

การควบคุมมลพิษน้ำเทคนิคพิเศษ ด้วยการผสมผสานกัน ระหว่างการใช้ระบบไร้อากาศกับระบบใช้ออกซิเจนในอากาศ

Dr. Lertluck Saitawee



การควบคุมมลพิษน้ำเทคนิคพิเศษ ด้วยการผสมผสานกันระหว่างการใช้ระบบไร้อากาศกับระบบใช้ออกซิเจนในอากาศ



หลักการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียด้วยระบบไร้อากาศร่วมกับระบบ **Activated Sludge**

การแยกระหว่างน้ำเสียความเข้มข้นสูงและความเข้มข้นต่ำกับการเลือกใช้หน่วยบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสีย

การทดสอบการย่อยสลายอินทรีย์ด้วยจุลินทรีย์ชนิดไร้อากาศ
เพื่อหาประสิทธิภาพก่อนการออกแบบ

การออกแบบและการเลือกใช้หน่วยบำบัดน้ำเสียความเข้มข้นสูง
การออกแบบและการเลือกใช้หน่วยบำบัดน้ำเสียความเข้มข้นต่ำ

การควบคุมและการดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย

มลพิษน้ำ (น้ำเสีย)

น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่มีสิ่งเจือปนต่าง ๆ อยู่ในน้ำ เป็นที่น่ารังเกียจของคนทั่วไป

ปล่อยลงสู่ลำนํ้าธรรมชาติทำให้คุณภาพน้ำธรรมชาติเสียหาย แบ่งเป็นกลุ่มน้ำเสีย ดังนี้

1. น้ำเสียชุมชน (Domestic Wastewater)
2. น้ำเสียจากอุตสาหกรรม (Industrial Wastewater)
 - ลักษณะน้ำเสีย ทางเคมี (Chemical Characteristics)
 - ลักษณะน้ำเสีย ทางชีววิทยา (Biological Characteristics)
3. น้ำเสียจากการเกษตร (Agricultural Wastewater)
4. น้ำเสียที่เกิดจากน้ำฝน (Storm Sewage)

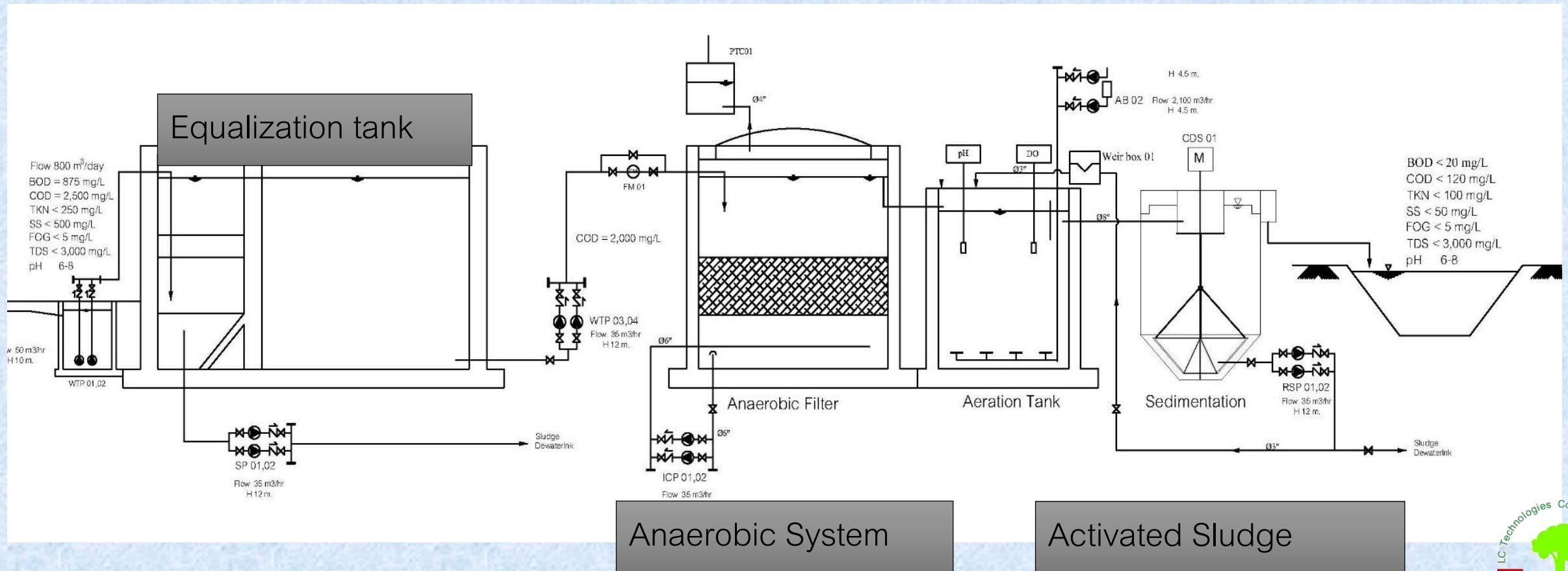
ลักษณะน้ำเสียชุมชนโดยทั่วไป

พารามิเตอร์	ความเข้มข้น			
	หน่วย	น้อย	ปานกลาง	มาก
1. ของแข็งทั้งหมด (Total Solids)	มก./ล.	350	720	1200
- ของแข็งละลายน้ำ (Dissolved Solids)	มก./ล.	250	500	580
- ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids)	มก./ล.	100	220	350
2. ปริมาณตะกอนหนัก (Settleable Solids)	มล./ล.	5	10	20
3. ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand; BOD.)	มก./ล.	110	220	400
4. ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand; COD)	มก./ล.	250	500	1000
5. ไนโตรเจนทั้งหมด (Total as N)	มก./ล.	20	40	85
- อินทรีย์ไนโตรเจน (Organic)	มก./ล.	8	15	35
- แอมโมเนีย (Free ammonia)	มก./ล.	12	25	50
- ไนไตรท์ (Nitrites)	มก./ล.	0	0	0
- ไนเตรท (Nitrate)	มก./ล.	0	0	0
6. ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total as P)	มก./ล.	4	8	15
- สารอินทรีย์ (Organic)	มก./ล.	1	3	5
- สารอนินทรีย์ (Inorganic)	มก./ล.	3	5	10
7. คลอไรด์ (Chloride) ⁽¹⁾	มก./ล.	30	50	100
8. ซัลเฟต (Sulfate) ⁽¹⁾	มก./ล.	20	30	50
9. สภาวะด่าง (Alkalinity as CaCO ₃)	มก./ล.	50	100	200
10. ไขมัน (Grease)	มก./ล.	50	100	150
11. โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (Total Coliform)	MPN/100ml	10 ⁶ -10 ⁷	10 ⁷ -10 ⁸	10 ⁷ -10 ⁹

