

กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ

ชาวลิต วโรตมรังสีมันต์

ภาควิชาวิทยาศาสตร์อณามัยสิ่งแวดล้อม

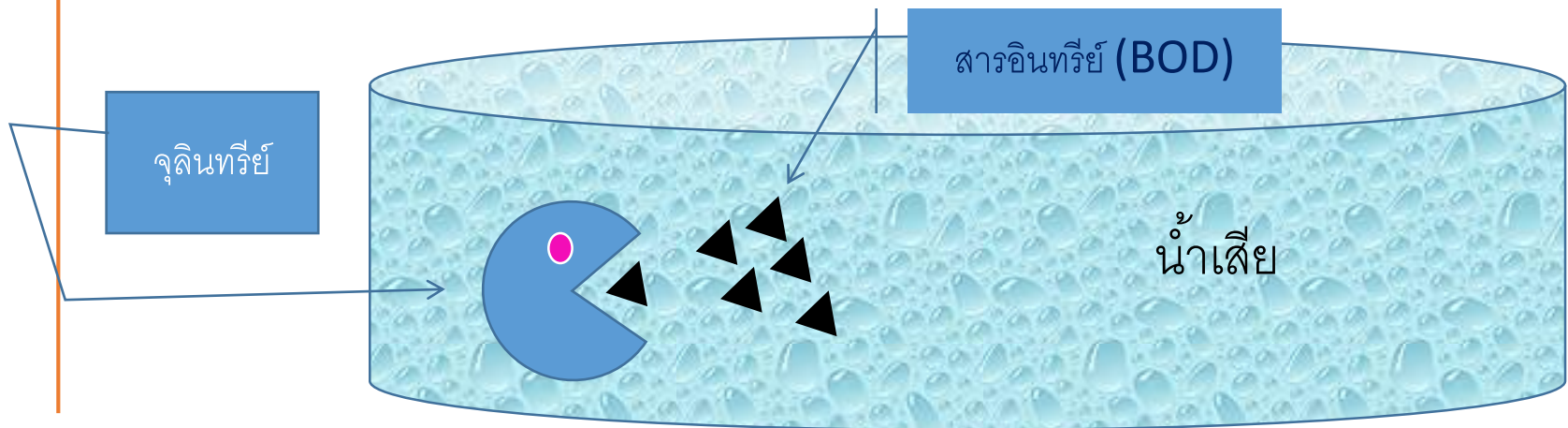
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

E-mail; chaowalit.war@mahidol.ac.th

- กระบวนการทางชีวภาพในการบำบัดน้ำเสีย
 - แบบใช้ออกซิเจน
 - แบบไม่ใช้ออกซิเจน
- ระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพแบบใช้ออกซิเจน
- ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจน

หลักการและวิธีการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ

เป็นระบบที่ใช้กระบวนการทางชีวภาพในการบำบัดน้ำเสียโดย**อาศัยการทำงานของจุลินทรีย์**ในการย่อยสลายและเปลี่ยนรูปสารอินทรีย์ในน้ำเสียให้อยู่ในรูปของ
สารอนินทรีย์



สภาวะการทำงานของกระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยา

- 1) **Aerobic Process** (ใช้ออกซิเจนอิสระที่ละลายน้ำ) แบคทีเรียได้รับออกซิเจนจากออกซิเจนอิสระที่ละลายอยู่ในน้ำ (Dissolved Oxygen)
- 2) **Anaerobic Process** (ไม่ใช้ออกซิเจนอิสระที่ละลายน้ำ) แบคทีเรียได้ออกซิเจนจากออกซิเจนที่ยึดเป็นสารประกอบ (Fixed Oxygen) ได้แก่ NO_3 และ SO_4
- 3) **Anoxic Process** (แบบขาดอากาศ) แบคทีเรียทำงานภายใต้ภาวะที่ไม่มีอากาศ (Anoxic)
- 4) **Nitrification Process** กระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบให้กลายเป็นไนไตรท์ และ ไนเตรท
- 5) **Denitrification Process** กระบวนการเปลี่ยนสารอาหารประเภทไนเตรทให้เป็นก๊าซไนโตรเจน

จุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสีย

- จุลินทรีย์ --> แบคทีเรีย แยกประเภทจากตัวรับอิเล็กตรอน
- ปฏิกริยาแบบใช้ออกซิเจน

แบคทีเรีย + อาหาร + ออกซิเจน --->

แบคทีเรีย + กากอาหาร + น้ำสะอาด

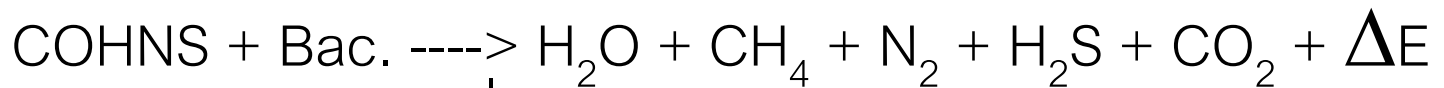
- $\text{COHNS} + \text{O}_2 + \text{Bacteria} \text{ ----> } \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 + \Delta E$
พลังงานที่ได้จะถูกนำมาใช้สร้างเซลล์ใหม่ ดังสมการ
 $\text{COHNS} + \text{O}_2 + \text{Bac.} + \Delta E \text{ ----> } \text{C}_5\text{H}_7\text{O}_2\text{N (new cell)}$

จุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสีย

- ปฏิกิริยาแบบไม่ใช้ออกซิเจน

แบคทีเรีย + อาหาร \rightarrow

แบคทีเรีย + กากอาหาร + ก๊าซชีวภาพ + น้ำสะอาด



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

➤ ประหยัดพลังงานในการเติมอากาศ

➤ ได้พลังงานที่เกิดขึ้นจากกระบวนการย่อยสลายโดยไม่ใช้อากาศ

ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการบำบัดทางชีวภาพ

1. ลักษณะโครงสร้างและสารประกอบ
2. การหายใจของจุลชีพ (Respiration)
3. อุณหภูมิ
4. pH
5. ธาตุอาหาร
6. อื่นๆ เช่น สารยับยั้ง

1. ลักษณะโครงสร้างและสารประกอบ

ลักษณะโครงสร้างและ
สารประกอบที่ปนเปื้อนในน้ำ
เสียมีความสามารถในการ
ย่อยสลายได้ยากง่ายแตกต่างกัน

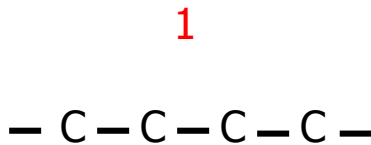
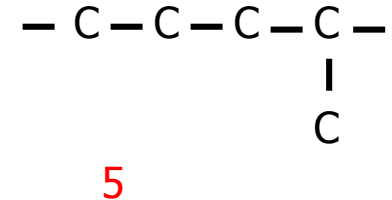
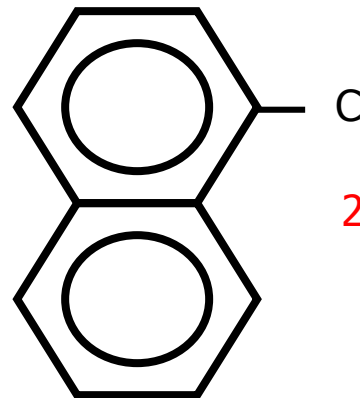
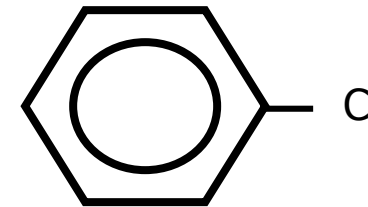
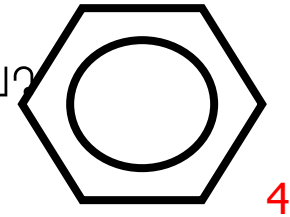
เช่นโครงสร้างที่มีความแข็งแรง
หรือมีพันธะที่ซับซ้อน (รูปที่ 2-
3) จะย่อยสลายได้ยากกว่า
โครงสร้างอย่างง่าย (รูปที่ 1)

- Aromatic / Aliphatic

- Aliphatic กิ่งก้าน/ แนวเดียว

- มีกลุ่ม Halogen

- Polymers



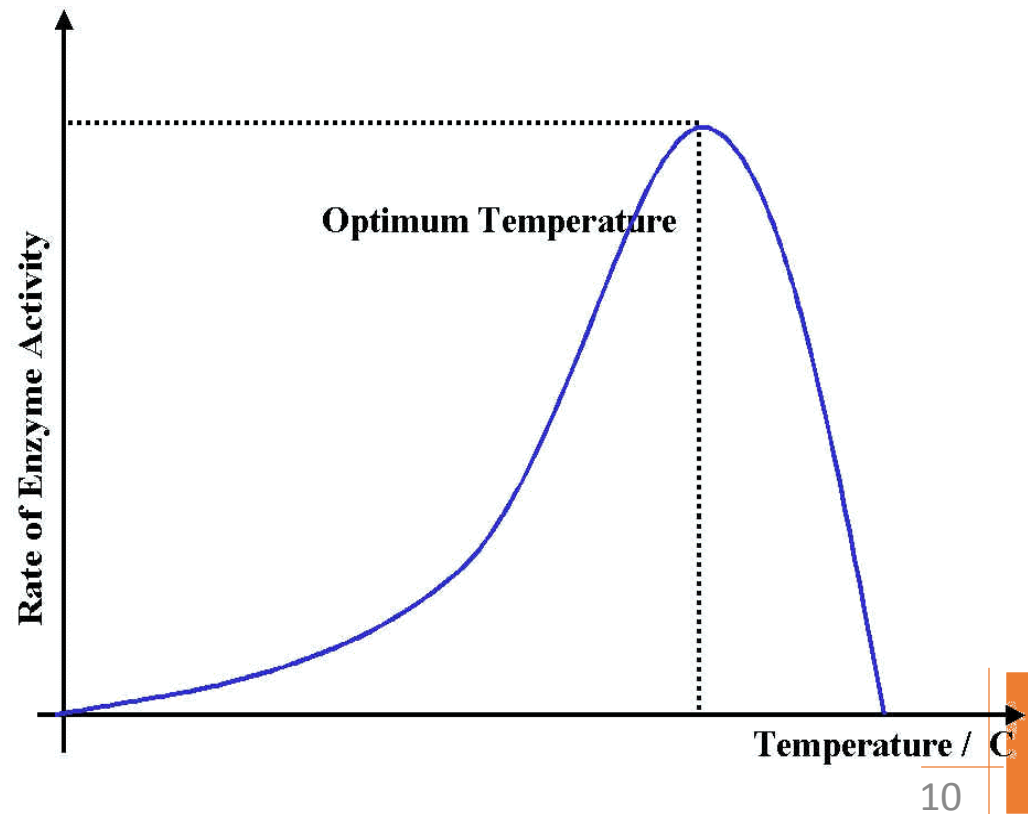
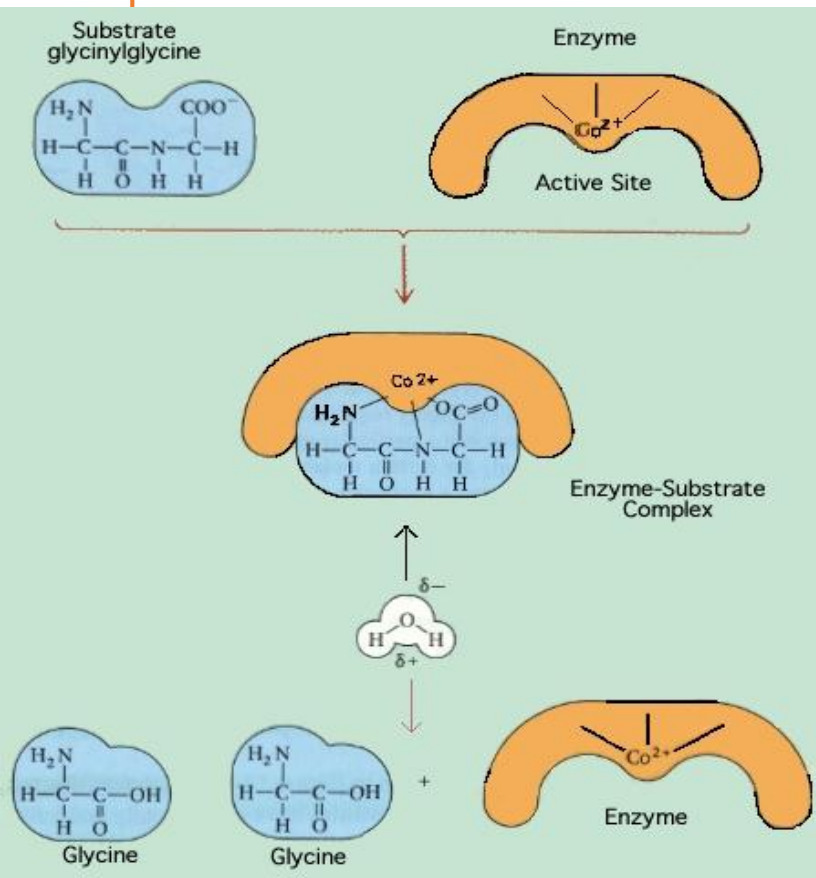
2. ตัวรับอิเล็กตรอนของจุลชีพ

การหายใจ (Respiration) คือการหาสารมารับอิเล็กตรอน

1. Aerobic: ใช้ออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอน ได้ผลิตผลเป็น CO_2 , H_2O นิยมใช้มากเพราะรวดเร็ว
2. Anoxic ใช้สารประกอบออกซิเจน เช่น NO_3^- , SO_4^{2-} เป็นตัวรับอิเล็กตรอน ได้ผลิตผลเป็น N_2 , H_2S
3. Anaerobic ใช้ CO_2 เป็นตัวรับอิเล็กตรอน ได้ผลิตผลเป็น Acetate (CH_3COOH), Methane (CH_4) นิยมกับสารกลุ่ม halogenated เช่น Dechlorination

4. อุณหภูมิ

- กิจกรรมของเอนไซม์จะแปรผันตามอุณหภูมิ
บางช่วง Temp สูง 10°C ทำให้การทำงานเพิ่มขึ้น 2 เท่า



4. อุณหภูมิ

- ช่วงอุณหภูมิการทำงานของแบคทีเรีย

	ชนิดของจุลชีพ	ช่วงทำงาน (°C)	ช่วงเหมาะสม (°C)
1.	Psychophilics	-2 – 30	12 -18
2.	Mesophilic	20 – 45	25 – 40
3.	Thermophilic	45 - 75	55 - 65

5. pH

- ช่วงที่เหมาะสมมักเป็น 6 – 8 ขึ้นกับชนิดของแบคทีเรียและเอมไซม์
- ตัวอย่าง

➤ Aerobic: Org. \rightarrow CO_2 pH \downarrow

➤ Anaerobic: Org. \rightarrow HS- pH \downarrow

➤ Nitrification: $\text{NH}_4 \rightarrow \text{NO}_3^-$ pH \downarrow

6. ธาตุอาหาร

- N, P
- Fe, S, K, Ca, Mg 1 – 100 mg/L
- Ni, Cu, Zn < 1 mg/L
- BOD: N: P = 100: 5: 1 (100: 1.1: 0.2)
- TOC: N: P = 20: 5: 1

7. อื่นๆ

- ความหลากหลายและเคยชินของจุลชีพ
- การเจริญเติบโตของจุลชีพ
- ลักษณะการออกแบบถัง (รูปร่าง, การผสม, ระยะเวลาที่กักเก็บ, ระยะเวลาที่กักตะกอน)
- TDS (Total Dissolved Solids)
- ชนิดของระบบ
- Etc.

ระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพแบบใช้ออกซิเจน

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีชีวภาพที่นิยมใช้กันมากโดยอาศัยจุลินทรีย์ที่มีปริมาณมากพอสำหรับการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย

- ระบบบ่อปรับเสถียร/บ่อธรรมชาติ (Stabilization / Natural Pond)
- ระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon, AL)
- ระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge; AS)

ระบบบ่อบำบัดเสถียร (Stabilization Pond)

ระบบบ่อบำบัดเสถียร (Stabilization Pond) /
ระบบบ่อบำบัดสมดุล/ระบบบ่อบำบัด (Oxidation Pond)/
ระบบบ่อบำบัดธรรมชาติ (Natural Pond)



ระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond)

บ่อน้ำที่รับน้ำเสียเพื่อบำบัดหรือกำจัด BOD โดยอาศัยธรรมชาติ ได้แก่ การสังเคราะห์แสง เพื่อให้เกิดออกซิเจนแบบที่เรียกใช้ออกซิเจนในการบำบัดความสกปรกให้ออกมาในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือ อาศัยกระบวนการหมัก ทำให้เกิดก๊าซมีเทน

ในบ่อธรรมชาติอาจทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้ทั้งแบบใช้ออกซิเจนและแบบไม่ใช้ออกซิเจนในเวลาเดียวกัน

ประเภทของระบบบ่อบำบัดเสถียร

ระบบบ่อบำบัดเสถียรแบ่งออกเป็น 3 ประเภท
ตามการใช้/ไม่ใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์

บ่อบำบัดออกซิเจน (Aerobic Pond)

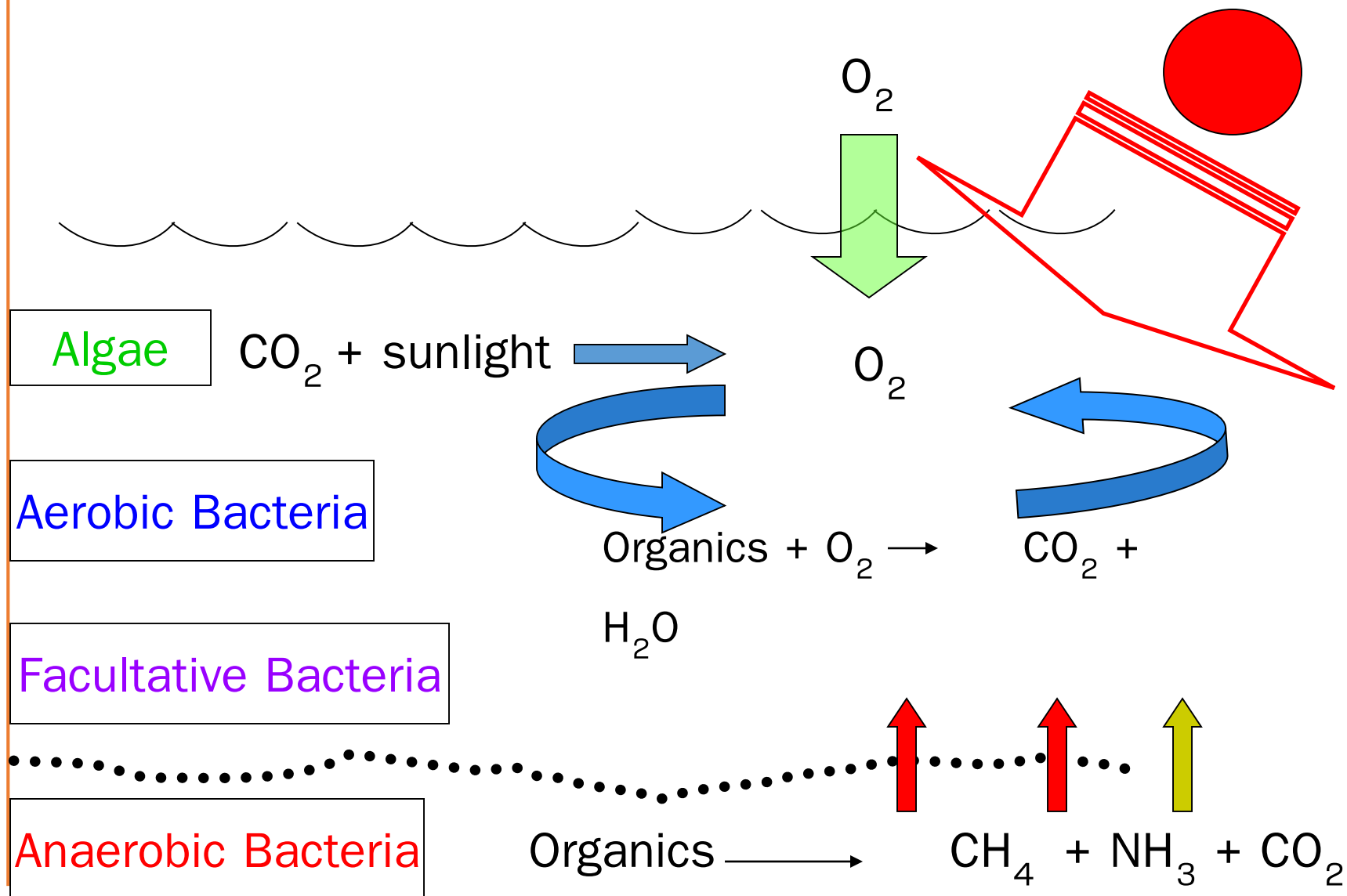
บ่อบำบัด/ไม่บำบัดออกซิเจน (Facultative Pond)

บ่อบำบัดไม่บำบัดออกซิเจน (Anaerobic Pond)



ตัวอย่างการวางบ่อของระบบบ่อบำบัดเสถียร (Stabilization Pond)

กระบวนการที่เกิดขึ้นในบ่อปรับเสถียร



บ่อมีออกซิเจน (Aerobic Pond)/บ่อเขียว

บ่อมี/ไม่มีออกซิเจน (Facultative Pond)/บ่อกึ่งหมักกึ่งผึ่ง

บ่อผึ่ง/บ่อเขียว
(Oxidation Pond)

บ่อบ่ม/บ่อฆ่าเชื้อ (Maturation Pond)

บ่อน้ำใส (Polishing Pond)

บ่อมีออกซิเจน (Aerobic Pond)

เป็นบ่อตื้นที่มีขนาดใหญ่ และมีออกซิเจนละลายน้ำอยู่ทั่วทั้งบ่อ แสงแดดส่องทั่วถึง ช่วยให้เกิดปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสง การบำบัดน้ำเสียจึงใช้แบคทีเรียและสาหร่าย

ออกซิเจนในบ่อได้จากการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย และการละลายของออกซิเจนในอากาศ

เวลากักน้ำ 4-6 วัน

ความลึกของบ่อประมาณ ไม่เกิน 1.5 เมตร

ประเภทของบ่อบำบัดน้ำเสีย

บ่อบำบัดน้ำเสียสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. บ่อผลิตสาหร่าย (High-rate Pond) มีขนาดความลึกของน้ำเท่ากับ 15-45 cms. เท่านั้น
2. บ่อเพิ่มออกซิเจน (Low-rate Pond) มีขนาดความลึกของน้ำเท่ากับ 1.5 m.

ถ้าต้องการให้ได้ผลดีที่สุด คือ ทำให้เป็น Aerobic Pond จริงๆ อาจใช้เครื่องเติมอากาศเข้าช่วย

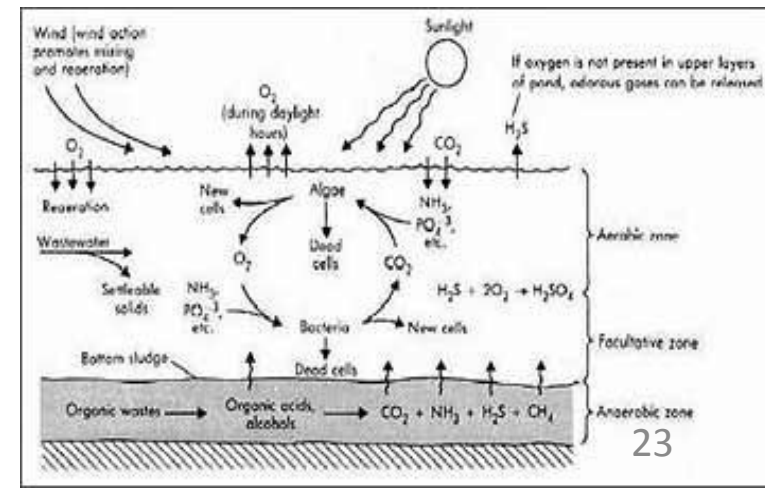
บ่อแฟคัลเททีฟ(Facultative Pond)

เป็นบ่อที่ถูกออกแบบให้มีความลึกมากกว่าบ่อมีออกซิเจน
แฟคัลเททีฟอาจพบแบคทีเรีย 3 ชนิด คือ

1. แบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจน (Aerobic Bacteria)
2. แบคทีเรียที่ไม่ต้องการออกซิเจน (Anaerobic Bacteria)
3. แบคทีเรียที่สามารถเจริญเติบโตได้ทั้ง 2 สภาวะ
(Facultative Bacteria)

เวลากักน้ำ 5-30 วัน (ขึ้นกับลักษณะน้ำเสีย)

ความลึกของบ่อประมาณ 1.5-2 เมตร



การแบ่งชั้นของบ่อ - Facultative Pond

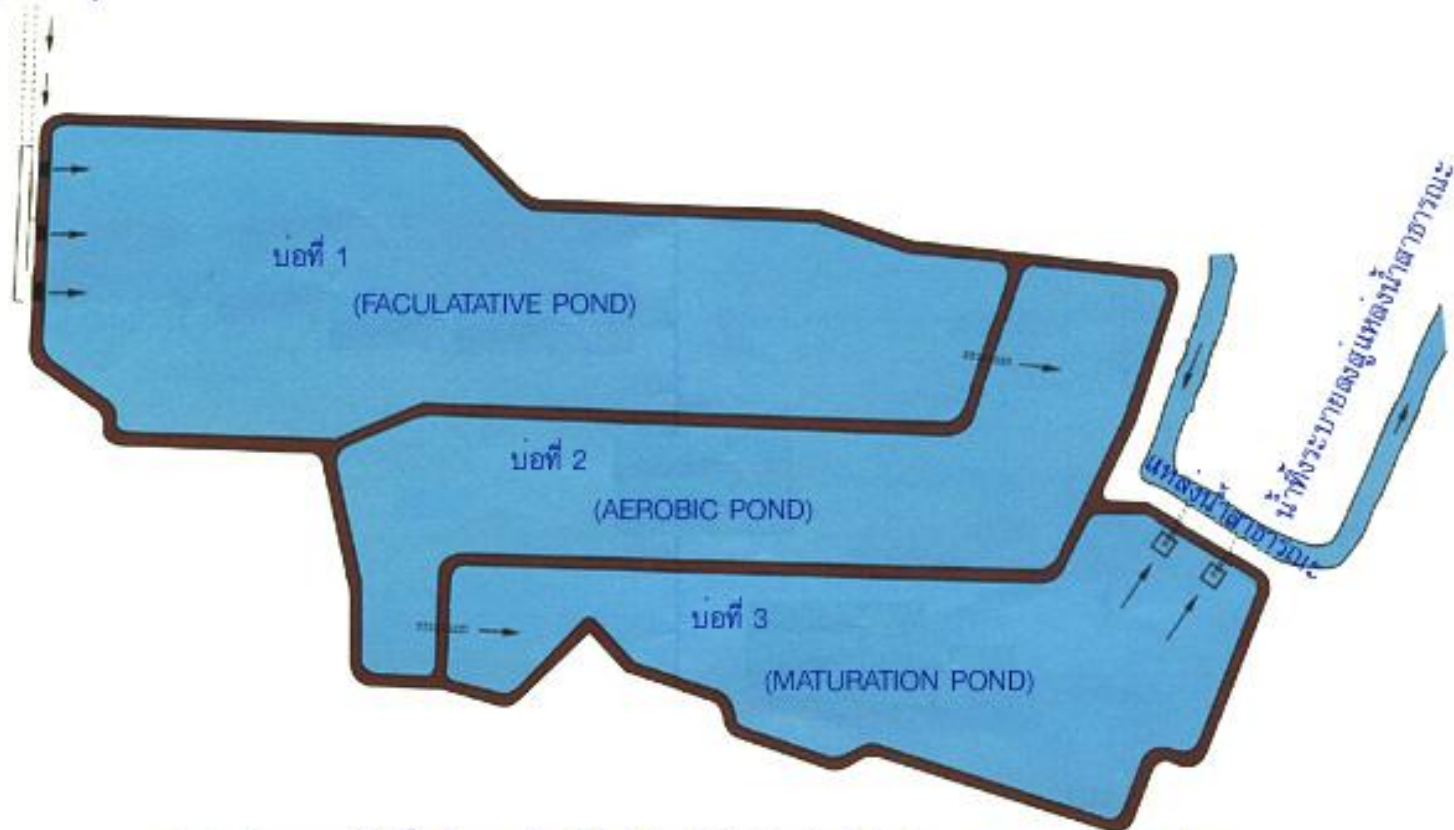
สภาพของบ่อจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ชั้น ดังนี้

1. ชั้นผิวบน คือ ชั้นที่เกิดปฏิกิริยาชีวเคมีเหมือนกับ Aerobic Pond คือมีสาหร่ายเกิดขึ้น และมีการทำงานร่วมกันระหว่างสาหร่ายและแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์
2. ชั้นกลาง คือ ชั้นที่เกิดแบคทีเรียขึ้นใหม่ และมีแบคทีเรียบางส่วนตายอยู่บริเวณนี้
3. ชั้นล่างสุด คือ เป็นชั้นที่แสงแดดส่องลงไปไม่ถึงที่เกิดปฏิกิริยาชีวเคมีเหมือนกับ Anaerobic Pond คือจะมีก๊าซแอมโมเนีย ก๊าซไข่เน่า (H_2S) และก๊าซมีเทน (CH_4) เกิดขึ้น

บ่อบ่ม/บ่อฆ่าเชื้อ(Maturation Pond)

- เป็นบ่อที่มีวัตถุประสงค์เพื่อฆ่าเชื้อโรคและไข่ของพยาธิที่ปนเปื้อนมากับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากระบบบำบัดหลัก โดยมากรับน้ำเสียจากระบบบำบัดน้ำเสียของชุมชน/โรงพยาบาล
- มีระยะเวลาในการเก็บกักน้ำนานประมาณ 7-10 วัน เพื่อให้เชื้อโรคขาดแคลนอาหารและอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ร่วมกับการฆ่าเชื้อโรคโดยใช้แสงแดด
- เป็นบ่อมีออกซิเจนชนิดหนึ่ง ความลึกบ่อประมาณ 1-1.5 เมตร
- ประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับระยะเวลาการเก็บกัก

น้ำเสียจากชุมชนเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย



รูปแสดงผังระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) ของเทศบาลนคร นครปฐม

ข้อดีของระบบบ่อปรับเสถียร

- สามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็นน้ำเสียจากชุมชน โรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น โรงงานผลิตอาหาร หรือน้ำเสียจากเกษตรกรรม เช่น น้ำเสียจากการเลี้ยงสุกร เป็นต้น
- การเดินระบบก็ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ดูแลรักษาง่าย
- ทนทานต่อการเพิ่มอย่างกะทันหัน (Shock Load) ของอัตรารับสารอินทรีย์ และอัตราการไหลได้ดี เนื่องจากมีระยะเวลาเก็บกักนาน

