

ภาคผนวก ง.
รายการคำนวณ

ภาคผนวก	ง.1	รายการคำนวณระบบบำบัดน้ำเสีย และปริมาณก๊าซมีเทน
ภาคผนวก	ง.2	รายการคำนวณระบบระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม
ภาคผนวก	ง.3	รายการคำนวณการใช้ไฟฟ้า
ภาคผนวก	ง.4	รายการคำนวณค่า OTTV และ RTTV
ภาคผนวก	ง.5	รายการคำนวณระบบปรับอากาศ และระบบระบายอากาศ
ภาคผนวก	ง.6	รายการคำนวณปริมาณน้ำสำรองดับเพลิง
ภาคผนวก	ง.7	รายการคำนวณระบบป้องกันดินพังช่วงก่อสร้างชั้นใต้ดิน อาคาร A
ภาคผนวก	ง.8	รายการคำนวณปริมาณดินขุดดินถม
ภาคผนวก	ง.9	รายการคำนวณผลกระทบด้านเสี่ยงจากกิจกรรมการก่อสร้าง โครงการ

ภาคผนวก ง.1
รายการคำนวณระบบบำบัดน้ำเสีย และปริมาณก๊าซมีเทน

รายการคำนวณระบบบำบัดน้ำเสีย

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไซยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

2. รายการคำนวณระบบบำบัดน้ำเสีย

2.1 ถังบำบัดน้ำเสียและถังดักไขมันสำเร็จรูปหมายเลข 1 (สำหรับอาคาร CLUB HOUSE)

2.1.1 ถังดักไขมันสำเร็จรูปหมายเลข 1

ปริมาณน้ำเสียจากครัว

- ปริมาณการใช้น้ำสำหรับครัว	=	2.86	ลบ.ม./วัน
- อัตราการเกิดน้ำเสีย	=	90% ของอัตราการใช้น้ำต่อวัน	
	=	0.9×2.86	
	=	2.57	ลบ.ม./วัน
- เลือกใช้อัตราการเกิดน้ำเสีย	=	3.00	ลบ.ม./วัน
- BOD in	=	1,200	มก./ลิตร
- ประสิทธิภาพในการลด BOD	=	30%	
- BOD หลังผ่านบ่อดักไขมัน	=	$1,200 \times 0.7$	
	=	840	มก./ลิตร
- อัตราการเกิดน้ำเสียเฉลี่ย	=	$3.0/24$	
	=	0.125	ลบ.ม./ชม.
- ระยะเวลาที่เก็บน้ำเสีย	=	12	ชม.
- ปริมาตรถังที่ต้องการ	=	0.125×12	ลบ.ม.
	=	1.5	
- เลือกถังดักไขมันปริมาตร	=	1.6	ลบ.ม. (ผ่าน)
- BOD in	=	1,200	มก./ลิตร
- BOD out หลังผ่านถังดักไขมัน	=	840	มก./ลิตร

วิศวกรผู้รับรอง



(ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

2.1.2 ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปหมายเลข 1

ปริมาณน้ำเสียจากห้องน้ำ

- ปริมาณการใช้น้ำสำหรับห้องน้ำ	=	16.89	ลบ.ม./วัน
- อัตราการเกิดน้ำเสีย	=	90% ของอัตราการใช้น้ำต่อวัน	
	=	0.9 x 16.89	
	=	15.20	ลบ.ม./วัน
- เลือกใช้อัตราการเกิดน้ำเสีย	=	16.0	ลบ.ม./วัน
- BOD in	=	250	มก./ลิตร
- ปริมาณน้ำเสียรวม	=	3.0 + 16.0	
	=	19.0	ลบ.ม./วัน
- BOD in	=	$\frac{(3.0 \times 840) + (16.0 \times 250)}{19.0}$	
	=	343.16	มก./ลิตร
- เลือกใช้ BOD in	≈	345	มก./ลิตร

ดังนั้น เลือกระบบบำบัดน้ำเสียเติมอากาศเลี้ยงตะกอนเวียนกลับ (Aeration activated sludge process, A/S)