ตัวอย่างน้ำเสียจากอุตสาหกรรมเกษตร

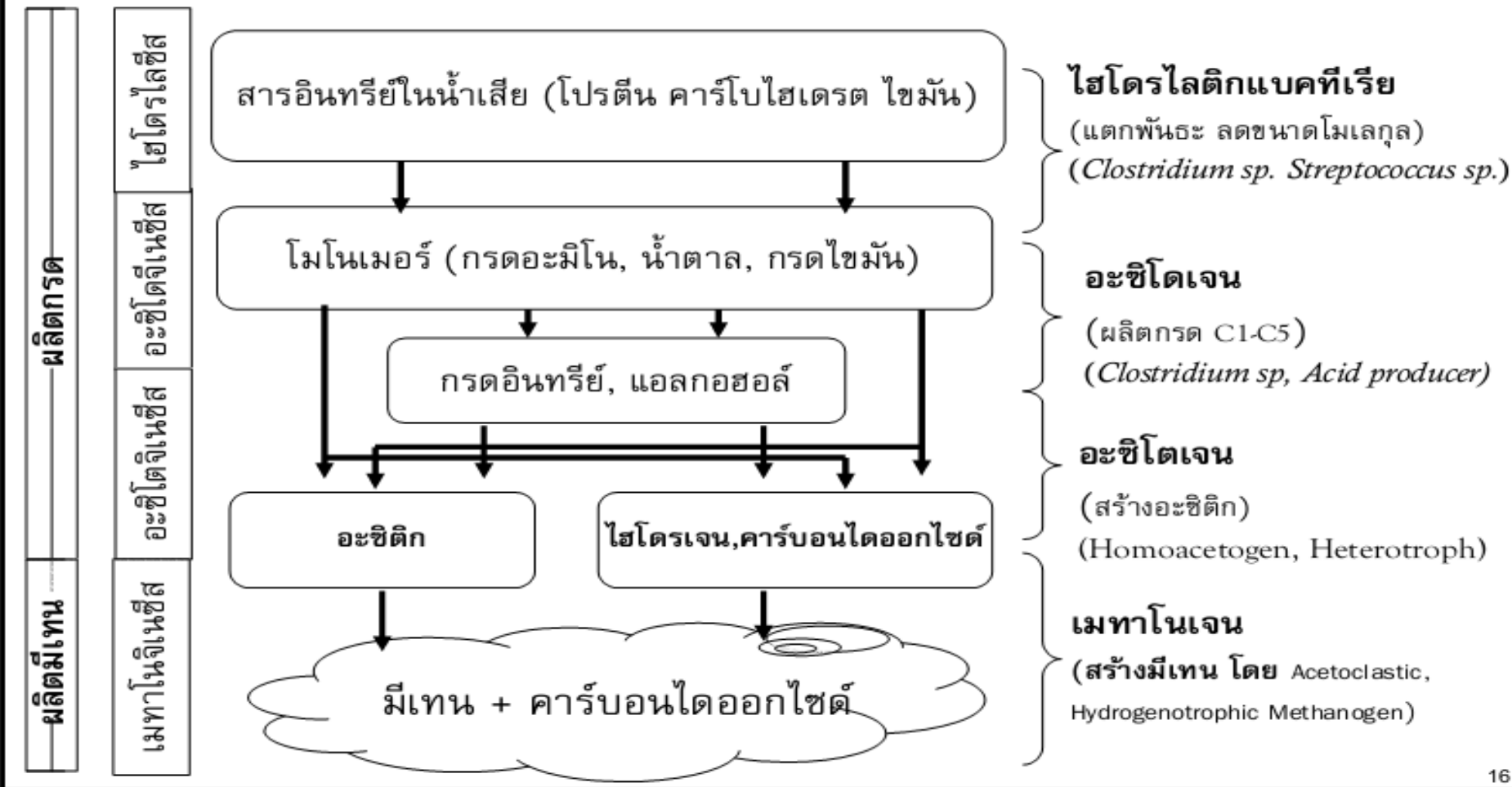
รายการ Parameters	หน่วย Unit	วิธีวิเคราะห์ Method	ผล/Result Wastewater
pH	-	Electrometric	5.0
TDS	mg/l	Dried at 180 ^o C	6,480
TSS	mg/l	Dried at 103 - 105 ^o C	29,700
Settleable Solids	ml/l/hr	Imhoff Cone	800.0
BOD	mg/l	5-Day BOD Test, Membrane Electrode	18,954
COD	mg/l	Closed Reflux, Colorimetric	60,800
TKN	mg/l	Macro-Kjeldahl, Titrimetric	700.00
Total Phosphorus	mg/l	Stannous Chloride	13.918
Total Solids	mg/l	Dried at 103 - 105 ^o C	36,180
Volatile Suspended Solids	mg/l	Ignited at 550 ^o C	31,200
Volatile Fixed Solids	mg/l	Ignited at 550 ^o C	4,980

1. หลักการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียด้วยระบบไร้อากาศร่วมกับระบบ Activated Sludge



ทฤษฎีเบื้องต้นของของระบบไม่ใช้อากาศ

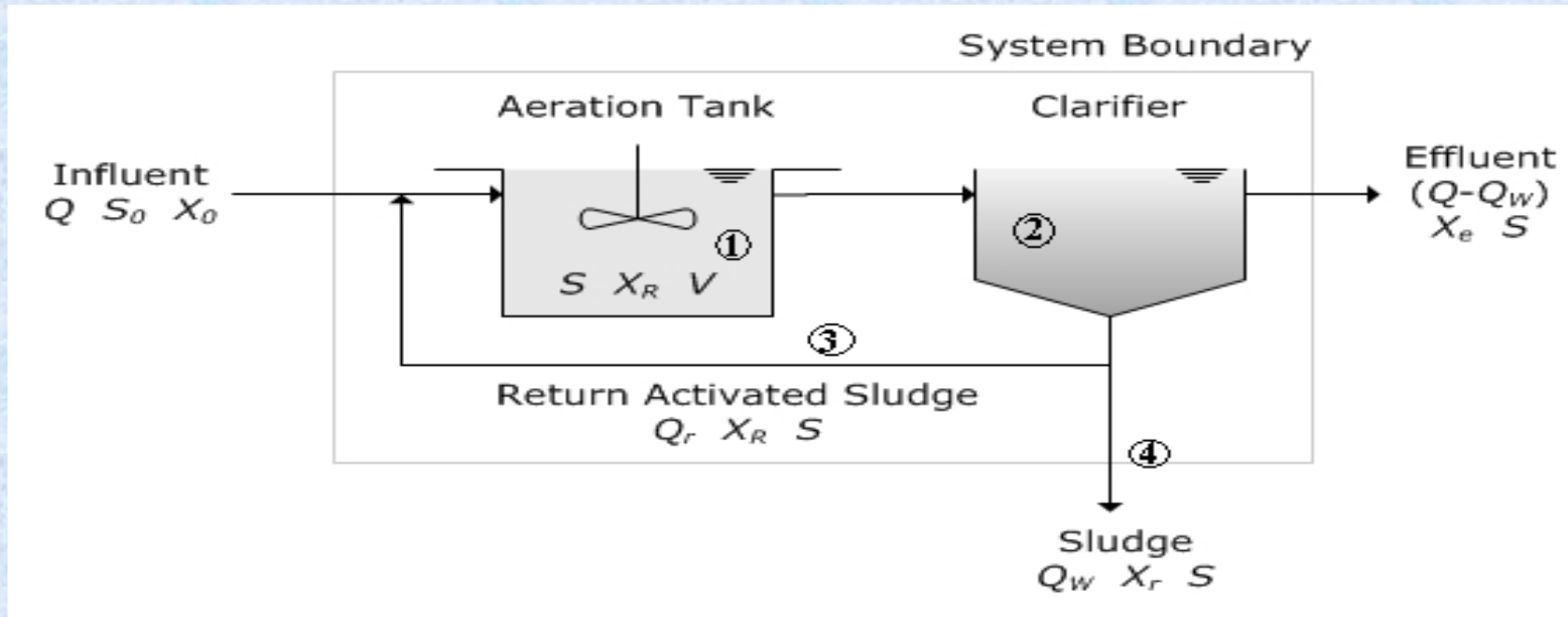
กลไกการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไม่ใช้อากาศ



ปัจจัยที่เหมาะสมของระบบไร้อากาศ

- 1.Organic Loading Rate ; OLR
- 2.Hydraulic Retention Time ; HRT
- 3.pH (6.5 – 7.5)
- 4.Alkalinity (1,000 – 3,000 mg/l)
- 5.Volatile Fatty Acid ; VFA (50 -500, Max 2,000 mg/l)
- 6.Temperature ; Mesophilic 25 – 35 oC,
Thermophilic 45 – 60 oC
- 7.Nutrients (COD:N:P, 100:1.1;0.2)
- 8.C : N Ratio (25-35)