ข้อดีของระบบบ่อปรับเสถียร

- สามารถกำจัดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคได้มากกว่าวิธีการบำบัดแบบอื่น ๆ โดยไม่จำเป็นต้องมีระบบฆ่าเชื้อโรค
- ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง การควบคุม และบำรุงรักษาต่ำ
- ไม่ต้องใช้เครื่องจักรกล ประหยัดไฟฟ้า เพราะใช้พลังแสงแดด
- น้ำทิ้งได้มาตรฐานเพราะมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูง
- เป็นระบบที่สามารถปรับเปลี่ยนเป็นระบบอื่นได้ง่าย

ข้อด้อยของระบบบ่อปรับเสถียร

- ต้องใช้พื้นที่มาก ไม่เหมาะกับเมืองใหญ่ๆ
- ในฤดูฝนซึ่งแสงแดดน้อย อาจเกิดกลิ่นเหม็นและประสิทธิภาพการบำบัดลดลงได้
- เป็นแหล่งเพาะยุงหรือหนูหากปล่อยให้หญ้าขึ้นรกตามขอบบ่อ

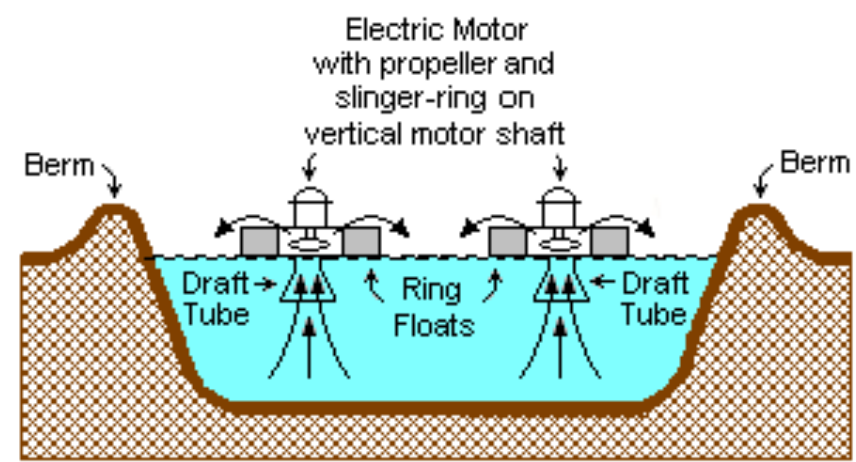
ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นกับระบบ

- บ่อบำบัดน้ำเสียตื่นเงินเร็วกว่าปกติ เนื่องจากน้ำที่เข้าระบบไม่มีการบำบัดขั้นต้นก่อน และทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดลดลง
- บ่อบำบัดมีความลึกมากทำให้เกิดสภาวะไร้ออกซิเจน ทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดลดลง (ตะกอนที่สะสมกันบ่อเกิดสภาวะไร้ออกซิเจน)
- ระยะเวลาในการเก็บกักน้ำน้อย ทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดต่ำลง

ระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon)

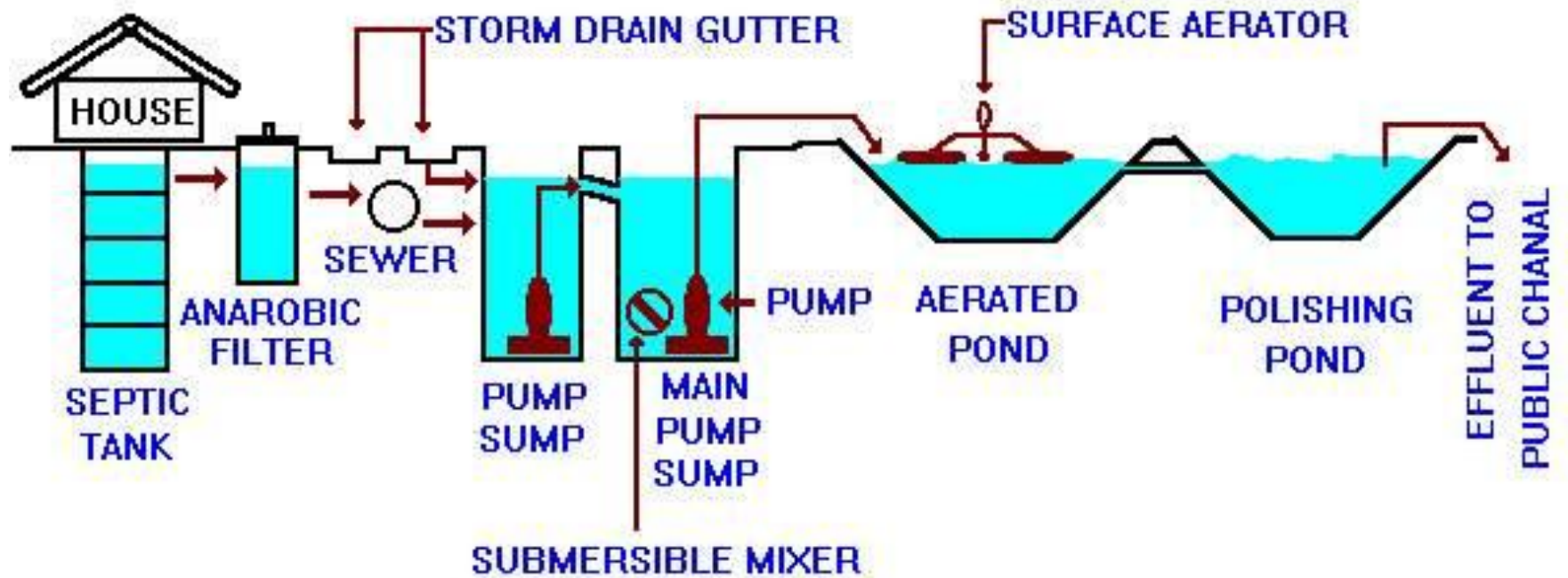
➤ เป็นระบบบำบัดที่มีการพัฒนาขึ้นมาอีกระดับหนึ่งจากระบบบ่อปรับเสถียร คือ มีการใช้เครื่องจักรกลในการเติมอากาศให้กับระบบแทนการเติมอากาศโดยธรรมชาติ

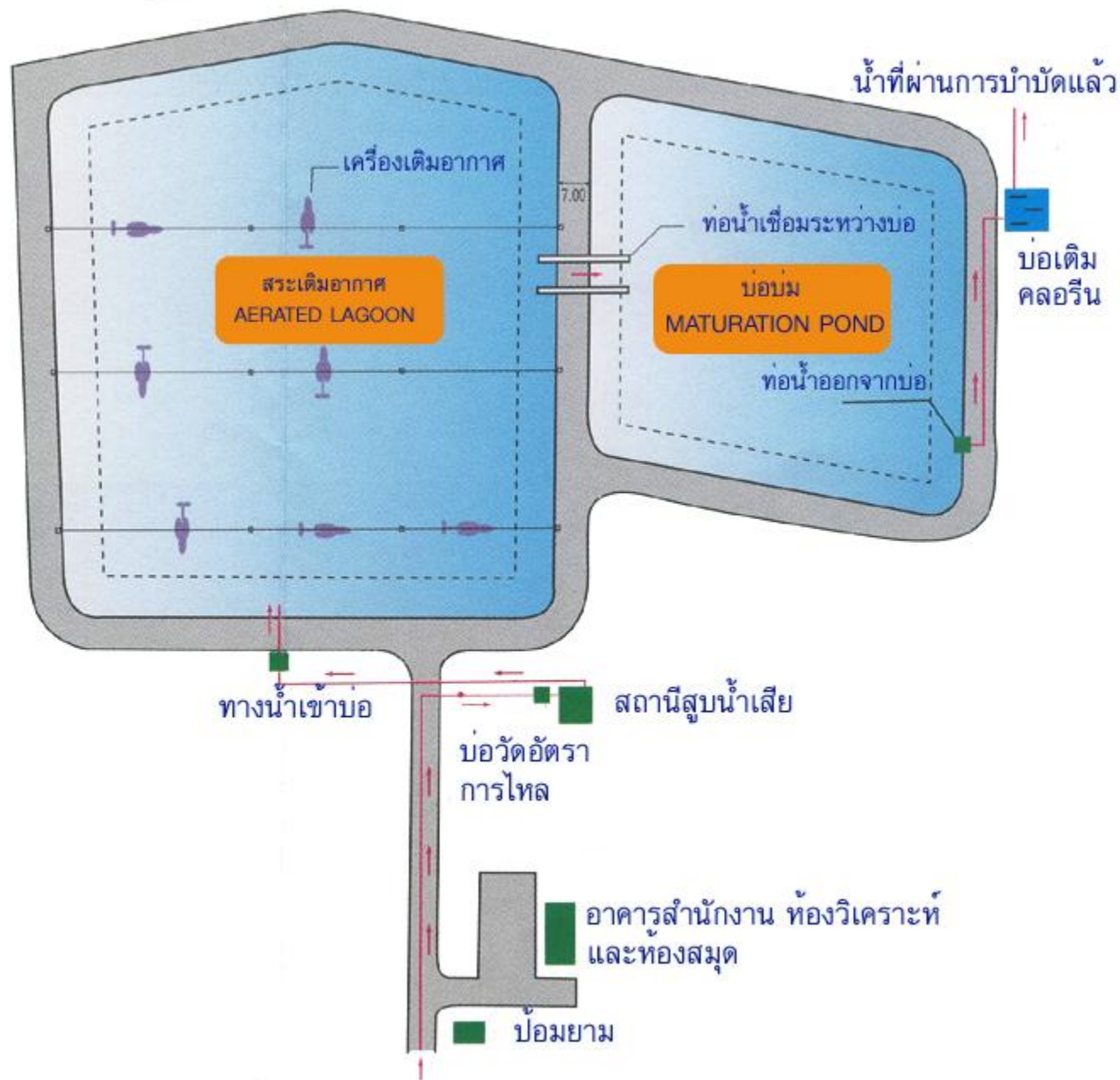
ลักษณะคล้ายกับระบบ AS แต่ต่างกันตรงที่ไม่การสูบละกอนกลับ



A TYPICAL SURFACE – AERATED BASIN

Note: The ring floats are tethered to posts on the berms.





รูปแสดงผังระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon) ของเทศบาลเมืองอ่างทอง จ. อ่างทอง

ข้อดีของระบบบ่อเติมอากาศ

- ปริมาณการบำบัดสูงกว่าบ่อผึ่ง เพราะออกซิเจนไม่ใช่ข้อจำกัด
- ไม่ต้องใช้ผู้ควบคุมที่มีความรู้สูง เพราะไม่ต้องควบคุมความเข้มข้นของจุลินทรีย์
- ปริมาณไฟฟ้าใช้น้อยกว่าการเลี้ยงตะกอนของระบบ AS
- ก่อสร้างง่าย ไม่ต้องสูบลูกบอลกลับ
- มีตะกอนส่วนเกินที่จะต้องไปบำบัดต่อน้อย

ข้อดีของระบบบ่อเติมอากาศ

- มีตะกอนหลุดออกไปกับน้ำทิ้ง
- การบำบัดอาจไม่เท่ากันทุกจุดเพราะออกซิเจนกระจายไม่ทั่วถึง
- อาจเกิดฟองจากการกวนของเครื่องเติมอากาศ
- ใช้พื้นที่มากกว่า ระบบ AS
- ขอบบ่อและกันบ่อชำรุดได้ง่ายหากเป็นบ่อดิน

ระบบ แอคติเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge)

- ตะกอนเร่ง (activated sludge or active biomass)

➤ ตะกอนจุลินทรีย์ (active biomass) แขนงลอย
กระจายอยู่ในน้ำเสีย และทำหน้าที่กำจัดหรือ
บำบัดสิ่งสกปรก (สารอินทรีย์) ในน้ำเสีย ด้วยการย่อย
สลาย ดูดซับ หรือเปลี่ยนรูปสารอินทรีย์ให้อยู่ในรูปสารอนิ
นทรีย์ด้วยกระบวนการทางชีวเคมีของจุลินทรีย์

- สารอินทรีย์+จุลชีพ+ออกซิเจน → จุลชีพตัวใหม่ +
คาร์บอนไดออกไซด์+น้ำ+พลังงาน

- ตะกอนเร่ง (activated sludge or active biomass)
 - ของเหลวใน Aeration tank เป็นของผสมระหว่างน้ำเสียกับตะกอนจุลินทรีย์เรียกว่า **Mixed Liquor (ML)**
 - ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยในถังเติมอากาศเรียกว่า **Mixed Liquor Suspended Solid (MLSS)**
 - ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยละลายได้ในถังเติมอากาศเรียกว่า **Mixed Liquor Volatile Suspended Solid (MLVSS)**
 - MLSS หรือ MLVSS ใช้อ้างอิงแทน **ปริมาณความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในระบบ**

กระบวนการทางชีวภาพในการบำบัดน้ำเสีย

- กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ เป็นกระบวนการที่อาศัยการ **ทำงานของจุลินทรีย์** ในการย่อย **สลายสารอินทรีย์** ในน้ำเสีย และเปลี่ยนแปลงสารอินทรีย์ให้อยู่ในรูปของสารอนินทรีย์
- และพลังงาน เพื่อใช้ในการ **เจริญเติบโตและสร้างเซลล์ใหม่**

กระบวนการทางชีวภาพในการบำบัดน้ำเสีย

- จุลินทรีย์ในระบบตะกอนเร่ง
- แบ่งออกเป็น 4 ประเภท
- 1) จุลินทรีย์ที่สร้างฟลอค (Floc Former) ส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียที่สามารถจับตัวกันเป็นกลุ่ม Floc และตกตะกอนได้ดี
- 2) Saprophyte ส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียที่ทำหน้าที่ในการย่อยสลาย สารอินทรีย์บางชนิด ทำหน้าที่สร้าง Floc เช่นกัน



กระบวนการทางชีวภาพในการบำบัดน้ำเสีย

- จุลินทรีย์ในระบบตะกอนเร่ง
- แบ่งออกเป็น 4 ประเภท
- 3) จุลินทรีย์ทำลาย (Predator)
ประกอบด้วย โปรโตซัว อมีบา และโรติเฟอร์ ทำหน้าที่กินจุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็กกว่าเป็นอาหาร
- 4) จุลินทรีย์รบกวน (Nuisance Microorganisms) เป็นพวกที่ก่อความเสียหายของระบบ เช่น แบคทีเรียที่เป็นเส้นใย (Filamentous Bacteria) ทำให้เกิดอาการตะกอนไม่จมตัว (Bulking Sludge)