ขนาด 19.0 ลบ.ม./วัน BODin 345 มก./ลิตร BODout 20 มก./ลิตร

หมายเหตุ : เลือกใช้ถังบำบัดน้ำเสียแบบปิดจึงไม่มีการเกิดละอองลอย (Aerosol)

รายการคำนวณดูเอกสารแนบท้าย

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

2.2 ถังบำบัดน้ำเสียและถังดักไขมันสำเร็จรูปหมายเลข 2 (สำหรับส่วน SERVICE APARTMENT)

2.2.1 ถังดักไขมันสำเร็จรูปหมายเลข 2

ปริมาณน้ำเสียจากครัว

- ปริมาณการใช้น้ำสำหรับครัวของส่วนห้องพัก	=	15% x ปริมาณน้ำใช้ส่วนห้องพัก
	=	0.15 x 29.6 ลบ.ม./วัน
	=	4.44 ลบ.ม./วัน
- อัตราการเกิดน้ำเสีย	=	90% ของอัตราการใช้น้ำต่อวัน
	=	0.9 x 4.44
	=	4.00 ลบ.ม./วัน
เลือกใช้อัตราการเกิดน้ำเสีย	=	4.00 ลบ.ม./วัน

BOD in = 1,200 มก./ลิตร

ประสิทธิภาพในการลด BOD = 30%

BOD หลังผ่านบ่อดักไขมัน = 1,200x0.7

= 840 มก./ลิตร

อัตราการเกิดน้ำเสียเฉลี่ย

= 4.0/24

= 0.167 ลบ.ม./ชม.

ระยะเวลาที่เก็บน้ำเสีย

= 12 ชม.

ปริมาตรถังที่ต้องการ

= 0.167 x 12 ลบ.ม.

= 2.00

เลือกถังดักไขมันปริมาตร

= 2.20 ลบ.ม. (ผ่าน)

BOD in = 1,200 มก./ลิตร

- BOD out หลังผ่านถังดักไขมัน = 840 มก./ลิตร

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไซยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

2.2.2 ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปหมายเลข 2

ปริมาณน้ำเสียจากห้องน้ำ

- ปริมาณการใช้น้ำสำหรับห้องน้ำ	=	36.98	ลบ.ม./วัน
- อัตราการเกิดน้ำเสีย	=	90% ของอัตราการใช้น้ำต่อวัน	
	=	0.9 x 32.54	
	=	29.28	ลบ.ม./วัน
- เลือกใช้อัตราการเกิดน้ำเสีย	=	29.5	ลบ.ม./วัน
- BOD in	=	250	มก./ลิตร
- ปริมาณน้ำเสียรวม	=	4.0 + 29.5	
	=	33.5	ลบ.ม./วัน
- BOD in	=	$\frac{(4.0 \times 840) + (29.5 \times 250)}{33.5}$	
	=	320.45	มก./ลิตร
- เลือกใช้ BOD in	≈	325	มก./ลิตร

ดังนั้น เลือกระบบบำบัดน้ำเสียเติมอากาศเลี้ยงตะกอนเวียนกลับ (Aeration activated sludge process, A/S)

ขนาด 33.5 ลบ.ม./วัน BODin 325 มก./ลิตร BODout 20 มก./ลิตร

หมายเหตุ : เลือกใช้ถังบำบัดน้ำเสียแบบปิดจึงไม่มีการเกิดละอองลอย (Aerosol)

รายการคำนวณเอกสารแนบท้าย

วิศวกรผู้รับรอง



(ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

2.3 ถังบำบัดน้ำเสียและถังดักไขมันสำเร็จรูปหมายเลข 3 (สำหรับส่วน KITCHEN, HOTEL ZONE 1 และ ห้องพักขยะ 1)