Activated Sludge



ระบบ Activated Sludge ประกอบด้วย

1. ถังปฏิกิริยา ซึ่งเป็นบ่อเติมอากาศ (Aeration Tank)
2. ถังตกตะกอน (Sedimentation Tank) หรือ Clarifier
3. การเวียนกลับของตะกอน (Recycle Sludge)
4. การกำจัดตะกอนส่วนเกิน (Excess Sludge)

2. การแยกระหว่างน้ำเสียความเข้มข้นสูงและความเข้มข้นต่ำ กับการเลือกใช้หน่วยบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไร้อากาศ (Anaerobic Digester)

เป็นระบบที่ใช้พลังงานในการบำบัดน้ำเสียน้อย หากค่าความสกปรกมีความเข้มข้นสูง ระบบจะให้พลังงานความต้องการปริมาตรในการย่อยสลายมีขนาดใหญ่ การลงทุนสร้างระบบก็จะมีมูลค่าสูงกว่าระบบเติมอากาศ

ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดใช้อากาศ (Activated Sludge)

เป็นระบบที่ต้องอาศัยเครื่องกลเติมอากาศ ซึ่งต้องการพลังงานในการเดินระบบ จึงมีค่าใช้จ่ายในการเดินระบบสูงกว่าระบบไร้อากาศ

หากการวางแผนการก่อสร้างตั้งแต่เริ่มต้นหรือระบบเดิมมีการบำบัดแบบใช้อากาศอย่างเดียว การพิจารณา เลือก การทำงานร่วมกันของทั้งสองระบบจึงควรใช้ค่าพลังงานในการเดินระบบมาร่วมพิจารณา



การพิจารณาเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ กับระบบที่ใช้ออกซิเจน โดยการใช้ค่าพลังงานมาร่วมในการตัดสินใจ

ผลจากการคำนวณการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้ออกซิเจนที่ค่าความเข้มข้นที่ต่างกัน

ตารางสรุปค่าไฟฟ้าในการเติมอากาศ ในแต่ละความเข้มข้นของน้ำเสีย

Flow 1,500.00 m3/day ค่าไฟฟ้า 4.00 B/KWH
62.50 m3/hr

BOD	2,500.00	2,000.00	1,500.00	1,300.00	1,000.00	800.00	650	500.00	250.00	mg/l
COD	4,000.00	3,500.00	3,000.00	2,500.00	2,000.00	1,500.00	1200	750.00	500.00	mg/l
BOD : COD	0.63	0.57	0.50	0.52	0.50	0.53	0.54	0.67	0.50	
TKN	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	mg/l
Power Requirment	258.05	211.19	164.33	145.59	117.47	98.73	84.671	70.61	47.18	KWH
Operating Cost	1,032.20	844.76	657.33	582.35	469.89	394.92	338.68	282.45	188.73	B/hr
	16.52	13.52	10.52	9.32	7.52	6.32	5.41894	4.52	3.02	B/m3

ความเข้มข้นสูง

ความเข้มข้นต่ำ

ประเมินการเลือกระบบ



การเลือกใช้หน่วยบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสีย

จากตารางคำนวณการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย AS ตามตาราง โดยเริ่มตั้งแต่ค่า COD 500 mg/l จนไปถึง 4,000 mg/l แล้วนำค่าพลังงานที่ใช้มาพิจารณาเพื่อดูความเหมาะสมในการเลือกระหว่างระบบหมักไร้อากาศกับการใช้ระบบ AS

น้ำเสียที่ค่า COD 1,500 mg/l ขึ้นไปควรเลือกระบบไร้อากาศก่อนที่จะใช้ระบบ AS เพื่อให้ค่าพลังงานที่ใช้เหมาะสม

น้ำเสียที่ค่า COD ไม่เกิน 1,000 mg/l ควรเลือกใช้ระบบ AS เลย เนื่องจากการลงทุนที่สูงเทียบกับการประหยัดพลังงานมีความคุ้มค่าน้อย

กรณีค่า COD อยู่ในช่วง 1,000-1,500 mg/l เป็นการตัดสินใจของผู้ลงทุนว่าจะเลือกใช้ระบบไร้อากาศควบคู่ไปกับ AS หรือจะใช้ระบบ AS อย่างเดียว



3.การทดสอบการย่อยสารอินทรีย์ด้วยจุลินทรีย์ชนิดไร้อากาศ เพื่อหาประสิทธิภาพก่อนการออกแบบ

การทดสอบการย่อยสารอินทรีย์ด้วยจุลินทรีย์ชนิดไร้อากาศเพื่อหาประสิทธิภาพก่อนการออกแบบ



ก่อนการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย จะมีการทดสอบการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยจุลินทรีย์ชนิดไร้อากาศเพื่อหาประสิทธิภาพ โดยมีการทดสอบดังนี้

1.การเตรียมตะกอนหัวเชื้อ

ตะกอนหัวเชื้อที่ใช้ในการทดสอบควรมาจากระบบบำบัดน้ำเสียที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

2.การเตรียมน้ำเสีย

น้ำเสียที่ใช้ในการทดสอบจะมาจากน้ำเสียที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมที่เราจะทำการออกแบบ



การทดสอบการย่อยสารอินทรีย์ด้วยจุลินทรีย์ชนิดไร้อากาศเพื่อหาประสิทธิภาพก่อนการออกแบบ



3. กระบวนการหมักน้ำเสีย

ในกระบวนการหมัก ประกอบไปด้วยขวดขนาด 500 ml. ภายในขวด ประกอบไปด้วย สารอินทรีย์ประเภทน้ำเสีย 360 ml. และหัวเชื้อจุลินทรีย์ 40 ml ด้านบนของขวด มีท่อเชื่อมต่อกับน้ำเพื่อป้องกันไม่ให้ออกซิเจนจากภายนอกเข้าระบบโดยใช้ขวดบรรจุน้ำขนาด 500 ml ดังแสดงในภาพประกอบ