กระบวนการสำคัญที่เกิดขึ้นในการบำบัดน้ำเสีย

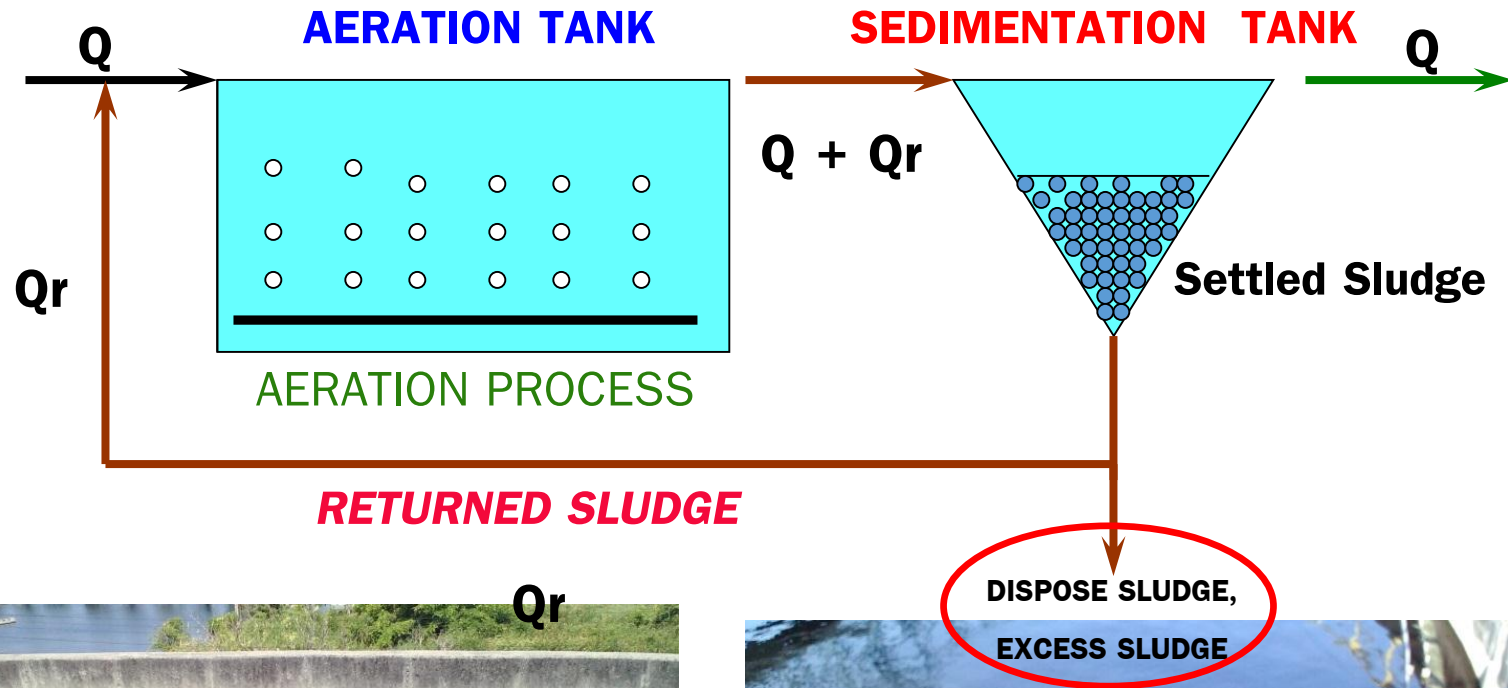
- การย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะมีออกซิเจนอิสระ (Aerobic process) โดย Heterotroph bacteria
- การเปลี่ยนรูปของแอมโมเนียและสารอินทรีย์ไนโตรเจนเป็นไนไตร์และไนเตรต ในสภาวะมีออกซิเจนอิสระ โดย Autotroph bacteria (Nitrification Process)
- การเปลี่ยนรูปของไนไตร์และไนเตรตเป็นก๊าซไนโตรเจนในสภาวะแอนอกซิก (anoxic condition) โดย Heterotroph bacteria (Denitrification process)

• ส่วนประกอบของระบบ AS

- ประกอบด้วยส่วนสำคัญอย่างน้อย 2 ส่วน
- ส่วนที่ 1 ถังเติมอากาศ (**Aeration Tank**)
 - ทำหน้าที่สร้างและเลี้ยงตะกอน
 - สารอินทรีย์ในน้ำเสียถูกย่อยสลายด้วยกระบวนการใช้ออกซิเจน
- ส่วนที่ 2 ถังตกตะกอน (**2nd Sedimentation Tank**)
 - ทำหน้าที่แยกตะกอนออกจากน้ำ
 - นำตะกอนแบบคที่เรียกกลับสู่ถังเติมอากาศเพื่อรักษาปริมาณความเข้มข้นของตะกอนในถังเติมอากาศและกระตุ้นให้กลับมาทำงานใหม่

INFLUENT

EFFLUENT



• ตะกอนเร่ง (activated sludge or active biomass)

- ใช้ระบบแยกตะกอนออกจากน้ำเสียด้วยถังตกตะกอน
- ตะกอนที่แยกได้จะถูกนำกลับ (Return sludge) เข้าสู่ Aeration tank เพื่อรักษาปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศให้คงที่
- ตะกอนส่วนเกิน (Excess Sludge) ซึ่งเป็นผลจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จะต้องนำทิ้งออกนอกระบบการทิ้ง Sludge ส่วนเกินออกจากระบบจะเป็นการควบคุมการทำงานที่สำคัญของ AS เนื่องจาก **ระบบต้องมี ความสมดุลของ ปริมาณอาหาร (สารอินทรีย์) และจุลินทรีย์**

- ตะกอนเร่ง (activated sludge or active biomass)

- การระบายตะกอนจุลินทรีย์ทิ้งเพื่อควบคุมค่าอายุตะกอน (Sludge Retention Time, SRT) ให้เป็นไปตามที่ออกแบบไว้
- อายุตะกอน (อายุสลัดจ์, Sludge Age) หมายถึง ระยะเวลาเฉลี่ยที่ตะกอนจุลินทรีย์หมุนเวียนอยู่ในระบบ (Mean Cell Retention Time)
- อายุตะกอนมีความสัมพันธ์กับค่าอัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ (Food to microorganism ratio; F/M)
- การควบคุมอายุตะกอนให้คงที่ จะทำให้ค่า F/M คงที่
- การหาค่าอายุตะกอนที่เหมาะสม จะต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างอายุตะกอนกับคุณภาพของน้ำเสีย เช่น ค่า BOD COD และ SS

อายุตะกอน (Sludge Retention Time, SRT)

- การควบคุม อายุสลัดจ์ (Sludge Age or Solid Retention Time; SRT) หมายถึง ระยะเวลาเฉลี่ยที่ตะกอนจุลินทรีย์หมวนเวียนอยู่ในระบบ (Mean Cell Retention Time)
 - อายุตะกอนมีความสัมพันธ์กับค่า F/M ดังนั้น **การควบคุมอายุตะกอนให้คงที่ จะทำให้ค่า F/M คงที่**
 - การหาค่าอายุตะกอนที่เหมาะสม จะต้องการความสัมพันธ์ระหว่างอายุตะกอนกับคุณภาพของน้ำเสีย เช่น ค่า BOD COD และ SS

อายุตะกอน (Sludge Retention Time, SRT)

- การควบคุมอายุตะกอนทำได้โดยการปรับอัตราการนำตะกอนจุลินทรีย์ไปทิ้ง
 - การทิ้งตะกอนมากทำให้อายุตะกอนลดลง
 - การทิ้งตะกอนน้อยทำให้อายุตะกอนมากขึ้น
- การปรับอายุแต่ละครั้ง จะต้องใช้เวลาประมาณ 1-3 เท่าของอายุตะกอน เพื่อให้ระบบปรับตัวให้อยู่ในสภาวะที่คงที่
- อายุตะกอนโดยทั่วไป อยู่ในช่วง 5-15 วัน

อายุตะกอน (Sludge Retention Time, SRT)

อายุตะกอน เท่ากับ
(Sludge Age)

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

$$\frac{\text{ปริมาตรของถังเติมอากาศ (m}^3\text{)} \times \text{MLSS (kg/m}^3\text{)}}{[(\text{ปริมาณน้ำตะกอนที่ทิ้ง (m}^3\text{/Day)} \times \text{ความเข้มข้นของ SS ที่ทิ้ง (kg/m}^3\text{)}) + (\text{อัตราการไหลของน้ำออก (m}^3\text{/Day)} \times \text{ความเข้มข้นของ SS ในน้ำออก (kg/m}^3\text{)})]}$$

ค่าอัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ (Food to microorganism ratio; F/M)

การควบคุม F/M

- เพื่อให้การทำงานของจุลินทรีย์ในระบบตะกอนเร่งมีประสิทธิภาพ
- จุลินทรีย์จะต้องได้รับปริมาณอาหารที่เหมาะสม ซึ่งสามารถควบคุมได้โดยรักษาอัตราส่วนของน้ำหนักของสารอินทรีย์ที่ส่งเข้ามาบำบัดต่อน้ำหนักของจุลินทรีย์สามารถวัดในรูปของ
- ตะกอนแขวนลอย (Mixed Liquor Suspended Solids; MLSS) หรือ
- ตะกอนแขวนลอยระเหย (Mixed Liquor Volatile Suspended Solids; MLVSS)

ค่าอัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ (Food to microorganism ratio; F/M)

การควบคุม F/M

- การควบคุมค่าอัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์มีความสัมพันธ์กับการควบคุมอัตราภาระอินทรีย์ในถังเติมอากาศ และอายุสลัดจ์
 - F/M ที่เหมาะสมสำหรับระบบ AS อยู่ในช่วง 0.20 -0.40 kg BOD/kg VSS/d
 - F/M สูงเกินไป = จุลินทรีย์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วแต่ไม่สามารถรวมเป็น Floc ได้ดี น้ำทิ้งสุดท้ายขุ่น มีสารอินทรีย์ตกค้างมาก
 - F/M ต่ำเกินไป = ความเข้มข้นของอาหารมีน้อย จุลินทรีย์เจริญได้ไม่ดี มีผลกับน้ำทิ้งสุดท้ายมีตะกอนขุ่น

ค่าอัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ (Food to microorganism ratio; F/M)

การควบคุม F/M

- เนื่องจากค่าอาหาร (F) หรือ BOD มีค่าไม่แน่นอน ทำให้การควบคุม F/M เป็นไปได้ยาก
- การควบคุม F/M จึงขึ้นอยู่กับ^๑การควบคุมค่าจุลินทรีย์ (M) หรือค่า MLSS โดยการเพิ่มหรือลดการนำตะกอนส่วนเกินไปทิ้ง เช่น
 - ถ้า F/M มีค่า ^๑สูง แสดงว่าค่า M น้อย จะต้องลดการทิ้งตะกอนลงเพื่อให้ค่า M ในระบบมีค่ามากขึ้น
 - ถ้า F/M มีค่า ^๑ต่ำ แสดงว่าค่า M มาก ต้องทิ้งตะกอนให้มากขึ้น

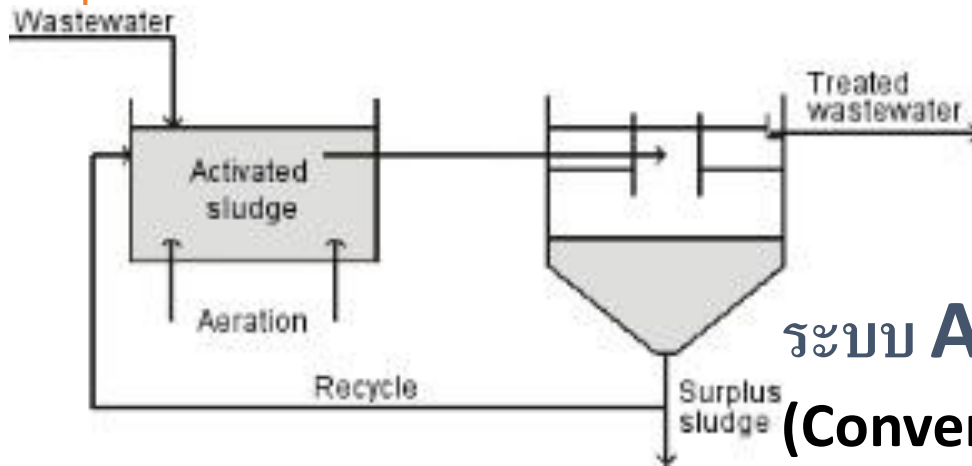
ค่าอัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ (Food to microorganism ratio; F/M)

$$F/M = \frac{\text{น้ำหนักรวมของสารอินทรีย์ที่เข้าระบบต่อวัน}}{\text{น้ำหนักรวมของจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ}}$$
$$\frac{\text{น้ำหนักรวมของ BOD ที่เข้าระบบ (กก.ต่อวัน)}}{\text{น้ำหนักรวมของ MLSS ในถังเติมอากาศ}}$$

$$\frac{\text{อัตราการไหลเข้าของน้ำเสีย (m}^3\text{/Day)} \times \text{BOD (mg/l)}}{\text{ปริมาตรของถังเติมอากาศ (m}^3\text{)} \times \text{MLSS (mg/l)}}$$

• ประเภทของระบบ AS

- AS ประกอบด้วย ถังเติมอากาศ และ ถังตกตะกอน เป็นหลัก
 - AS มีหลายประเภท ขึ้นอยู่กับ การจัดวางและรูปแบบของถังเติมอากาศ ซึ่งเป็นผลมาจากการศึกษาวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยคำนึงถึง การประหยัดพลังงาน ประสิทธิภาพของระบบ และการควบคุมดูแล
1. ระบบ AS แบบธรรมดา (Conventional Activated Sludge)
 2. ระบบคูวนเวียน (Oxidation Ditch)
 3. ระบบเอสบีอาร์

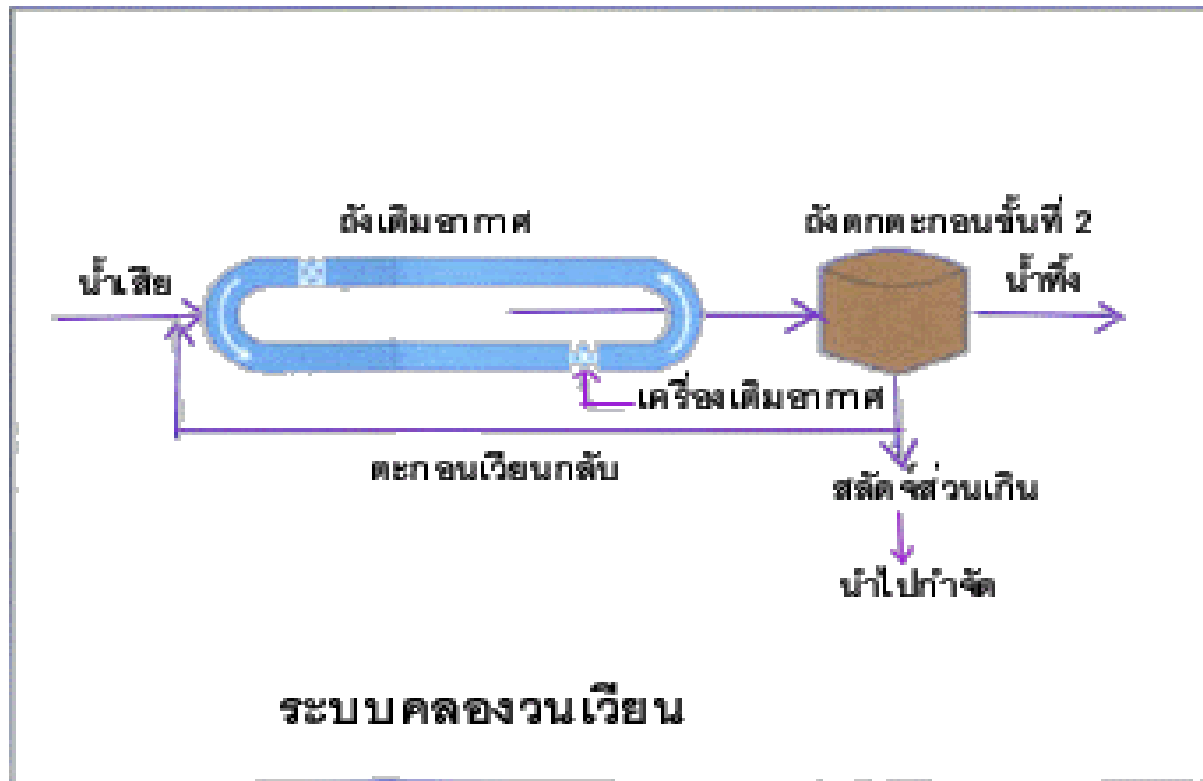


ระบบ **AS** แบบธรรมดา
(Conventional Activated Sludge)



ระบบคูวนเวียน (Oxidation Ditch)

- ระบบคูวนเวียน >> อายุสลัดจ์ (Sludge age) นาน
เท่ากับอายุสลัดจ์ในกระบวนการเติมอากาศยืดเวลา