2.3.1 ถังดักไขมันสำเร็จรูปหมายเลข 3

ปริมาณน้ำเสียจากครัว

- ปริมาณการใช้น้ำสำหรับครัว	=	7.28	ลบ.ม./วัน
- อัตราการเกิดน้ำเสีย	=	90% ของอัตราการใช้น้ำต่อวัน	
	=	0.9 x 7.28	
	=	6.5	ลบ.ม./วัน
- เลือกใช้อัตราการเกิดน้ำเสีย	=	6.5	ลบ.ม./วัน
- BOD in	=	1,200	มก./ลิตร
- ประสิทธิภาพในการลด BOD	=	30%	
- BOD หลังผ่านบ่อดักไขมัน	=	1,200x0.7	
	=	840	มก./ลิตร
- อัตราการเกิดน้ำเสียเฉลี่ย	=	6.5/24	
	=	0.27	ลบ.ม./ชม.
- ระยะเวลาเก็บน้ำเสีย	=	12	ชม.
- ปริมาตรถังที่ต้องการ	=	0.27 x 12	ลบ.ม.
	=	3.24	
- เลือกถังดักไขมันปริมาตร	=	3.70	ลบ.ม. (ผ่าน)
- BOD in	=	1,200	มก./ลิตร
- BOD out หลังผ่านถังดักไขมัน	=	840	มก./ลิตร

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

2.3.2 ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปหมายเลข 3

ปริมาณน้ำเสียจากห้องน้ำ

- ปริมาณการใช้น้ำสำหรับห้องน้ำ	=	29.25	ลบ.ม./วัน
- อัตราการเกิดน้ำเสีย	=	90% ของอัตราการใช้น้ำต่อวัน	
	=	0.9 x 29.25	
	=	26.32	ลบ.ม./วัน
- เลือกใช้อัตราการเกิดน้ำเสีย	=	26.47	ลบ.ม./วัน
- BOD in	=	250	มก./ลิตร
- ปริมาณการใช้น้ำสำหรับห้องพักขยะ 1	=	0.03	ลบ.ม./วัน
- อัตราการเกิดน้ำเสีย	=	90% ของอัตราการใช้น้ำต่อวัน	
	=	0.9 x 0.03	
	=	0.027	ลบ.ม./วัน
- เลือกใช้อัตราการเกิดน้ำเสีย	=	0.03	ลบ.ม./วัน
- BOD in	=	16,000	มก./ลิตร
- ปริมาณน้ำเสียรวม	=	6.5 + 26.47 + 0.03	
	=	33.0	ลบ.ม./วัน
- BOD in	=	$\frac{(6.5 \times 840) + (26.47 \times 250) + (0.03 \times 16,000)}{33.0}$	
	=	380.53	มก./ลิตร
- เลือกใช้ BOD in	≈	385	มก./ลิตร

ดังนั้น เลือกระบบบำบัดน้ำเสียเติมอากาศเลี้ยงตะกอนเวียนกลับ (Aeration activated sludge process, A/S)

ขนาด 33.0 ลบ.ม./วัน BODin 385 มก./ลิตร BODout 20 มก./ลิตร

หมายเหตุ : เลือกใช้ถังบำบัดน้ำเสียแบบปิดจึงไม่มีการเกิดละอองลอย (Aerosol)

****รายการคำนวณเอกสารแนบท้าย****

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

2.4 ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปหมายเลข 4 (สำหรับส่วน HOTEL ZONE 2)

2.4.1 ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปหมายเลข 4

ปริมาณน้ำเสียจากห้องน้ำ

- ปริมาณการใช้น้ำสำหรับห้องน้ำ	=	45.27	ลบ.ม./วัน
- อัตราการเกิดน้ำเสีย	=	90% ของอัตราการใช้น้ำต่อวัน	
	=	0.9 x 45.27	
	=	40.74	ลบ.ม./วัน
- เลือกใช้อัตราการเกิดน้ำเสีย	=	41	ลบ.ม./วัน
- BOD in	=	250	มก./ลิตร

ดังนั้น เลือกระบบบำบัดน้ำเสียเติมอากาศเลี้ยงตะกอนเวียนกลับ (Aeration activated sludge process, A/S)