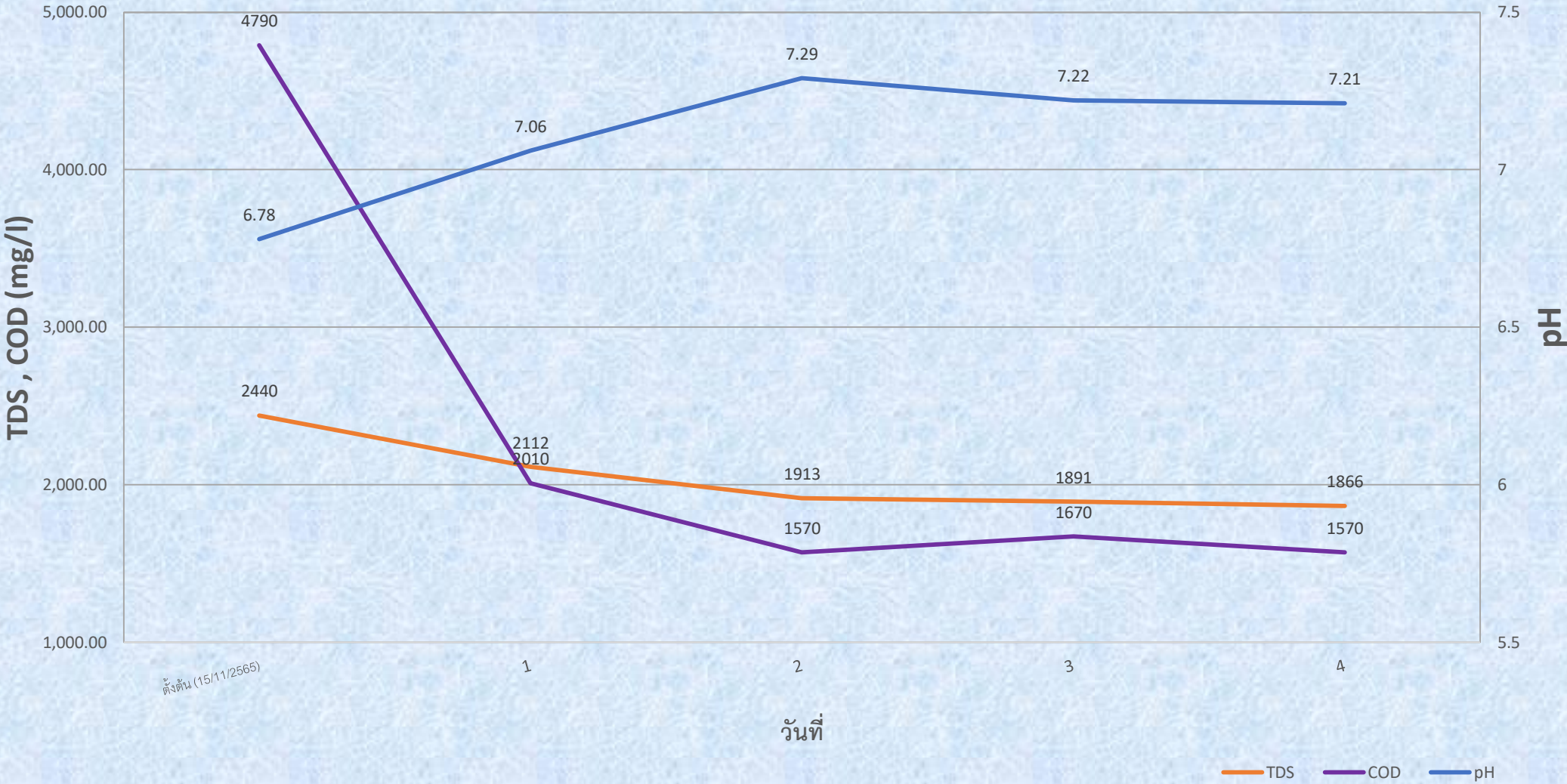
4. กระบวนการวิเคราะห์และทดสอบ

กระบวนการวิเคราะห์หาปริมาณของกรดอินทรีย์ทั้งหมดจากสารอินทรีย์ทั้งหมดจากสารอินทรีย์เมื่อกระบวนการหมักเสร็จสิ้นด้วยโดยการวิเคราะห์หาค่าซีไอดี



ผลการทดสอบการย่อยสารอินทรีย์ด้วยจุลินทรีย์ชนิดไร้อากาศเพื่อหาประสิทธิภาพก่อนการออกแบบ

น้ำล้างเชื้อ + เชื้ออำพลฟู้ด 1:1



กระบวนการวิเคราะห์หาปริมาณของกรดอินทรีย์ทั้งหมดเมื่อกระบวนการหมักเสร็จสิ้นด้วย การวิเคราะห์หาค่าซีโอดี จะทำให้เราทราบถึง

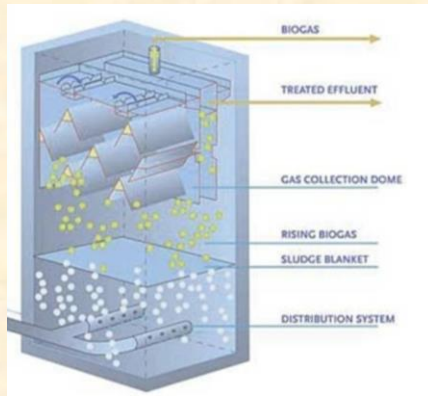
ปริมาณสารอินทรีย์ที่เหลือในรูป COD mg/l ทำให้ทราบประสิทธิภาพการย่อยสลายของระบบที่ทำได้สูงสุดแล้วนำมาพิจารณา ระบบบำบัดน้ำเสียส่วนที่ต้องใช้ต่อจากระบบดังกล่าว

ระยะเวลาการย่อยสลายสารอินทรีย์จากการทดลอง สามารถนำมาออกแบบเพื่อกำหนดระยะเวลากักเก็บภายในถังหมักไร้อากาศ



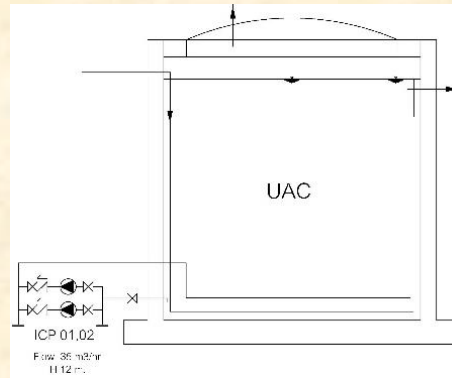
4. การออกแบบและการเลือกใช้หน่วยบำบัดน้ำเสียความเข้มข้นสูง การออกแบบและการเลือกใช้หน่วยบำบัดน้ำเสียความเข้มข้นต่ำ

แนวทางการเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียความเข้มข้นสูง

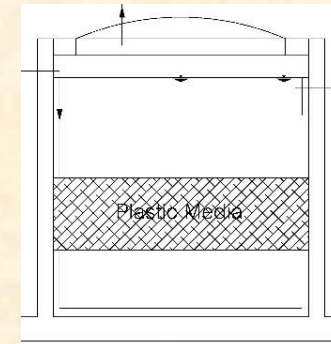


ระบบ UASB

(Upflow Anaerobic Sludge Blanket)



ระบบ UAC(Upflow
Anaerobic Contract)

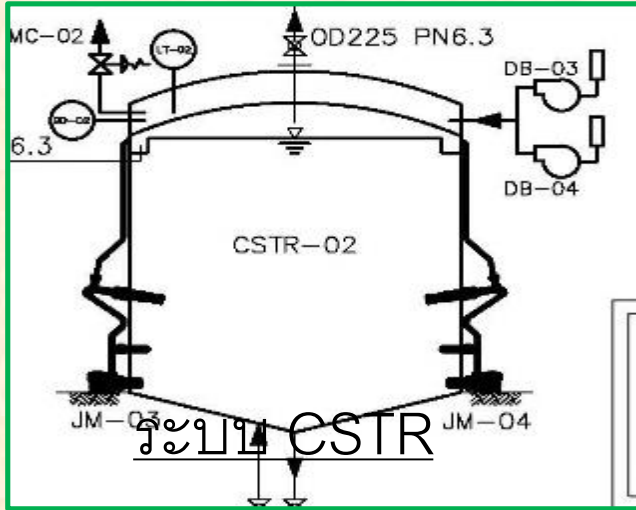


Anaerobic Filter

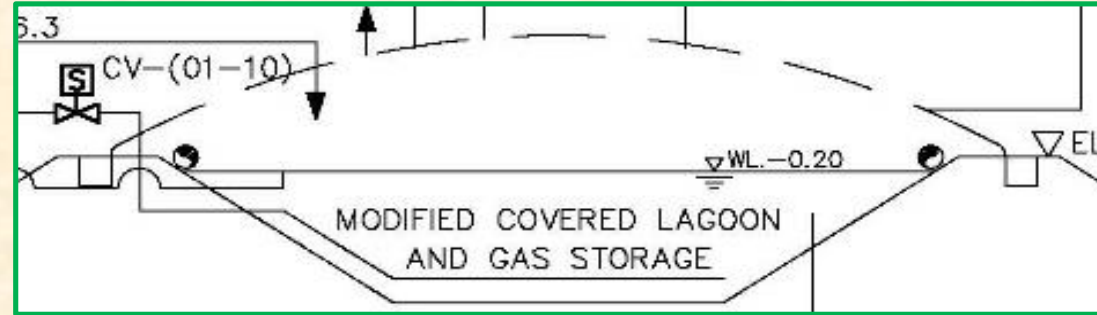
ระบบหมักไร้อากาศทั้ง สามระบบ เหมาะกับน้ำเสียที่มีค่า COD ไม่เกิน 30,000mg/l ระบบ UASB เหมาะกับการออกแบบความเร็วไหลขึ้นที่สูงกว่า UAC และ Anaerobic filter การเดินระบบต้องเลี้ยงจุลินทรีย์ให้เป็นเม็ด (Granule) เพื่อให้มีประสิทธิภาพสูง การดูแลระบบก็จะต้องดูแลใกล้ชิด