ระบบคูวนเวียน (Oxidation Ditch)

- ระบบคูวนเวียน >> สิ่งแวดล้อมภายในถังเติมอากาศแตกต่างจาก AS แบบธรรมดา (conventional activated sludge)
 - ความเข้มข้นของ DO เปลี่ยนแปลงไปตามความยาวของถัง
 - อาจเกิดเขตแอนอกซิก (Anoxic Zone) ในช่วงเวลาสั้นๆ
 - เกิดกระบวนการกำจัดไนโตรเจนทางชีวภาพ (Nitrification & Denitrification)



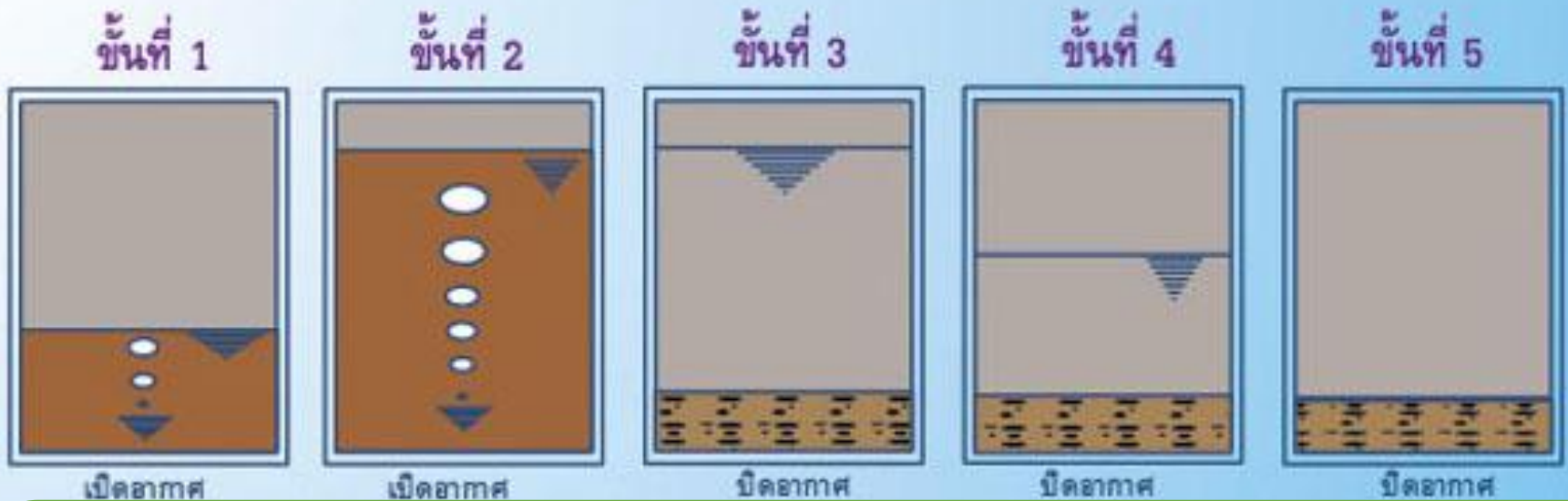
ระบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor, SBR)

การทำงานเป็นรอบวัฏจักร (Cycle)

- เอสบีอาร์ 1 รอบการทำงาน (Cycle) จะมี 5 ช่วงตามลำดับ ดังนี้
 - 1) ช่วงเติมน้ำเสีย (Fill) นำน้ำเสียเข้าระบบ
 - 2) ช่วงทำปฏิกิริยา (React) เป็นการลดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย (BOD)
 - 3) ช่วงตกตะกอน (Settle) ทำให้ตะกอนจุลินทรีย์ตกลงก้นถังปฏิกิริยา
 - 4) ช่วงระบายน้ำทิ้ง (Draw) ระบายน้ำที่ผ่านการบำบัด
 - 5) ช่วงพักระบบ (Idle) เพื่อซ่อมแซมหรือรอรับน้ำเสียใหม่

Activated Sludge System; AS

- ระบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor)



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

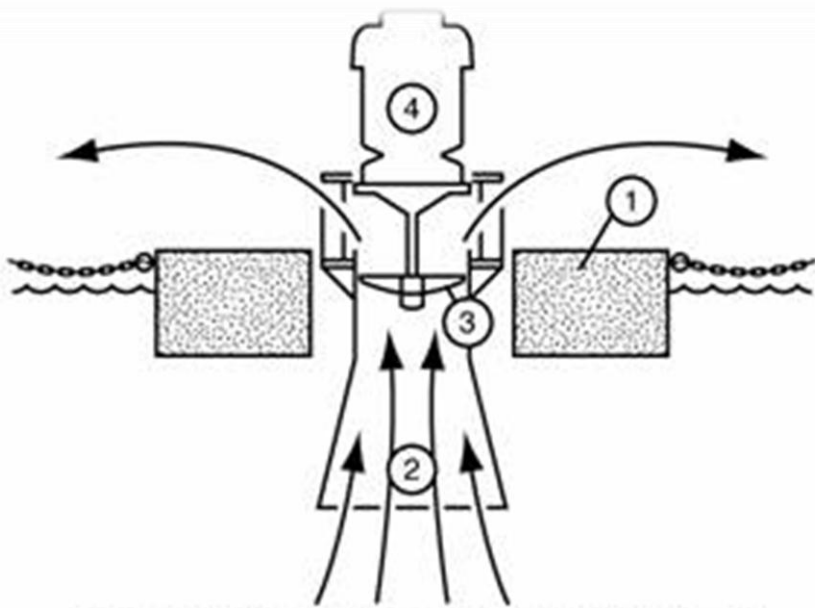
สรุปพารามิเตอร์ควบคุมของระบบ AS แบบธรรมดาและแบบยัดเวลา**

พารามิเตอร์	AS แบบธรรมดา	AS แบบยัดเวลา
SRT (วัน)	5-10	มากกว่าหรือเท่ากับ 20
F/M (กก BOD/กก VSS-วัน)	0.2 – 0.5	0.05 – 0.15
MLSS (มก/ล)	<3,000	3,00-5,00
เวลากักน้ำ (ชม)	4-10	มากกว่าหรือเท่ากับ 24

**ที่มา: ตำราระบบบำบัดมลพิษน้ำ 2545

ระบบเติมอากาศของ AS

- ระบบเติมอากาศที่ใช้ในระบบ AS มี 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้
 - 1) ระบบเติมอากาศผิวน้ำ (Surface Aeration Systems)
 - 2) ระบบเติมอากาศแบบฟุ้ง (Diffused-air Aeration Systems)



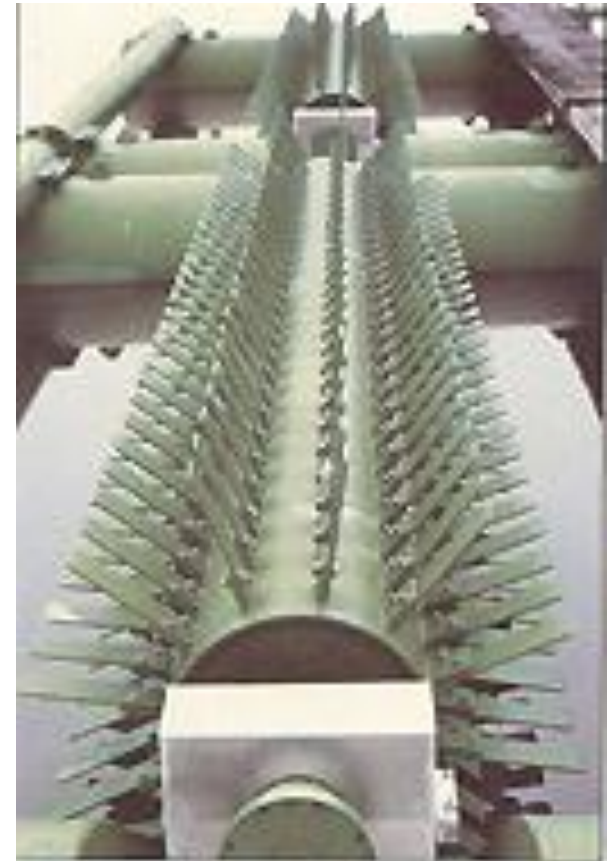
1. Ring float, tethered 4 ways with cables to the tank walls
2. Draft tube
3. Propeller and slinger-ring on motor shaft
4. Electric motor, 0.75 to 5/6 kW output rating

Surface Aeration Systems





Surface Aeration Systems



Diffuse Aerators



การบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจน

ปฏิกิริยาชีวเคมี - Anaerobic Pond

หลักการบำบัดน้ำเสียของระบบนี้ คือ การย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ไปเป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กลงเรื่อยๆ มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 Hydrolytic Stage

ขั้นตอนที่ 2 Acidification Stage

ขั้นตอนที่ 3 Acetogenic Stage

ขั้นตอนที่ 4 Methanogenic Stage

ปฏิกิริยาชีวเคมี – Anaerobic Pond

ขั้นตอนที่ 1 Hydrolytic Stage

Enzyme จะทำการเปลี่ยน/ย่อยโมเลกุลใหญ่ๆ ที่ไม่ละลายน้ำ ไปเป็นโมเลกุลขนาดต่างๆ ที่ละลายน้ำได้

ขั้นตอนที่ 2 Acidification Stage

เป็นขั้นตอนที่ผลิตกรดอินทรีย์ต่างๆ ซึ่งจะมีก๊าซ H_2S , CO_2 และ สารละลายแอมโมเนียและฟอสเฟตมาด้วย

ปฏิกิริยาชีวเคมี – Anaerobic Pond

ขั้นตอนที่ 3 Acetogenic Stage

เป็นขั้นตอนผลิตกรดอินทรีย์ที่เรียกว่า Acetic acid จากกรดอินทรีย์ต่างๆ ที่ได้จากขั้นที่สอง
เป็นขั้นตอนที่เสมือนประตูลู่เข้าสู่การผลิตก๊าซมีเทนต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 Methanogenic Stage

เป็นขั้นตอนที่ผลิตก๊าซมีเทนเป็นส่วนใหญ่ แบคทีเรียในขั้นตอนนี้ เรียกว่า Methanogenic Bacteria

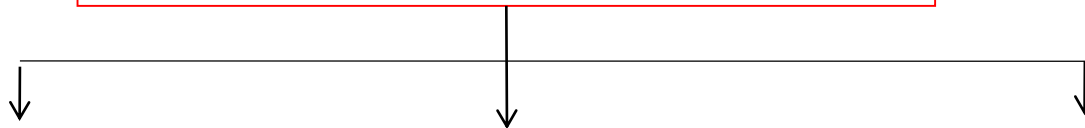
น้ำเสียที่มีสารอินทรีย์ (BOD)



โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน



Amino acids, Fatty acids, น้ำตาล ฯลฯ



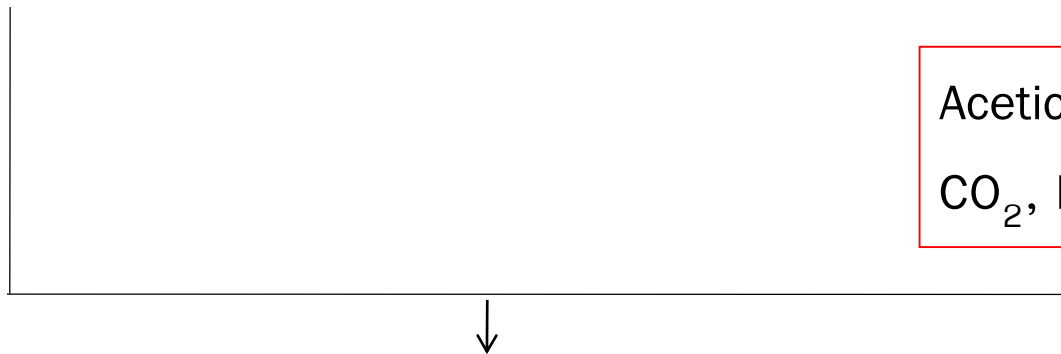
Acetic acids,
 CO_2 , H_2

NH_4^+ ,
 HPO_4^{-2} , H_2S ฯลฯ

Propionic acid,
Butyric acid, Alcohols



Acetic acids,
 CO_2 , H_2



ก๊าซมีเทน (CH_4) = 70%
 CO_2 = 30%

กระบวนการลดซัลเฟต (Sulfate Reduction)

ในกรณีที่น้ำเสียมีซัลเฟต/ซัลไฟด์ – แบคทีเรียจำพวก “Sulfate Reducing Bacteria” จะทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ ส่งผลให้เกิด....

- เกิดการกำจัดซีโอดี และมีซัลไฟด์ละลายในน้ำทิ้งทำให้เกิดกลิ่นเหม็น
- ในก๊าซชีวภาพจากระบบจะเกิดไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งทำให้เกิดการกัดกร่อนถ้ามีในปริมาณมาก

กระบวนการลดซัลเฟต (Sulfate Reduction)

เกิด....

- การเกิดก๊าซมีเทนลดลง
- ซัลไฟด์ที่มีความเข้มข้นสูงเป็นพิษต่อแบคทีเรีย
- ซัลไฟด์ทำปฏิกิริยากับโลหะหนัก เกิดเป็นโลหะซัลไฟด์ และตกตะกอนอยู่ในระบบ

เนื่องจากซัลเฟต/ซัลไฟด์มีความเป็นพิษ ดังนั้นจึงต้องทำการกำจัด

การควบคุมระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนมักมีปัญหา..

- กลิ่นเหม็นระหว่างการเดินระบบ/ถังหมัก
- แบคทีเรียกลุ่มที่ไม่ต้องการออกซิเจนเจริญเติบโตช้ามากเมื่อเทียบกับแบบใช้ออกซิเจน – การเริ่มต้นเดินระบบใช้เวลานาน (Start up)
- ระบบจะปรับตัวให้เข้าสู่สภาวะแวดล้อมของน้ำเสียได้ยากมาก ถ้าน้ำเสียเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น อุณหภูมิ สารพิษต่างๆ ความเป็นกรด-ด่าง ฯลฯ

ปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน

อุณหภูมิ แบคทีเรียในระบบฯ ต้องการสภาวะและระดับอุณหภูมิในการดำรงชีวิตที่ต่างกัน

อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ $35-37^{\circ}\text{C}$ (Mesophilic)

และอุณหภูมิที่เหมาะสมอีกช่วงคือ 55°C (Thermophilic)

- ประสิทธิภาพการบำบัดที่ 55°C จะสูงขึ้น 1 เท่าตัวเมื่อเทียบกับอุณหภูมิ 37°C

- การผลิตก๊าซมีเทนจะต่ำลงมากที่อุณหภูมิ 42°C

ปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน

ความเป็นกรด-ด่าง ระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนต้องควบคุมให้ pH อยู่ในระดับ 6.6–8.0

- pH < 6.6 จะเกิดก๊าซ CO_2 มากกว่าปกติ และเกิดกลิ่นเหม็นเกิดตะกอนลอยมาก
- pH > 7.5–8.0 ทำให้แบคทีเรียที่จะช่วยผลิตก๊าซมีเทนมีน้อยและเชื่องช้า
- pH = 9.0 ระบบจะไม่ทำงาน ทำให้การกำจัด BOD น้อยลง

มาก

ค่า Alkalinity ใช้สำหรับแสดงความเป็นด่าง ค่าที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 1,000–3,000 mg./l. ของ CaCO_3

ค่า Volatile fatty acid ใช้สำหรับแสดงความเป็นกรด ไม่ควรเกิน 2,000 mg./l.

ปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน

Alkalinity คือ สภาพความเป็นด่างของน้ำ

ทำให้น้ำในระบบมีสภาพเป็นบัฟเฟอร์ ถ้าขาด alkalinity ความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียในระบบฯ จะเปลี่ยนแปลงขึ้นลงอย่างรวดเร็ว

- น้ำเสียเข้าสู่ระบบฯ/ถังปฏิกิริยา สารอินทรีย์ถูกเปลี่ยนเป็นกรดอินทรีย์ ทำให้ pH ลดลง ส่งผลต่อการเติบโตของแบคทีเรีย

Volatile fatty acid คือกรดอินทรีย์เกิดจากการย่อยสลายหรือเปลี่ยนรูปของสารอินทรีย์ (BOD) ในน้ำเสีย

การผลิตก๊าซมีเทนจากกรดอินทรีย์ได้จาก

กิจกรรมของแบคทีเรียกลุ่มสร้างกรด และมีการสะสมในน้ำเสียมากขึ้น ทำให้ pH ลดลง ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรียทั้ง 2 กลุ่มลดลง

ปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน

ธาตุอาหารเสริม ที่สำคัญ คือ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส

COD : N : P ไม่ควรต่ำกว่า 100 : 1.1 : 0.2

ก๊าซ ก๊าซที่ผลิตได้จากระบบมีหลายชนิด เช่น CH_4 (70%),

CO_2 (30%) และก๊าซอื่นๆ เล็กน้อย ได้แก่ N_2 , H_2 , H_2S ฯลฯ

- ปริมาณก๊าซขึ้นอยู่กับปริมาณสารอินทรีย์และชนิดของน้ำเสีย

รูปแบบของระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจน

แบ่งตามลักษณะของจุลินทรีย์ ได้ 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

1. ระบบบำบัดน้ำเสียที่ตะกอนจุลินทรีย์แขวนลอยอยู่ในน้ำเสีย
(Suspended Growth System)
2. ระบบบำบัดน้ำเสียที่ตะกอนจุลินทรีย์ยึดเกาะกับตัวกลาง
(Attached Growth System/Fixed Film)

ประเภทของระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน

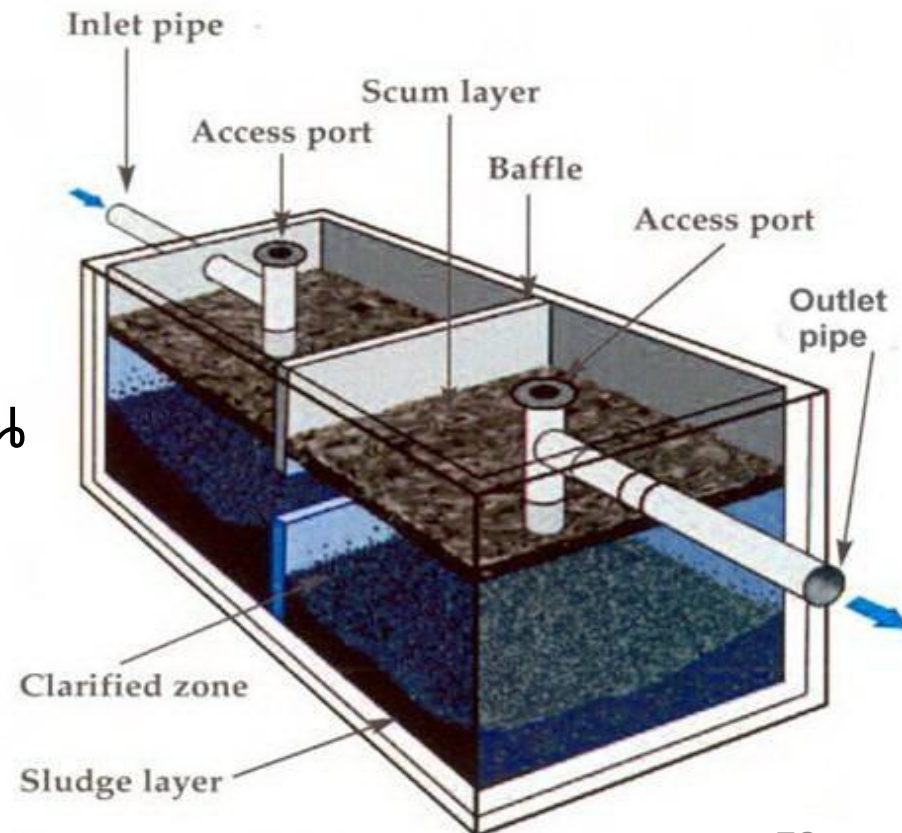
- ระบบแบบถังเกรอะ/บ่อเกรอะ (Septic Tank)
- ระบบบ่อไร้อากาศ (Anaerobic Pond)
- ระบบแบบถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter)
- ระบบเลี้ยงตะกอนแบบไร้อากาศ
(Anaerobic AS/Anaerobic Contact Process)
- ระบบแบบ Up-Flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB)
- ระบบแบบชั้นฟลูอิดไดซ์ (Anaerobic Fluidized Bed: AFB)
- ระบบแบบจานหมุนไร้อากาศ
(Anaerobic Rotating Biological Contactor; AnRBC)

ถังเกรอะ/บ่อเกรอะ (Septic Tank)

มีลักษณะเป็นบ่อปิด น้ำซึมผ่านไม่ได้และไม่มีการเติมอากาศ

นิยมใช้กับบ้านพักอาศัยทั่วไป อาคารสำนักงาน ฯลฯ ที่มีปริมาณน้ำทิ้งไม่มาก

ถ้ามีน้ำเสีย > 7.5 ลบ.ม./วัน ควร
มีถังเกรอะ 2 ชุดวางเรียงอนุกรมกัน



ประสิทธิภาพของถังเกรอะ

ประสิทธิภาพการบำบัดของบ่อเกรอะ อยู่ที่ 40-60%
ไม่สามารถปล่อยน้ำทิ้งออกสู่ที่ระบายน้ำสาธารณะได้
เนื่องจากไม่ได้มาตรฐาน จึงต้องมีระบบบำบัดต่จากบ่อเกรอะ

ลักษณะสำคัญของบ่อเกรอะ คือ ต้องป้องกันตะกอนลอย
(ฝ้าไข: Scum) และตะกอนจมไม่ให้ไหลไปยังบ่อเกรอะชั้นที่สอง
โดยใช้แผ่นกั้นขวางหรือท่อรูปตัวที (สามทาง)

ข้อดี-ข้อเสียของถังเกรอะ

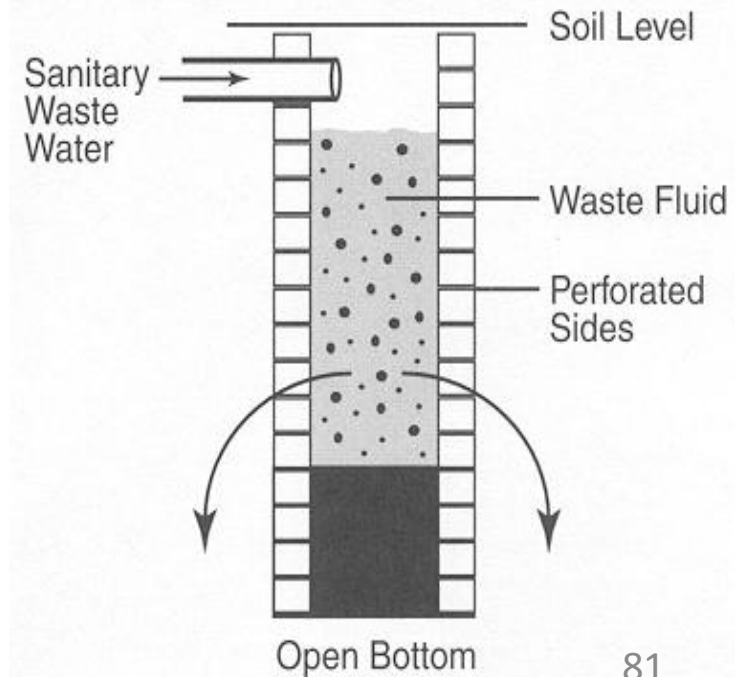
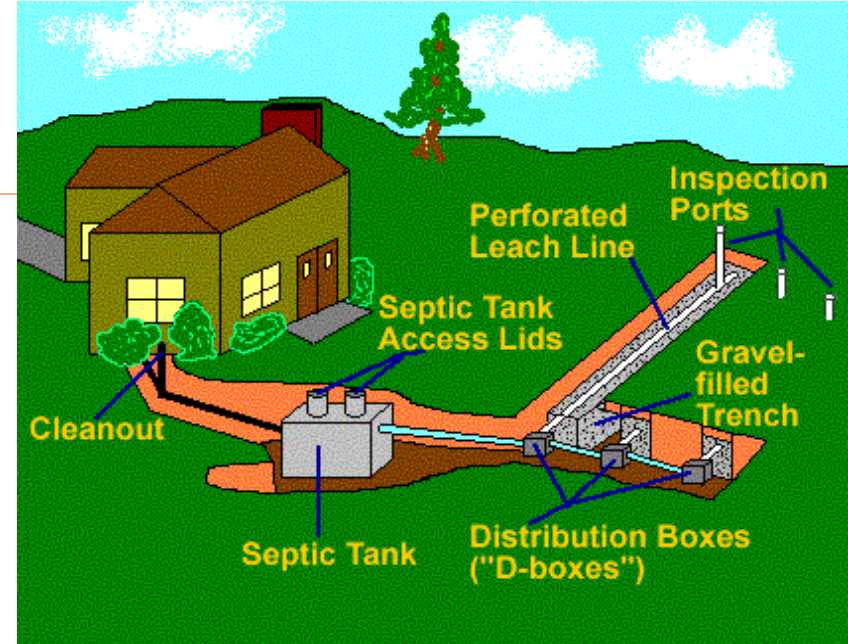
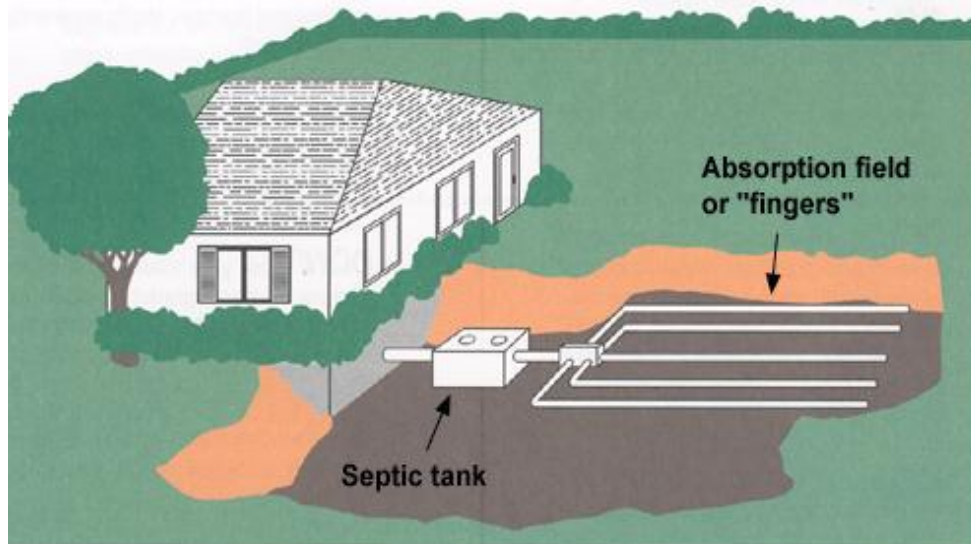
ข้อดี

- การก่อสร้างไม่ยุ่งยาก
- สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อย
- ไม่จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญการดูแลรักษาระบบ

ข้อเสีย

- น้ำทิ้งที่ไหลผ่านถังเกรอะยังมีความสกปรกมาก ต้องบำบัด
ขั้นต่อไป

A Conventional Septic System



ระบบบ่อไร้อากาศ (Anaerobic Pond)

- นิยมใช้กับน้ำเสียที่มีปริมาณ BOD สูงๆ โดยน้ำเสียเข้าทางด้านล่างของบ่อ เพื่อให้เกิดการตกตะกอน/ย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้อากาศ
- เป็นบ่อดิน/คอนกรีตที่มีความลึกตั้งแต่ 3 เมตรขึ้นไป
- ถ้าน้ำเสียปนเปื้อนไขมัน - ไขมันจะปกคลุมผิวบ่อ (Scum) ช่วยให้มีสภาวะไร้อากาศมากขึ้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพสูงขึ้น ความเหม็นน้อยลง
- ระยะเวลาเก็บกักตั้งแต่ 1-200 วัน
(เวลาเฉลี่ยส่วนใหญ่ 20-50 วัน ขึ้นกับลักษณะน้ำเสีย)

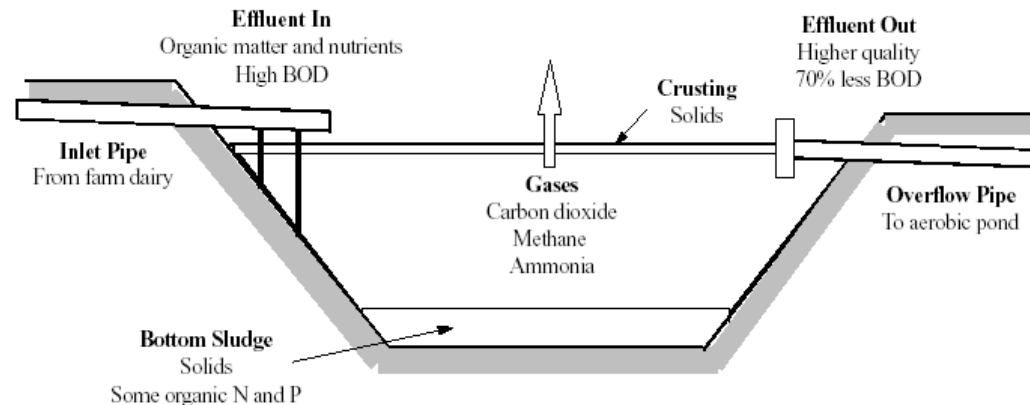
ระบบบ่อไร้อากาศ (Anaerobic Pond)

เป็นบ่อที่ถูกออกแบบเพื่อให้สามารถรองรับน้ำเสียที่มีความสกปรกสูง/
มีความเข้มข้นของสารอินทรีย์มากๆ และมีตะกอนค่อนข้างมาก โดยมาก
เป็นน้ำเสียอุตสาหกรรม (อุตสาหกรรมอาหารและอุตสาหกรรมเกษตร)

เรียกบ่อบำบัดแบบนี้ว่า **บ่อหมัก**

เวลากักน้ำ 20-50 วัน (ขึ้นกับลักษณะน้ำเสีย)

ความลึกของบ่อประมาณ 2-5 เมตร



ระบบบ่อไร้อากาศ (Anaerobic Pond)

ความต้องการของแบคทีเรียทำให้เกิดสภาวะที่ไร้อากาศ เป็นสภาวะที่แบคทีเรียแบบไม่ใช้ออกซิเจนอิสระทำงาน ซึ่งต้องการอุณหภูมิที่มากกว่า 15 องศาเซลเซียส และค่า pH มากกว่า 6 เพื่อให้การย่อยสลายตะกอนที่สมบูรณ์เกิดการสะสมตะกอนที่น้อย
ปกติบ่อต้องมีการตักตะกอน ทุก 3-5 ปี

ระบบบ่อไร้อากาศ (Anaerobic Pond)

เป็นระบบที่มีปฏิกิริยาชีวเคมีซับซ้อนกว่าระบบใช้ออกซิเจน โดยการเปลี่ยนสภาพจากสารอินทรีย์ในน้ำเสียไปเป็นก๊าซมีเทน ก๊าซ CO_2 และอื่นๆ