ขนาด 41.0 ลบ.ม./วัน BODin 250 มก./ลิตร BODout 20 มก./ลิตร

****รายการคำนวณเอกสารแนบท้าย****

2.5 ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปหมายเลข 5 (สำหรับห้องพักขยะ2)

2.5.1 ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปหมายเลข 5

ปริมาณน้ำเสียจากห้องพักขยะ

- ปริมาณการใช้น้ำสำหรับห้องพักขยะ	=	0.05	ลบ.ม./วัน
- อัตราการเกิดน้ำเสีย	=	90% ของอัตราการใช้น้ำต่อวัน	
	=	0.9 x 0.05	
	=	0.045	ลบ.ม./วัน
- เลือกใช้อัตราการเกิดน้ำเสีย	=	0.05	ลบ.ม./วัน
- BOD in	=	800	มก./ลิตร

ดังนั้น เลือกระบบบำบัดน้ำเสียเติมอากาศเลี้ยงตะกอนเวียนกลับ (Aeration activated sludge process, A/S)

ขนาด 0.05 ลบ.ม./วัน BODin 800 มก./ลิตร BODout 20 มก./ลิตร

หมายเหตุ : เลือกใช้ถังบำบัดน้ำเสียแบบปิดจึงไม่มีการเกิดละอองลอย (Aerosol)

****รายการคำนวณเอกสารแนบท้าย****

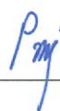
วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

รายการคำนวณถังบำบัดน้ำเสีย

สำเร็จรูป อาคาร CLUB HOUSE ขนาด 19.0 m³/day

BOD_{in} 345 mg/l BOD_{out} 20 mg/l

วิศวกรผู้รับรอง



(ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

รายละเอียดระบบบำบัดน้ำเสีย อาคาร CLUB HOUSE

1. กระบวนการบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นระบบบำบัดน้ำเสียชนิดตกตะกอน-แยกกากตะกอน-ปรับอัตราการใช้-กรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง โดยอาศัยจุลินทรีย์ประเภทใช้อากาศ ในการย่อยสลายสารอินทรีย์และเปลี่ยนรูปของมลสารต่าง ๆ ที่อยู่ในน้ำเสียให้มีความสกปรกน้อยลง ถึงสำเร็จรูปทำด้วยไฟเบอร์กลาส (Fiberglass reinforced plastic) ป้องกันการกัดกร่อนของกรด-ด่าง ได้เป็นอย่างดี

2. หลักการทำงาน

ส่วนตกไขมันทำหน้าที่ตกไขมันในน้ำเสีย โดยไขมันและน้ำมันจะลอยเหนือผิวน้ำเพื่อนำไปกำจัด และส่วนน้ำใสจะไหลเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป กระบวนการกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง เป็นกระบวนการที่อาศัยจุลินทรีย์ที่แขวนลอยและจุลินทรีย์ที่เกาะเป็นฟิล์มบางอยู่ที่ตัวกลาง และเจริญเติบโตอยู่ในน้ำ ย่อยสลายมลสารอินทรีย์ในน้ำเพื่อใช้เป็นอาหารและเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานในการดำรงชีพ และสารอินทรีย์ที่สามารถแยกออกจากน้ำได้ต่อไป กระบวนการดังกล่าว เป็นปฏิกิริยาชีวเคมี ซึ่งสามารถอธิบายเป็นสมการได้ดังนี้

มลสารอินทรีย์ + จุลินทรีย์ $\xrightarrow{\text{ออกซิเจน}}$ จุลินทรีย์ตัวใหม่ + คาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำ + พลังงาน

มลสาร (Pollutant) ที่อยู่ในน้ำเสียจะถูกจุลินทรีย์ใช้เป็นอาหารและเจริญเติบโตขยายพันธุ์ต่อไป ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะลอยขึ้นไปในอากาศ ส่วนน้ำจะผสมออกไปกับน้ำที่บำบัดแล้ว พลังงานถูกจุลินทรีย์ใช้ในการดำรงชีวิต สรุปลแล้วมลสารส่วนใหญ่ ได้แก่ สารอินทรีย์ต่างๆ ในน้ำเสียจะถูกเปลี่ยนมาเป็นจุลินทรีย์ที่หนักกว่าน้ำ ซึ่งสามารถแยกออกได้ด้วยการตกตะกอนในส่วนตกตะกอน น้ำเสียที่ถูกจุลินทรีย์นำสารอินทรีย์ต่างๆ มาใช้จนหมดแล้วจะเป็นน้ำสะอาดพอที่จะปล่อยทิ้งโดยไม่เกิดการเน่าเหม็น