UAC และ Anaerobic filter การออกแบบความเร็วไหลขึ้นจะต่ำกว่า UASB ขนาดถึงจะมีขนาดใหญ่กว่า การดูแลจะดูแลง่ายกว่า UASB

แนวทางการเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียความเข้มข้นสูง



ระบบ CSTR (Continuous stirred tank reactor) เหมาะสำหรับน้ำเสียที่มีค่า COD load สูง ๆ เช่น COD 60,000 mg/l ขึ้นไป และเหมาะกับระบบที่ต้องการผลิต Biogas เพื่อนำพลังงานไปใช้



Cover Lagoon

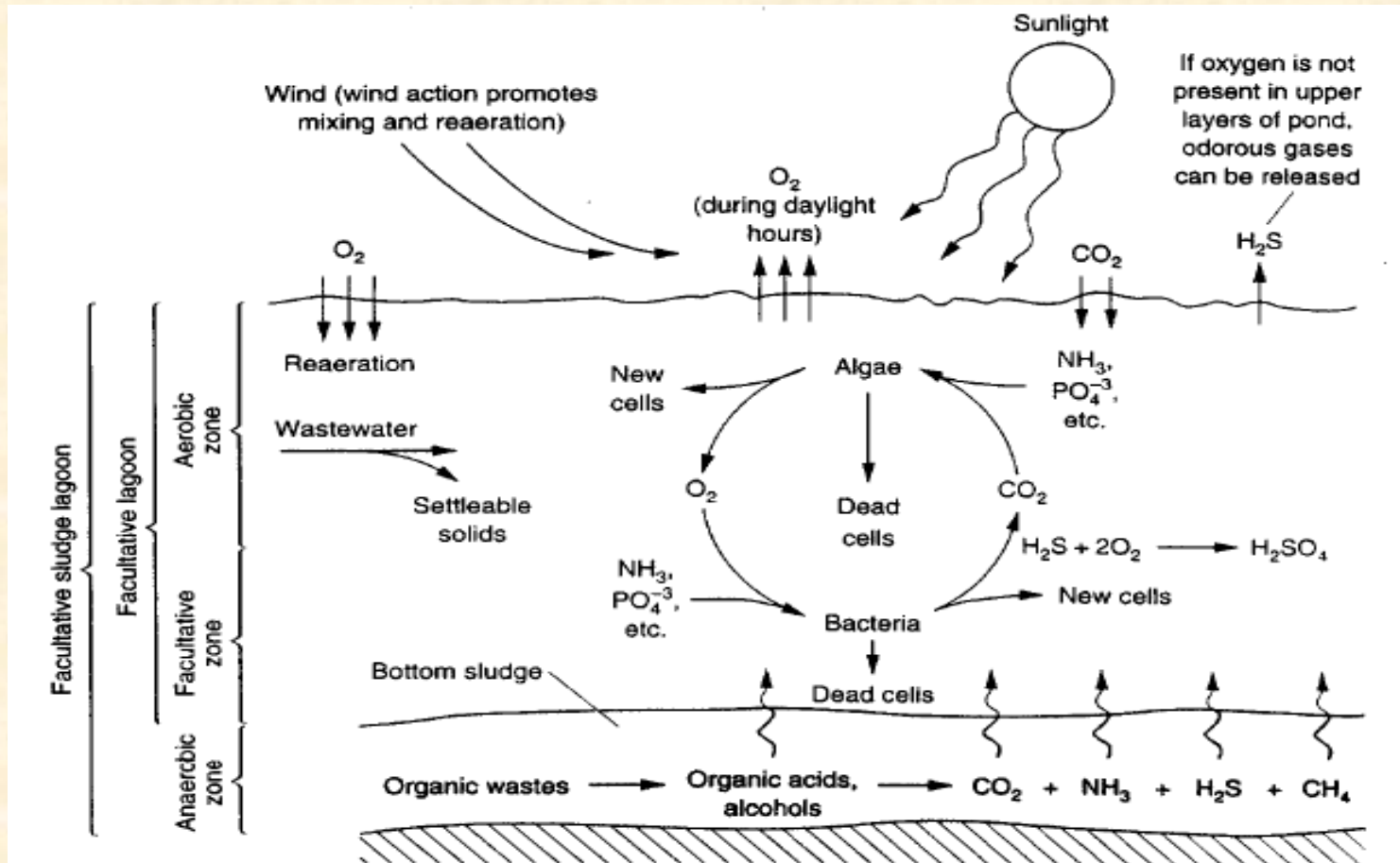
บ่อ Covered lagoon หรือ Modified Covered lagoon เหมาะสำหรับโรงงานที่มีพื้นที่จำนวนมาก และเหมาะกับระบบที่ต้องการผลิต Biogas เพื่อนำพลังงานไปใช้ ไม่จำกัดค่า COD หากพื้นที่ก่อสร้างเพียงพอ แต่ไม่เหมาะกับน้ำเสียที่มีตะกอนปริมาณมาก เพราะจะทำให้บ่อตันและการระบายตะกอนออกจากบ่อค่อนข้างยาก การลงทุนก่อสร้างจะต่ำกว่าทุกระบบที่ได้กล่าวมา



บ่อแอนแอโรบิก(Anaerobic pond)

- กำจัดสารอินทรีย์ โดยแบคทีเรียชนิด แอนแอโรบิก ในสภาพไร้ออกซิเจนภายในบ่อ ใช้กำจัดสารอินทรีย์ที่มีความเข้มข้นสูง และมีปริมาณของแข็งสูง น้ำทิ้ง ที่ผ่านการบำบัดในบ่อนี้ ต้องมีการบำบัดต่อในบ่อแฟคคัลเททีป หรือบ่อแอโรบิก ต่อไป

ความลึกของบ่อ ประมาณ 2.4 – 4.9 เมตร



แนวทางการเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียความเข้มข้นต่ำ

น้ำเสียที่ความเข้มข้นต่ำยังสามารถเลือกใช้ระบบอื่นนอกจากระบบ Activated sludge ได้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสถานที่และอุตสาหกรรม นั้น ๆ มีรายละเอียดดังนี้

1. บ่อแอโรบิก (Aerobic Pond)
2. บ่อแฟคัลทีฟ (Facultative Pond)
3. บ่อบ่ม (Maturation Pond)
4. บ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon)



1. บ่อแอโรบิก(Aerobic pond)

- เป็นบ่อที่มีออกซิเจนทั่วทั้งบ่อ ได้รับออกซิเจนจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายและจากอากาศ แบคทีเรียจะใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย บ่อชนิดนี้แบ่งได้ 2 แบบ
- - แบบผลิตออกซิเจนให้มากที่สุด ลึกประมาณ 0.9 – 1.2 เมตร (1.5 เมตร ขึ้นกับความขุ่นของน้ำ)
- แบบผลิตสาหร่ายให้มากที่สุด ความลึกของบ่อ 0.2 - 0.6 เมตร ต้องกวนวันละ 1-2 ครั้ง และต้องแยกสาหร่ายก่อนปล่อยน้ำที่ผ่านการบำบัด