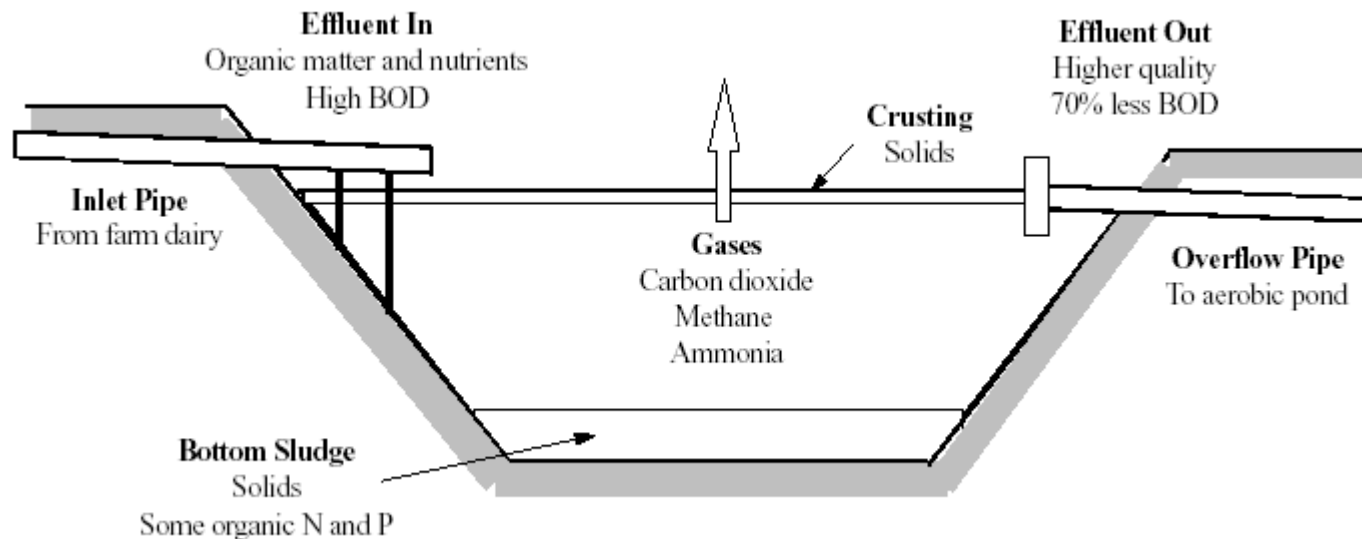
ระบบบำบัดแบบนี้มีแบคทีเรีย 2 กลุ่ม คือ

1. แบคทีเรียที่สามารถผลิตกรดอินทรีย์ (Organic Acid)
2. แบคทีเรียที่สามารถผลิตก๊าซมีเทน (Methane Acid)

ประสิทธิภาพของบ่อไร้อากาศ/บ่อหมัก

ประสิทธิภาพการกำจัด BOD อยู่ในช่วง 20-95% ขึ้นอยู่กับปริมาณและชนิดของน้ำเสีย

ค่า BOD ของน้ำทิ้งที่ไหลผ่านบ่อแล้วมักมีค่าไม่ต่ำกว่า 100 mg./l.



ระบบบ่อหมักไร้อากาศ (Anaerobic Pond)

บ่อประเภทนี้จะมีสีดำ เนื่องจากเกิด Anaerobic Bacteria ขึ้นในบ่อ
ถ้าบ่อมีสีเขียว แสดงว่าบริเวณผิวชั้นบนจะเกิดการสังเคราะห์แสง

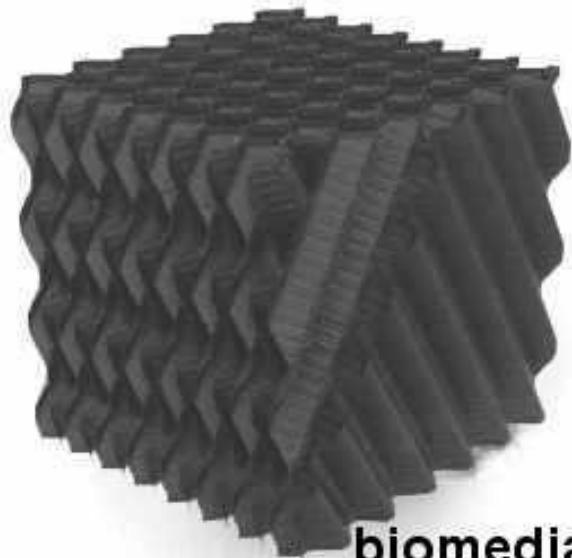
การลดกระบวนการสังเคราะห์แสงในบ่อ ทำได้โดย

- ลดพื้นที่ผิวบ่อ
- เพิ่มความลึกของบ่อ
- เพิ่มปริมาณ BOD

ระบบแบบถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter)

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่ให้จุลินทรีย์หรือเมือกจุลินทรีย์เกาะยึดที่ตัวกลาง (Attached Growth System) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียให้สูงขึ้น รวมทั้งป้องกันตะกอนจุลินทรีย์หลุดไปกับน้ำทิ้ง

ตัวกลาง



biomedia



ประเภทของถังกรองไร้อากาศ

ถังกรองแบบไร้อากาศ แบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ ดังนี้

1. ถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้น (Up-Flow Anaerobic Filter)
2. ถังกรองไร้อากาศแบบไหลลง (Down-Flow Anaerobic Filter)

ถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้น

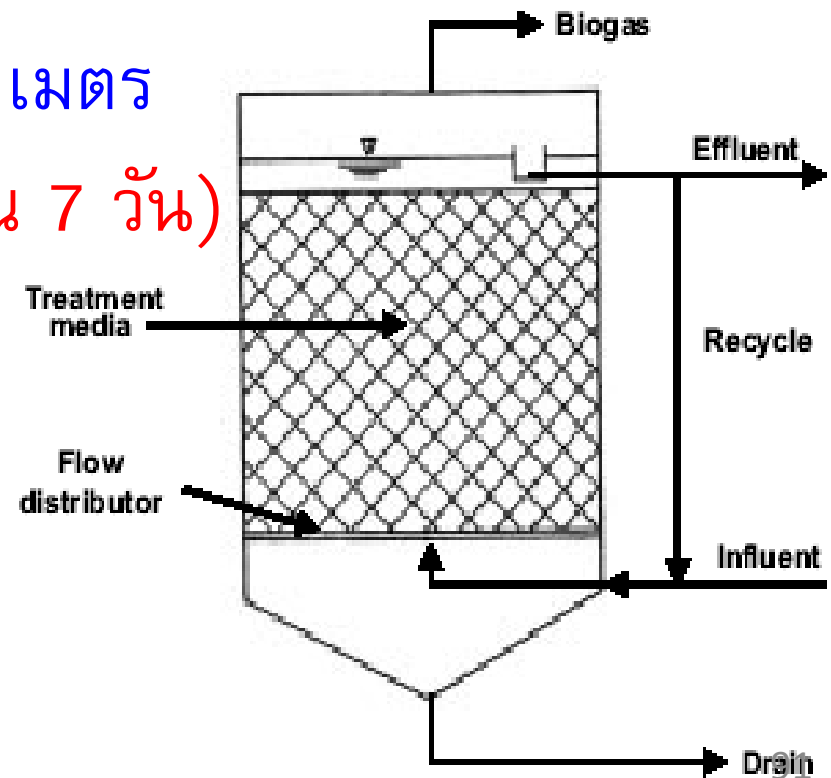
เป็นระบบที่มีการป้อนน้ำเสียจากก้นถังผ่านชั้นตัวกลางที่บรรจุอยู่ในถัง

ความสูงของชั้นตัวกลางสูงไม่เกิน 1.5 เมตร

การออกแบบจะให้สูงประมาณ 1.2 เมตร

ระยะเวลาเก็บกัก ≥ 4 วัน (ประมาณ 7 วัน)

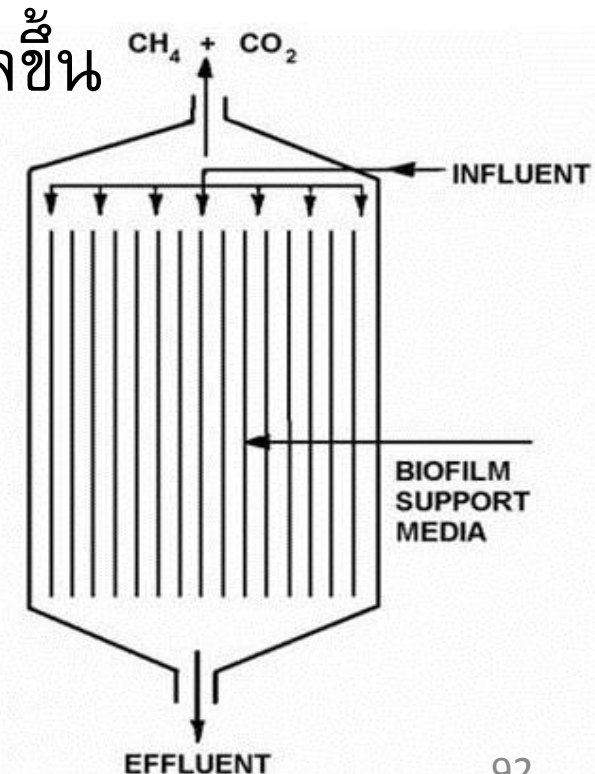
บีโอดีน้ำทิ้งจากระบบ > 30 มก./ล.



ถังกรองไร้อากาศแบบไหลลง

เป็นระบบถังกรองไร้อากาศที่มีการป้อนน้ำเสียจากด้านบนของถัง ผ่านชั้นตัวกลางที่บรรจุอยู่ในถังและมีน้ำทิ้งออกด้านล่างของถัง ระบบนี้เหมาะสำหรับน้ำเสียที่มีสารแขวนลอยไม่มาก

การออกแบบเหมือนถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้น



ถังบำบัดน้ำเสีย อินคา

คุณสมบัติ

- ติดตั้งง่ายสะดวกไม่ยุ่งยาก
- หมดกังวลเรื่องกลิ่นเหม็น
- ผลิตจากโพลีเอทิลีน มาตรฐานคุณภาพคัดพิเศษ
- ดูแลรักษาง่าย ไม่ต้องใช้ไฟฟ้า หรือเติมสารเคมีแต่อย่างใด
- ราคาประหยัด

หลักการทำงาน

ถังบำบัดน้ำเสียอินคา เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่ไม่ต้องเติมอากาศ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนกรองและส่วนกรองในส่วนกรอง (SEPTIC ZONE) เมื่อน้ำเสียไหลเข้ามาในส่วนกรองจะเป็นส่วน แยกกากและตะกอนโดย ตะกอนหนักจะตกลงสู่ด้านล่างของถัง ส่วนตะกอนเบาหรือตะกอนแขวนลอย จะลอยสู่ด้านบน ซึ่งส่วนนี้ จะถูกเก็บกักไม่ต่ำกว่า 8 ชั่วโมง แล้วจะไหลผ่าน ไปสู่ส่วนที่ 2 เรียกว่า ส่วนกรอง (FILTER ZONE) ในส่วนนี้จะเป็นส่วนที่น้ำเสียจะไหลผ่านตัวกรอง (INCA MEDIA) ซึ่งจะเป็นที่อาศัยของจุลินทรีย์ จำพวกที่ไม่ต้องการอากาศ (ANAEROBIC) ซึ่งจะทำการย่อยสลายกากตะกอน ขึ้นเสีย อีกครั้ง เพื่อให้ น้ำเสียที่ถูกกักเก็บในส่วนนี้ (ไม่ต่ำกว่า 8 ชั่วโมง) จะไหลผ่านออกไปสู่สาธารณธารณะได้อย่างไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม

วัสดุที่ใช้

- ตัวถัง (TANK BODY) ผลิตจาก โพลีเอทิลีน
- ฝาถัง (MANHOLE COVER) ผลิตจาก เอบีเอส
- อินคาเมเดีย (INCA MEDIA) ผลิตจาก โพลีเอทิลีน
- ข้อต่ออ่อน (INCA FLEX) ผลิตจาก ยางธรรมชาติเสริมแรงอย่างดี



ตารางเลือกใช้ถังบำบัดน้ำเสีย อินคา

รุ่น		STA 800	STA 1000	STA 1000N	STA 1200	STA 1500	STA 1700	STA 2200	STA 3000
จำนวนผู้ใช้ (User)	บ้าน (บ้านรวม) (Housing Combine)	2-3	3-4	3-4	4-5	5-6	6-7	8-10	11-13
	บ้าน (บ้านแยกครัวเรือน) (Housing Soil only)	8-10	10-13	10-13	12-15	15-19	18-22	22-28	30-38
	สำนักงาน (Office)								
	โรงงาน (Factory)								
	โรงเรียน (School)								
ขนาด (DIMENSION) (CM)	ความกว้างสุด Ø (Tank Diameter)	120	122	98 x 165	129	134	132	150	170
	ความกว้างปากถัง Ø (Manhole Diameter)	37	37	40	37	37	37	37	37
	ความสูงรวม (Height)	111	147	105	150	177	197	183	198
	ความลึกของน้ำเข้า (Inlet Depth)	20	20	20	20	20	20	20	20
	ความลึกของน้ำออก (Outlet Depth)	25	25	25	25	25	25	25	25
SPECIFICATION (CM)	ขนาดท่อเข้า/ออก Ø (Inlet/Outlet Pipe)	10	10	10	10	10	10	10	10
	ขนาดท่อระบายอากาศ Ø (Air Vent)	2.5	2.5	2.5	5	5	5	5	5
	ขนาดความจุ CAPACITY (M³) ส่วนกรอง (Septic Zone)	0.52	0.65	0.65	0.78	0.97	1.10	1.43	1.95
	ส่วนกรอง (Filter Zone)	0.28	0.35	0.35	0.42	0.53	0.60	0.77	1.05
	ความจุรวม (Total)	0.8	1.0	1.0	1.2	1.5	1.7	2.2	3.0

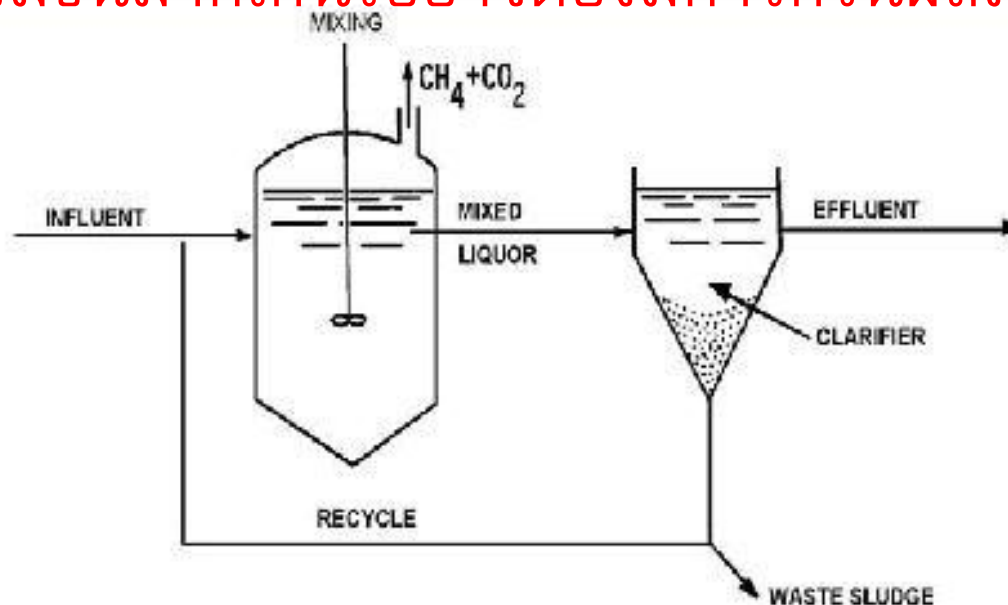


ระบบเลี้ยงตะกอนแบบไร้อากาศ

ระบบมีความคล้ายคลึงกับระบบ AS แบบเติมอากาศ คือ มีการรักษาปริมาณตะกอนในระบบให้คงที่ โดยการสูบตะกอนกลับ แต่ไม่มีการเติมอากาศให้กับระบบ

ความเข้มข้นของตะกอน อาจสูงถึง 20,000 มก/ล.

