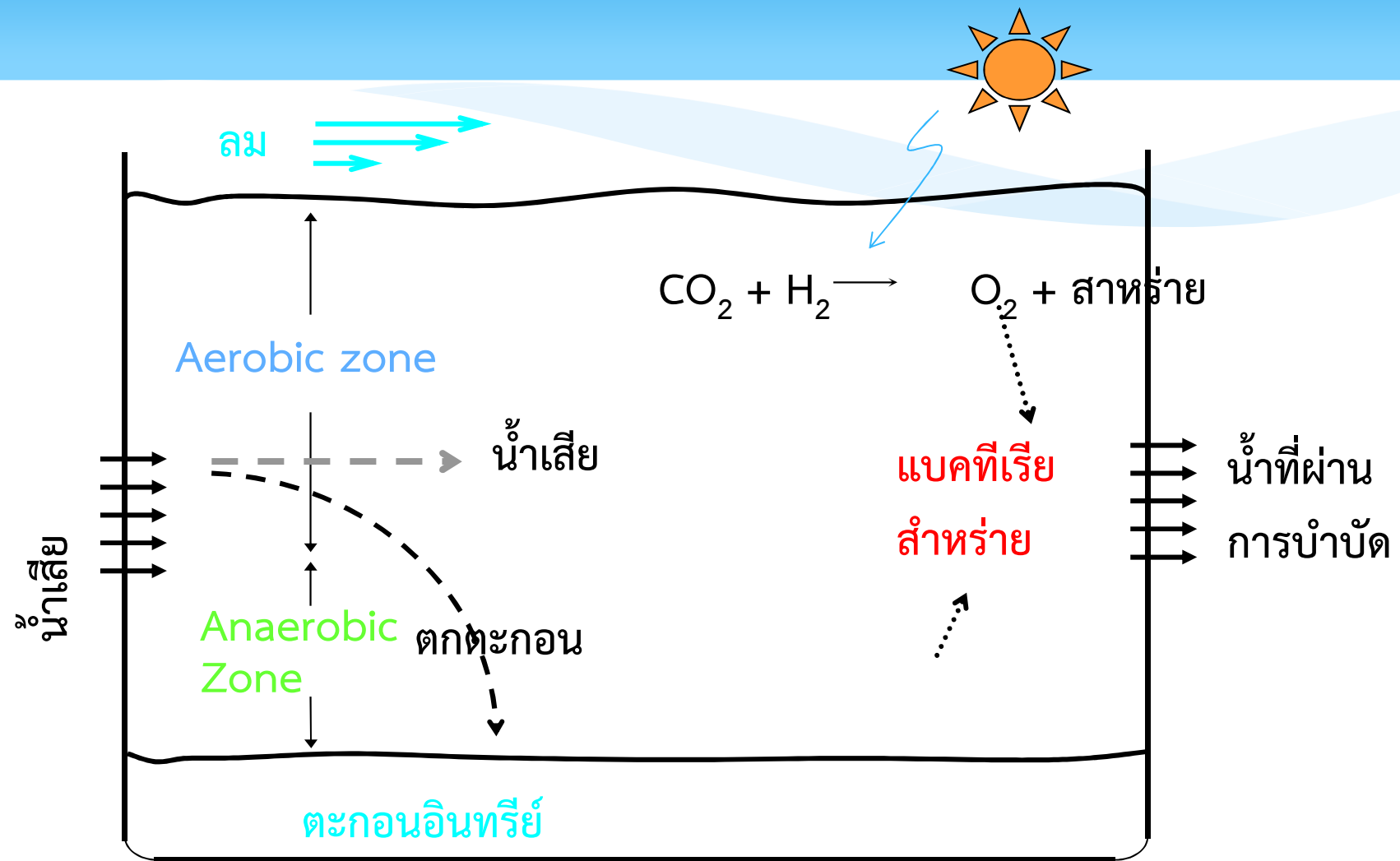


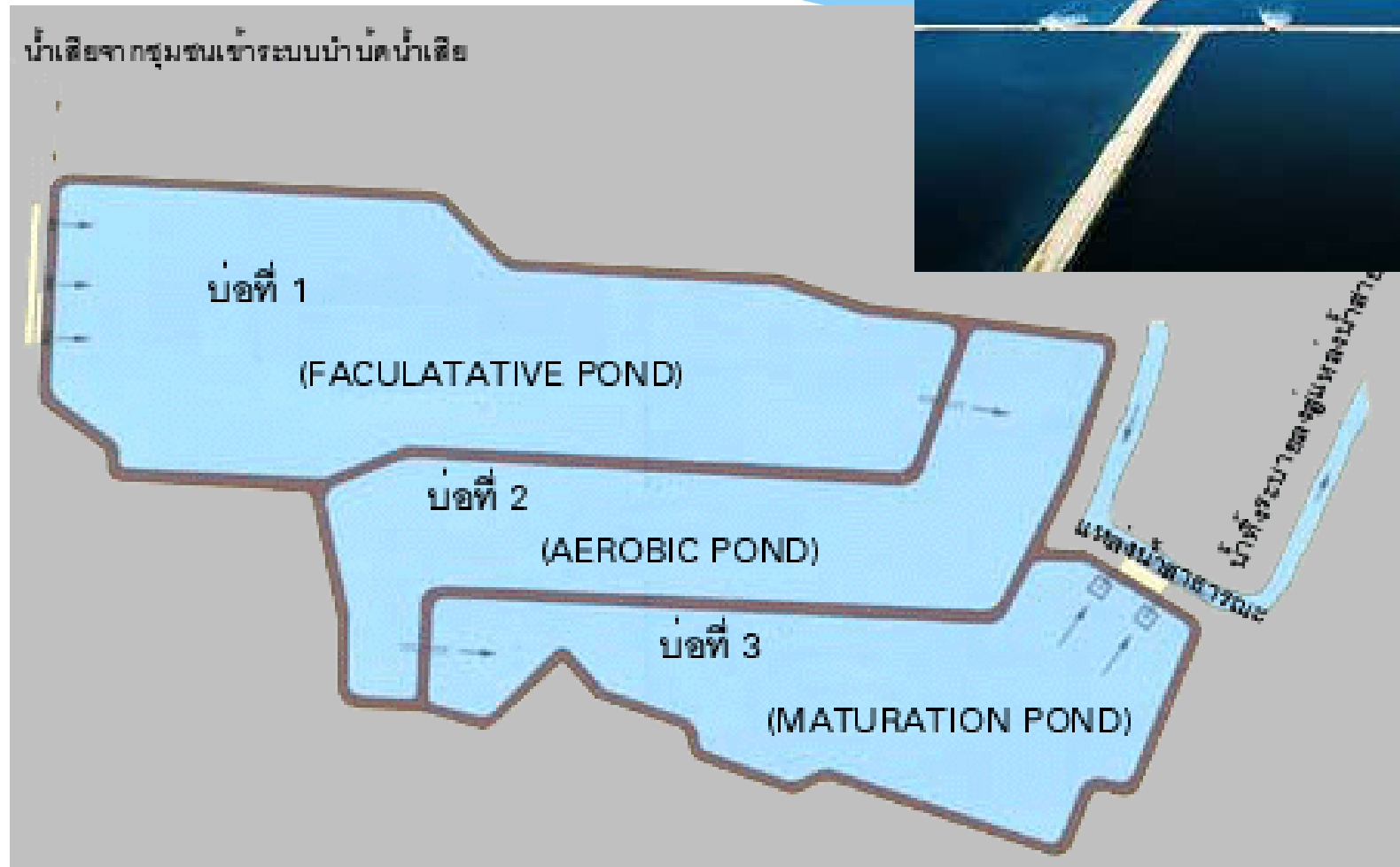
- ระยะเวลาที่กักพักรของสระเติมอากาศ 3 – 10 วัน
- ระยะเวลาที่กักพักรของบ่อดกตะกอน 1 – 2 วัน
- ของแข็งแขวนลอย < 1,000 มก./ล.

5. Aerated lagoon



6. Stabilization pond

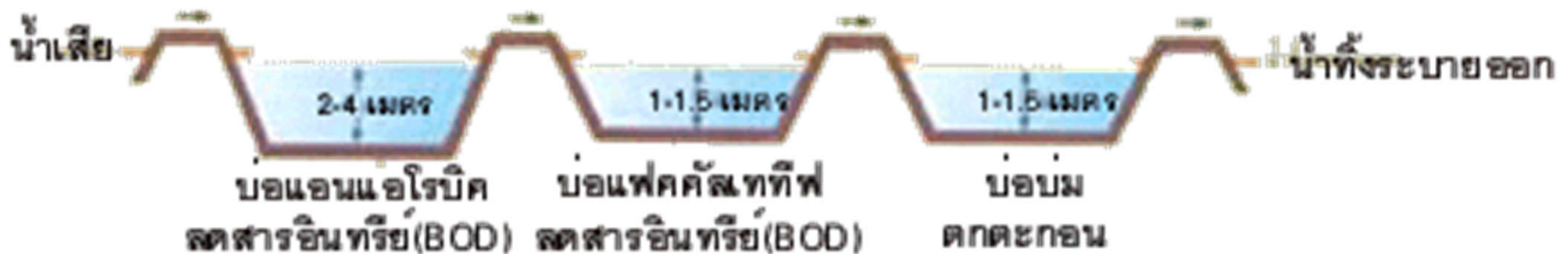




ที่มา: น้ำเสียชุมชนและระบบบำบัดน้ำเสีย, กรมควบคุมมลพิษ 2545

6. Stabilization pond

- * Anaerobic pond ควรนำตะกอนออกไปกำจัด ทุก 3-5 ปี
- * Facultative pond อาจเกิดความเป็นกรดในบ่อ หากเกิดกลิ่น ให้ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ดับกลิ่น ต้องมีการตัดหญ้า
- * Aerobic pond อาจเกิดสาหร่ายที่ความลึกของบ่อ 0.2 - 0.6 เมตร ต้องกวาดวันละ 1-2 ครั้ง



ที่มา: “น้ำเสียชุมชนและระบบบำบัดน้ำเสีย”, กรมควบคุมมลพิษ 2545

ขอบคุณครับ

xofhcu@gmail.com

086-626-2684