2. บ่อแฟคัลเททีฟ (Facultative Pond)

- เป็นบ่อที่ทำงานผสมผสานกันทั้งสภาพแอโรบิก และ แอนแอโรบิก
- ส่วนบนของบ่อ อยู่ในสภาพแอโรบิก ได้รับออกซิเจนจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายและจากอากาศ การย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียโดยแบคทีเรียชนิด แบคทีเรียแอโรบิก
- ส่วนด้านล่างของบ่อ อยู่ในสภาพแอนแอโรบิก การย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียโดยแบคทีเรียชนิด แบคทีเรียแอนแอโรบิก
- ความลึกของบ่อ ประมาณ 1.2 – 2.4 เมตร

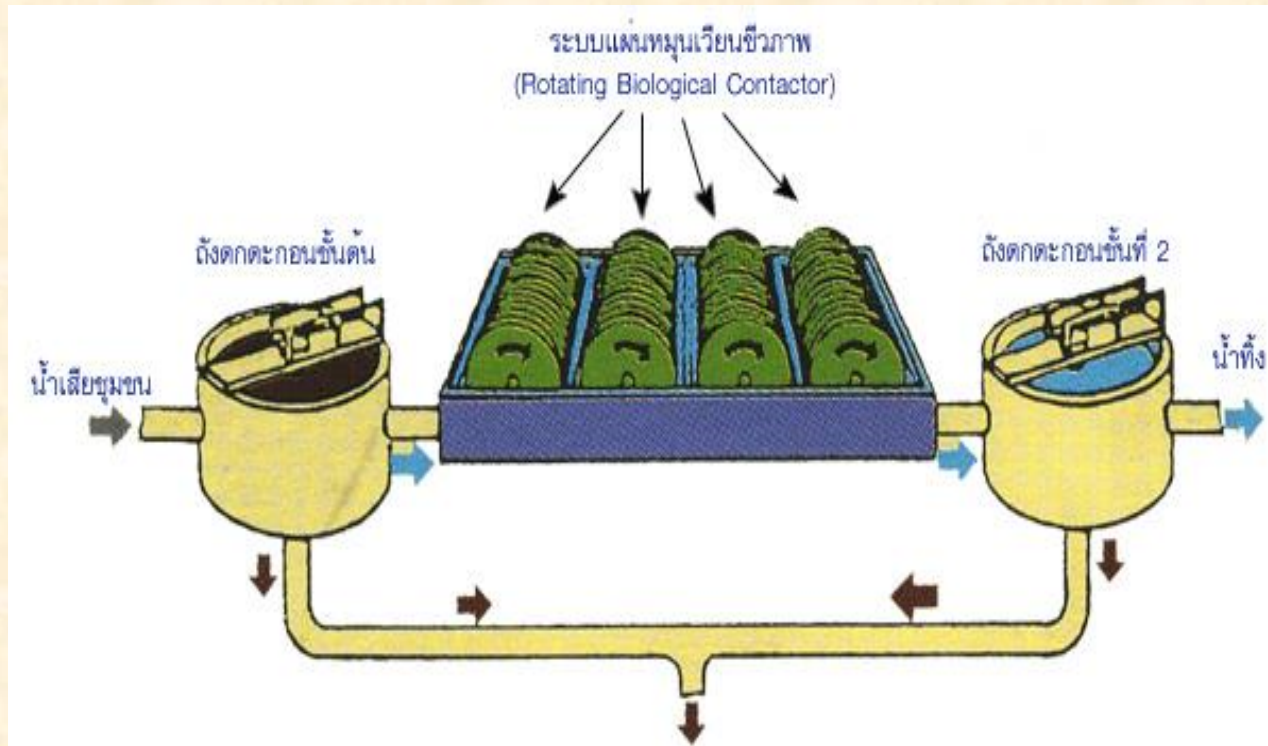
3. บ่อเติมอากาศ(Aerated Lagoon)

อาศัยการเติมออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศ (Aerator) เพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำให้มีปริมาณเพียงพอ สำหรับจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียในสภาวะ Aerobic ได้เร็วขึ้นกว่าการปล่อยให้ย่อยสลายตามธรรมชาติ เครื่องเติมอากาศซึ่งนอกจากจะทำหน้าที่เพิ่มออกซิเจนในน้ำแล้วยังทำให้เกิดการกวนผสมของน้ำในบ่อด้วย ทำให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้อย่างทั่วถึงภายในบ่อ บ่อมีความลึกประมาณ 2-6 เมตร ระยะเวลาเก็บกักน้ำ 3 – 10 วัน

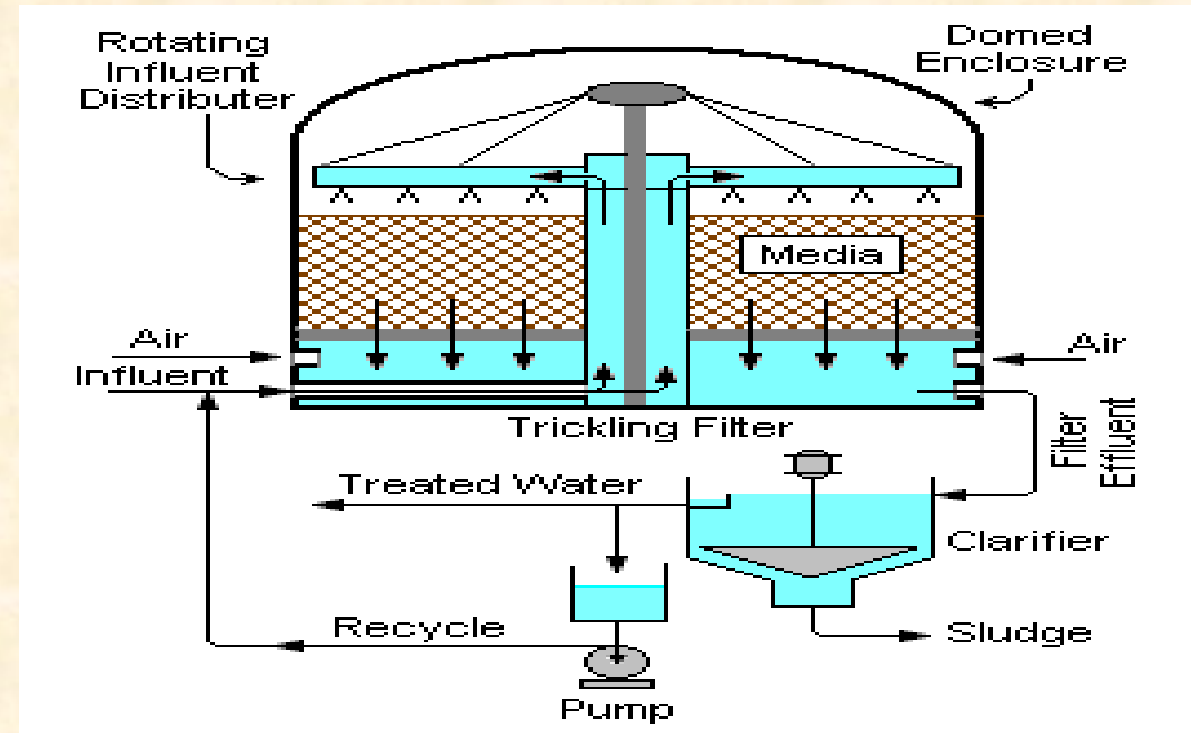
4 บ่อบ่ม(Maturation Pond หรือ Polishing Pond)