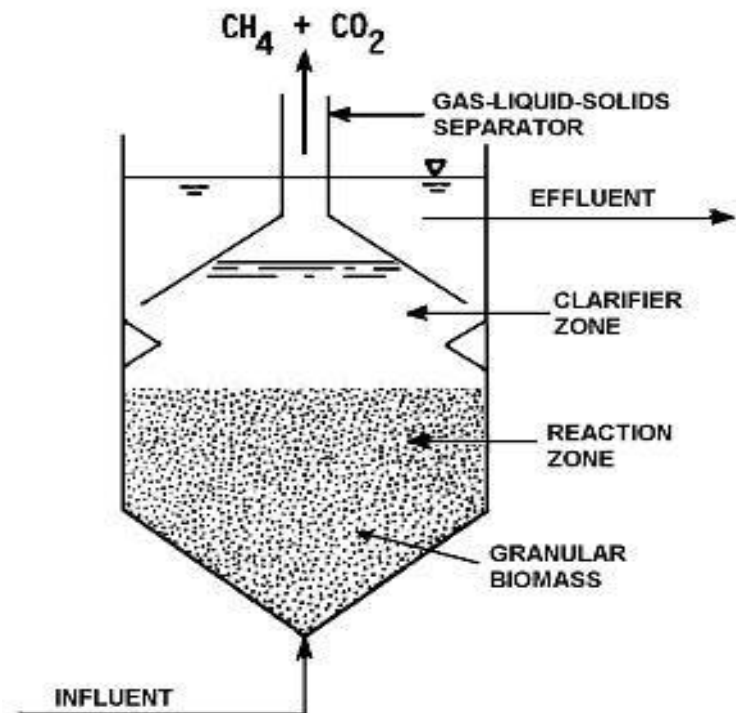
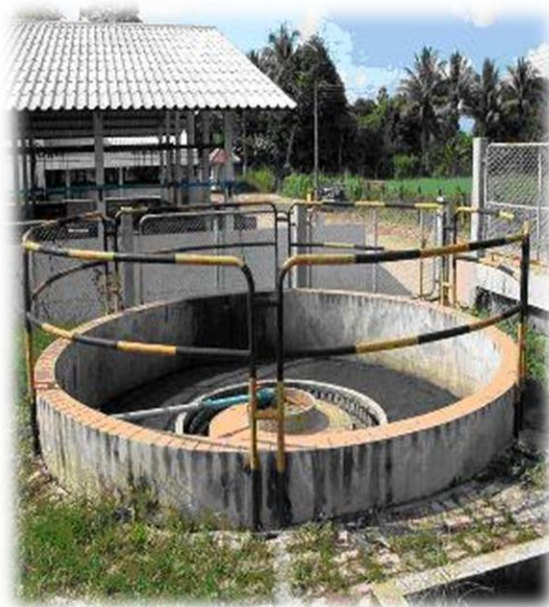
ถ้าความเข้มข้นมากเกินไปอาจต้องมีการกวนผสมให้มากขึ้น



ระบบ Up-Flow Anaerobic Sludge Blanket

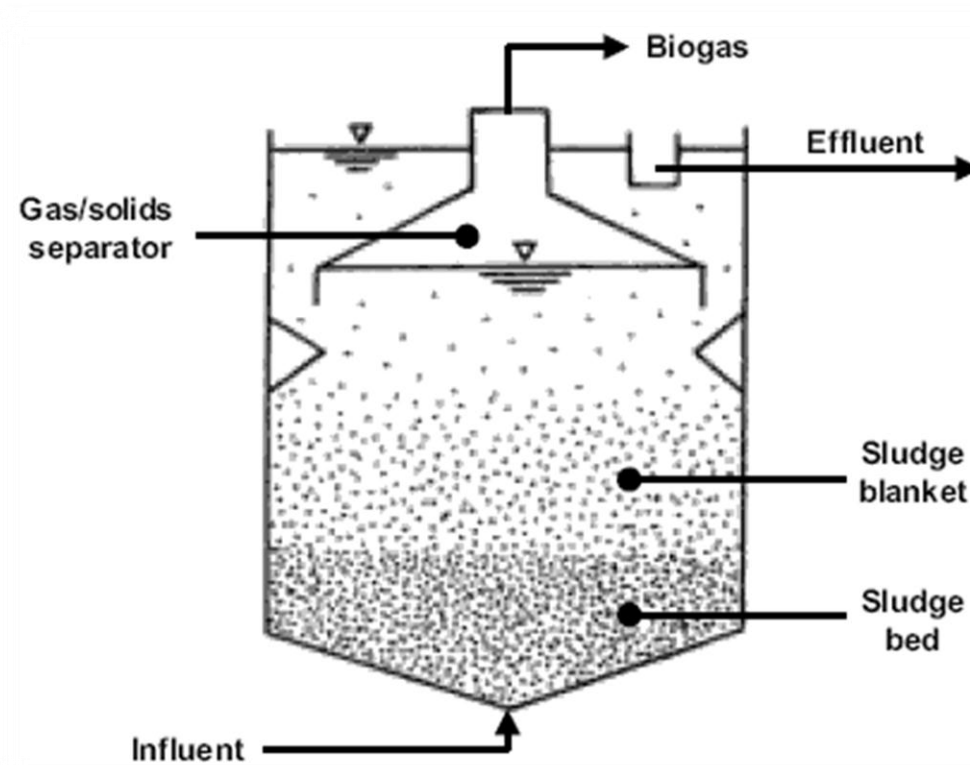
เป็นระบบบำบัดที่ตะกอนจุลินทรีย์แขวนลอยในถังปฏิกรณ์ (Suspended Growth System) น้ำเสียจะถูกป้อนเข้าทางด้านล่างของถังและอัตราการสูบป้อนน้ำเสียสม่ำเสมอ เพื่อให้จุลินทรีย์สามารถเกาะตัวกันแน่นเป็นเม็ด (Granular Biosludge)

ขนาดประมาณ 1-1.5 มม.



ลักษณะชั้นของระบบ UASB

ด้านล่างของถังจะมีความหนาแน่นของเม็ดจุลินทรีย์สูงมาก
เรียกว่า ชั้นของ Granular Biosludge ถัดขึ้นมาเป็นชั้นของ
ตะกอนเบา Floc และถัดจากนั้นขึ้นมาจะเป็นตะกอนขนาดเล็ก
กระจายอยู่



ระดับการบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดขั้นต้น (Primary Treatment)

ระบบบำบัดขั้นที่สอง (Secondary Treatment)

ระบบบำบัดขั้นที่สาม (Tertiary Treatment)

ระดับการบำบัดน้ำเสียขั้นต้น (Primary Treatment)

เป็นกระบวนการทางกายภาพในการแยกสารต่างๆ ออกจากน้ำเสีย

การดักด้วยตะแกรง

การปรับพีเอช

ระบบแยกน้ำมันและไขมัน

เครื่องบด

ถังตกตะกอน

ถังลอยตะกอน

ระดับการบำบัดน้ำเสียขั้นที่สอง (Secondary Treatment)

- เป็นการกำจัดสารอินทรีย์และสารแขวนลอยออกจากน้ำเสียโดยกระบวนการทางชีวภาพและเคมี

ระบบเอเอส (Activated Sludge)

สระเติมอากาศ (Aerated Lagoon)

ระบบโปรยกรอง (Trickling Filter)

บ่อแอนแอโรบิก (Anaerobic Pond)

บ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond)

ระดับการบำบัดน้ำเสียขั้นที่สาม (Tertiary Treatment)

- เป็นการกำจัดสารแขวนลอยและสิ่งเจือปนอื่นๆ ที่หลงเหลือจากการบำบัดขั้นที่สอง

ระบบ Reverse Osmosis

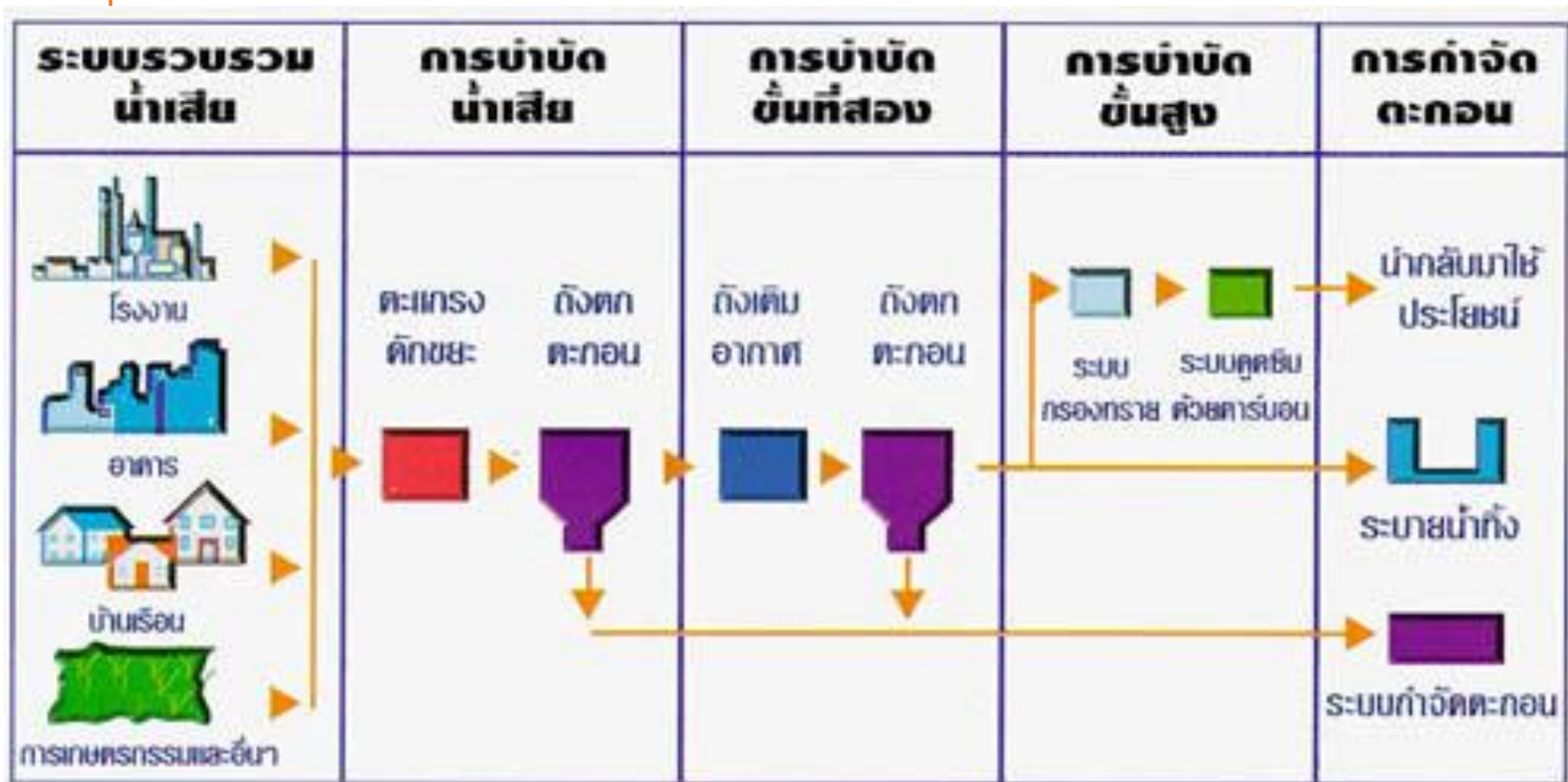
ระบบดูดซับด้วยคาร์บอน (Carbon Adsorption)

ระบบแลกเปลี่ยนประจุ (Ion Exchange)

ระบบกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัส

ระบบสร้างตะกอนและตกตะกอน (Coagulation and Sedimentation)

แผนผังแสดงขั้นตอนการจัดการน้ำเสีย



แนวทางในการเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมต้องเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพ และมีราคาประหยัด ซึ่งการเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย ขึ้นอยู่กับ ปัจจัยต่างๆ ได้แก่

ลักษณะของน้ำเสีย

ระดับของการบำบัด

สภาพของท้องถิ่น

ความยากง่ายใน การ
ดูแลรักษาระบบ

แนวทางในการเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย

- น้ำเสียที่มีสารอินทรีย์ ควรเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพ และความเข้มข้นของปริมาณสารอินทรีย์เป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกกระบวนที่เหมาะสม
- น้ำเสียชุมชน ส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ง่ายและมีความเข้มข้นต่ำ มีปริมาณอาหารเสริมและมีสภาพแวดล้อมอื่นๆ เช่น พีเอชที่เหมาะสม และมีจุลินทรีย์อยู่ในน้ำเสีย จึงสามารถใช้ระบบชีวภาพ เช่น ระบบเอเอส หรือบ่อบึง
- น้ำเสียที่มีสารเคมีหรือโลหะหนัก ควรใช้ระบบบำบัดทางเคมี เช่น การตกตะกอนโลหะหนักจากน้ำเสีย

แนวทางในการเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย

- ชุมชนที่มีประชากรหนาแน่น ที่ดินมีราคาสูง จำเป็นต้องออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้พื้นที่น้อย โดยต้องใช้เครื่องจักรกลมาก ทำให้เป็นระบบที่มีค่าก่อสร้างและค่าใช้จ่ายในการเดินระบบสูง และต้องการการดูแลบำรุงรักษาระบบมากกว่า
- พื้นที่ที่มีราคาที่ดินถูก สามารถใช้ระบบบำบัดแบบที่ไม่ต้องใช้เครื่องจักรกลมาก และการดูแลบำรุงรักษาระบบง่ายกว่า เช่น ระบบบ่อต่างๆ

ระบบ	หลักการ	ข้อกำหนดและ ลักษณะสำคัญ	การกำจัด BOD	การกำจัด สารอาหาร (N&P)	ความ ต้องการ พื้นที่	การควบคุมดูแล
บ่อบึง (Ponding Systems)	บำบัดทางชีวภาพ <ul style="list-style-type: none"> ใช้อากาศ ไร้อากาศ 	บ่อดินหรือลาดคอนกรีต	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง	ธรรมชาติ ขุดลอกตะกอนเป็นระยะ เนื่องจากการสะสมของ ตะกอนของแข็งในบ่อ
สระเติมอากาศ (Aerated Lagoon)	บำบัดทางชีวภาพ <ul style="list-style-type: none"> ใช้อากาศ 	บ่อดินหรือลาดคอนกรีต ต้องการเครื่องกลเติมอากาศ	ปานกลาง-สูง	ปานกลาง	สูง	เครื่องกลเติมอากาศ ออกซิเจนละลาย ขุดลอกตะกอนเป็นระยะ
แอกติเวเต็ดสลัดจ์ (AS)	บำบัดทางชีวภาพ <ul style="list-style-type: none"> ใช้อากาศ 	บ่อกอนกรีต กวนผสมในถังเติมอากาศ ต้องการถังตกตะกอน (ยกเว้นแบบ SBR) มีการหมุนเวียนตะกอน	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	เครื่องกลเติมอากาศ ระบบหมุนเวียนและการ ทิ้งตะกอน ออกซิเจนละลาย