- เป็นบ่อที่รับบำบัดน้ำเสียต่จากบ่อแฟคัลเตทีฟ หรือบ่อเติมอากาศ
- รับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ ต่ำกว่าบ่ออื่นๆ เนื่องจากจุดประสงค์หลัก เป็นบ่อพักน้ำ และการกำจัดเชื้อโรคก่อนปล่อยออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ สภาพภายในบ่อเป็น แอโรบิก ความลึกของบ่อประมาณ 0.9 – 1.5 เมตร





ระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contactor; RBC)



ระบบบำบัดน้ำเสีย แบบโปรยกรอง (Tricking Filter)

5. การควบคุมและการดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบไร้อากาศ

ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบไร้อากาศและการเกิดก๊าซชีวภาพ

1. อัตราการรับภาระสารอินทรีย์ (Organic Loading Rate ; OLR)
2. ระยะเวลาการกักเก็บน้ำเสีย (Hydraulic Retention Time ; HRT)
3. pH
4. Alkalinity
5. กรดอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Fatty Acid ; VFA)
6. อุณหภูมิ (Temperature)
7. สารอาหาร (Nutrients)
8. สารพิษ (Toxic Substance)



ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบไร้อากาศการและเกิดก๊าซชีวภาพ

1. ค่า pH

ช่วง pH 6.5-7.2 เป็นช่วงที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

ถ้า pH ในระบบหมักมีค่าต่ำกว่า 6.5 ประสิทธิภาพการทำงานของแบคทีเรียกลุ่ม **Methane Former** จะต่ำลง แต่ถ้า pH ต่ำถึง 5.0 ก็จะมีอันตรายอย่างรุนแรงต่อ **Methane Former**

2. อุณหภูมิ

การควบคุมอุณหภูมิในถังหมักนิยมในช่วง **Mesophilic** คือช่วงอุณหภูมิ 35-37°C สำหรับอากาศร้อน เช่น ประเทศไทยอุณหภูมิ น้ำเสียก่อนหมักจะมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 30 °C และอุณหภูมิในถังหมักจะสูงขึ้นอีก 3-5 °C

3. สารอินทรีย์

สารอินทรีย์ คือ ปริมาณสารอินทรีย์ที่เราเติมใส่ถังหมักในแต่ละวัน ซึ่งถ้าหากว่าปริมาณที่เราเติมนั้นมากเกินไป ก็จะส่งผลให้ค่า pH ลดลงมากเกินไป

4. ระยะเวลาการกักเก็บ

ระยะเวลาในการกักเก็บสารอินทรีย์ในถังหมักขึ้นอยู่กับปริมาณ และประเภทของสารอินทรีย์ที่เติมเข้าไปซึ่งมีลักษณะและคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป รวมถึงรูปแบบของระบบ/ถังหมัก หากระยะเวลาในการกักเก็บสั้นไปก็จะไม่พอสำหรับแบคทีเรียที่จะผลิตก๊าซชีวภาพ

5. การผสม

การคลุกเคล้าตะกอน น้ำ และ สารอินทรีย์ เป็นส่วนที่สำคัญอีกส่วนเพราะจะทำให้แบคทีเรียสัมผัสกับสารอินทรีย์ได้อย่างทั่วถึง ทำให้แบคทีเรียทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่งผลให้เกิดก๊าซเร็วขึ้นและมากขึ้น นอกจากนี้ยังป้องกันการตกตะกอน และตะกอนลอย



ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดก๊าซชีวภาพ

สารพิษ

- สารอินทรีย์เกือบทุกสาร ถ้ามีปริมาณมากเกินไปในระบบหมักก็จะเป็นพิษต่อแบคทีเรียได้ ระดับความเป็นพิษจะมากหรือน้อยขึ้นกับสารนั้นๆ โดยทั่วไปพวกที่มีน้ำหนักอะตอมสูงกว่าจะส่งผลพิษรุนแรงกว่าพวกที่มีน้ำหนักอะตอมเบากว่า และไอออนที่มี **Valency** สูงจะส่งผลพิษรุนแรงกว่าพวกไอออนที่มี **Valency** ต่ำกว่า

สารอาหาร

- ธาตุที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียมาก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) และฟอสฟอรัส (P) อัตราส่วนเหมาะสมในระบบหมักควรมีอัตราส่วน **COD:N:P = 100:2.2:0.4** หรือ **BOD:N:P = 100:1.1:0.2**

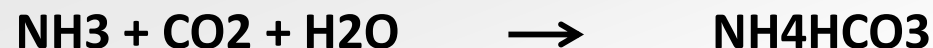
C/N Ratio

- อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนของสารอินทรีย์ที่สามารถใช้ผลิตก๊าซชีวภาพคือตั้งแต่ 8— 30 แต่อัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการผลิตก๊าซชีวภาพคือประมาณ 23
- ถ้า **C/N Ratio** สูงมาก ไนโตรเจนจะถูก **Methanogen** นำไปใช้เพื่อเสริมโปรตีนให้ตัวเองและจะหมดอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ได้ก๊าซน้อย
- ถ้า **C/N Ratio** ต่ำมากๆ ก็จะทำให้ไนโตรเจนมีมากและไปเกาะกันเป็นแอมโมเนีย แอมโมเนียจะไปเพิ่มค่า **pH** ซึ่งถ้าหากค่า **pH** สูงถึง 8.5 ก็จะเริ่มเป็นพิษกับแบคทีเรีย

ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดก๊าซชีวภาพ

Alkalinity

- คือความสามารถของน้ำในการรับอนุภาคโปรตอน
- ค่า **Alkalinity** ในระบบหมักเป็นตัวเลขที่บ่งชี้ถึงเสถียรภาพของระบบ ถ้าระบบมีค่า **Alkalinity** สูงย่อมแสดงว่าระบบมี **Buffering Capacity** สูงในการรักษาค่า **pH** ให้คงตัวอยู่ได้นานต่อการเพิ่มของปริมาณกรดใดๆ
- ค่า **Alkalinity** ที่เหมาะสมต่อระบบหมักประมาณ 1,000-3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าค่า **Alkalinity** สูงกว่านี้จะก่ออันตรายต่อแบคทีเรียได้
- ระบบหมักที่ทำงานสมบูรณ์ค่า **Alkalinity** เพิ่มขึ้น เนื่องจากสารแอมโมเนียมไบคาร์บอเนต (**Ammonium Bicarbonate**) ซึ่งเกิดจากการรวมตัวระหว่าง แอมโมเนียที่เกิดจากการย่อยสลายสารโปรตีนกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่แบคทีเรียขับออกมา ดังสมการ



VFA

- กรดอินทรีย์เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์แล้วปล่อยกรดอินทรีย์ (**VFA**) เป็นของเสียแล้วแบคทีเรียเรียกกลุ่มที่สองจะใช้กรดอินทรีย์เหล่านี้เป็นอาหาร โดยให้ก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา
- การสร้างกรดอินทรีย์มากกว่าการใช้กรดอินทรีย์ ถ้ามีการสะสมกรดอินทรีย์เกิดขึ้นในระบบในช่วงแรกจะลดค่า **Alkalinity** ก่อนจนกระทั่งหมดแล้ว ถ้ายังมีการสะสมกรดอยู่อีกในที่สุดค่า **pH** จะลดลง ถ้าค่า **pH** ต่ำกว่า 6.5 ก็จะเป็นอันตรายต่อแบคทีเรียสร้างมีเทน
- โดยทั่วไปปริมาณกรดอินทรีย์ควรอยู่ระหว่าง 50 – 500 มิลลิกรัมต่อลิตร และไม่ควรเกิน 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูป **Acetic Acid**

มาตรฐานน้ำทิ้ง กรมโรงงานอุตสาหกรรม

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน
ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH)	pH 5.5 – 9.0
ค่าทีดีเอส (TDS/Total Dissolved Solids)	- ไม่เกิน 3,000 mg/l หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 5,000 mg/l - น้ำทิ้งที่จะระบายลงแหล่งน้ำกร่อยที่มีค่าความเค็ม (Salinity) เกิน 2,000 mg/l หรือลงสู่ทะเลค่า TDS ในน้ำทิ้งจะมีความมากกว่าค่า TDS ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำกร่อย หรือน้ำทะเลได้ไม่เกิน 5,000 mg/l
สารแขวนลอย (Suspended Solids)	ไม่เกิน 50 mg/l หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม หรือประเภทของระบบน้ำเสีย ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 150 mg/l
อุณหภูมิ (Temperature)	ไม่เกิน 40°C
สีหรือกลิ่น	ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ
ซัลไฟด์ (Sulfide)	ไม่เกิน 1.0 mg/l
ไซยาไนด์ (Cyanide)	ไม่เกิน 0.2 mg/l
น้ำมันและไขมัน	ไม่เกิน 5.0 mg/l หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม หรือประเภทของระบบน้ำเสีย ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 15 mg/l

มาตรฐานน้ำทิ้ง กรมโรงงานอุตสาหกรรม (ต่อ)

ฟอร์มาลดีไฮด์ (Formaldehyde)	ไม่เกิน 1.0 mg/l
สารประกอบฟีนอล (Phenols)	ไม่เกิน 1.0 mg/l
คลอรีนอิสระ (Free Chlorine)	ไม่เกิน 1.0 mg/l
สารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์ (Pesticide)	ต้องตรวจไม่พบตามวิธีตรวจสอบที่กำหนด
ค่าบีโอดี (5 วันที่อุณหภูมิ 20°C / Biochemical Oxygen Demand: BOD)	· ไม่เกิน 20 mg/l หรืออาจแตกต่างกันแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม หรือประเภทของระบบน้ำเสีย ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 60 mg/l
ค่าทีเคเอ็น (TKN: Total <u>Kjeldahl</u> Nitrogen)	· ไม่เกิน 100 mg/l หรืออาจแตกต่างกันแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม หรือประเภทของระบบน้ำเสีย ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 200 mg/l
ค่าซีโอดี (COD: Chemical Oxygen Demand)	· ไม่เกิน 120 mg/l หรืออาจแตกต่างกันแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม หรือประเภทของระบบน้ำเสีย ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 400 mg/l

มาตรฐานน้ำทิ้ง กรมโรงงานอุตสาหกรรม (ต่อ)

โลหะหนัก	
สังกะสี	ไม่เกิน 5.0 mg/l
โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (Hexavalent Chromium)	ไม่เกิน 0.25 mg/l
โครเมียมชนิดไตรวาเลนต์ (Trivalent Chromium)	ไม่เกิน 0.75 mg/l
ทองแดง	ไม่เกิน 2.0 mg/l
แคดเมียม	ไม่เกิน 0.03 mg/l
แบเรียม	ไม่เกิน 1.0 mg/l
ตะกั่ว	ไม่เกิน 0.2 mg/l
นิกเกิล	ไม่เกิน 1.0 mg/l
แมงกานีส	ไม่เกิน 5.0 mg/l
อาร์เซนิก	ไม่เกิน 0.25 mg/l
เซเลเนียม	ไม่เกิน 0.02 mg/l
ปรอท	ไม่เกิน 0.005 mg/l

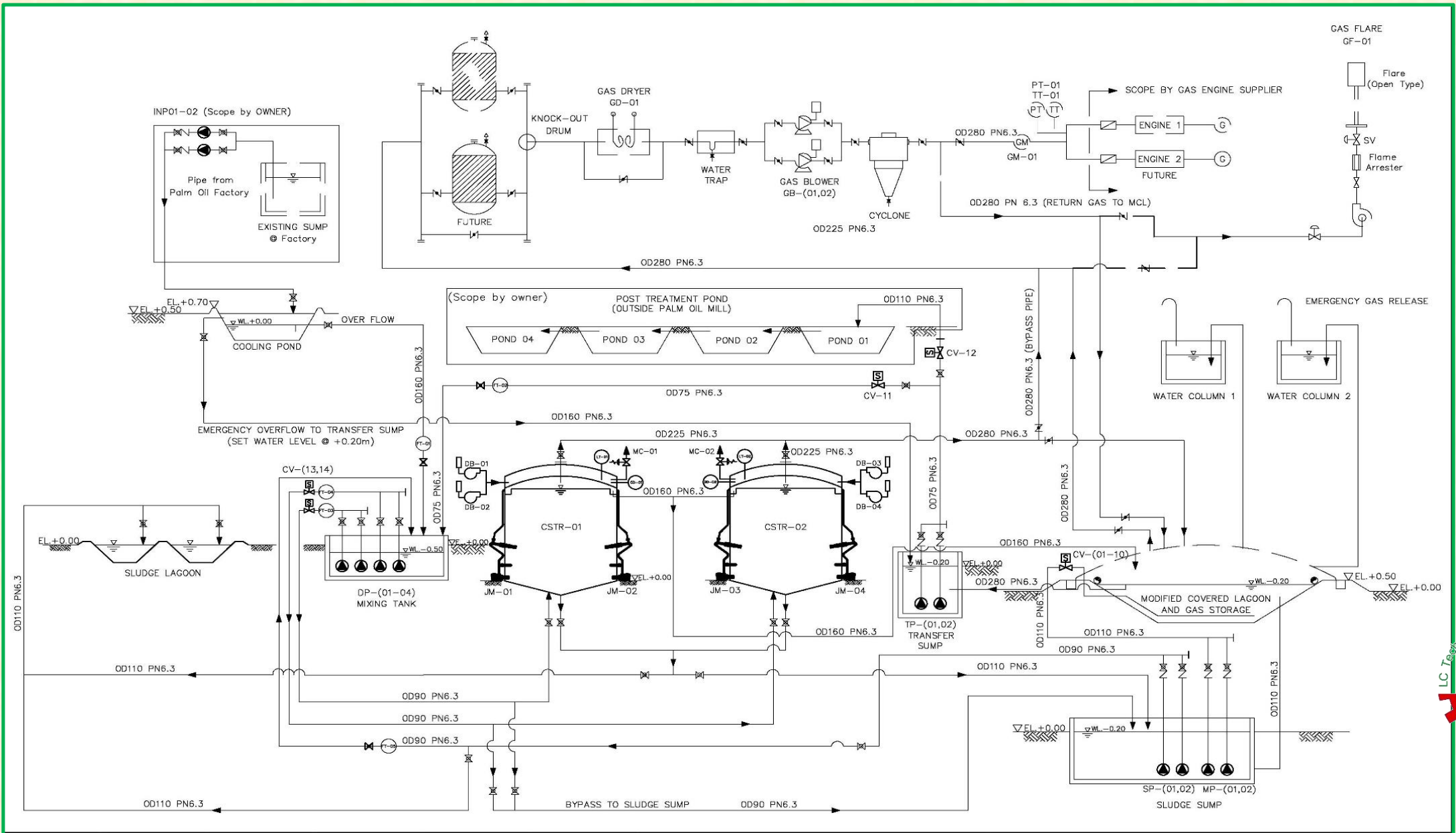
แหล่งที่มา: ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ.2539) ลงวันที่ 3 มกราคม 2539

เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิด

ประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 113 ตอนที่ 13 ลงวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2539



ตัวอย่างการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Anaerobic + Aerobic



THE END...

THANK YOU...