3. ส่วนประกอบและรายละเอียดภายใน

ประกอบด้วยส่วนบำบัด 5 ส่วนใหญ่ ๆ ดังนี้

1. ส่วนตกไขมัน (Grease trap chamber)

ส่วนนี้เป็นขั้นตอนแรกของระบบบำบัดน้ำเสีย ทำหน้าที่ตกไขมันในน้ำเสีย โดยไขมันและน้ำมันจะลอยเหนือผิวน้ำเพื่อนำไปกำจัด และส่วนน้ำใสจะไหลเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียส่วนต่อไป

2. ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber)

ทำหน้าที่ในการแยกตะกอนหนักและตะกอนเบา เพื่อให้เกิดการแยกชั้นของน้ำเสียและตะกอน ตะกอนส่วนที่ตกอยู่ในส่วนนี้จะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ ชนิดไม่ใช้อากาศ ก่อนเข้าสู่ส่วนปรับอัตราการไหลต่อไป

3. ส่วนปรับอัตราการไหล (Equalization chamber)

น้ำที่ผ่านการแยกกากตะกอนมาแล้วจะถูกสูบไปยังส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่งต่อไป

4. ส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง (Contact aeration biofilter chamber)

น้ำเสียจะถูกส่งเข้ามาในส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่งซึ่งมีตะกอนเร่งอยู่เป็นจำนวนมาก ภายในมีสภาวะแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของ จุลินทรีย์แบบใช้ออกซิเจน เช่น มีออกซิเจนที่ละลายน้ำเพียงพอ มีอาหารหรือสารอินทรีย์เพียงพอ อยู่ในอุณหภูมิและพีเอชที่เหมาะสม ฯลฯ ตะกอนจุลินทรีย์จะทำการกำจัดกำจัดมลสารอินทรีย์ในรูปต่างๆ ด้วยการย่อยสลายสารอินทรีย์ให้อยู่ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ ส่วนตะกอนจุลินทรีย์ ที่เกาะเป็นฟิล์มบางอยู่ที่ตัวกลางจะทำหน้าที่ช่วยในการบำบัดเช่นเดียวกับตะกอนจุลินทรีย์แขวนลอย ทำให้ระบบมีขี้อี้คือตะกอนจุลินทรีย์จะถูกกักอยู่ในส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่งตลอดเวลาเพื่อทำหน้าที่บำบัดน้ำเสียแม้ในช่วงอัตราการไหลสูงสุด

5. ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)

น้ำเสียที่บำบัดแล้วจะไหลต่อเข้ามายังส่วนตกตะกอนเพื่อแยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำใส ตะกอนที่แยกตัวอยู่ที่ก้นส่วนตกตะกอนส่วนหนึ่งจะถูกสูบกลับเข้าไปยังส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง เพื่อเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ในส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่งช่วยในการลดมลสารที่เข้ามาใหม่ ตะกอนจุลินทรีย์อีกส่วนหนึ่ง จะเป็นตะกอนส่วนเกิน ที่จะต้องนำไปทิ้งจะถูกสูบไปยังส่วนแยกกากตะกอน สำหรับน้ำใสส่วนบนจะเป็นน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วไหลออกจากระบบ

กลไกควบคุมและเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ

1 ระบบเติมอากาศ (Aeration)

อาศัยการเติมอากาศจากเครื่องเติมอากาศแบบจุ่ม โดยดูดอากาศจากภายนอกเพื่อพ่นกระจายอากาศลงไปใต้น้ำ

2 ระบบสูบตะกอนย้อนกลับ (Return sludge)

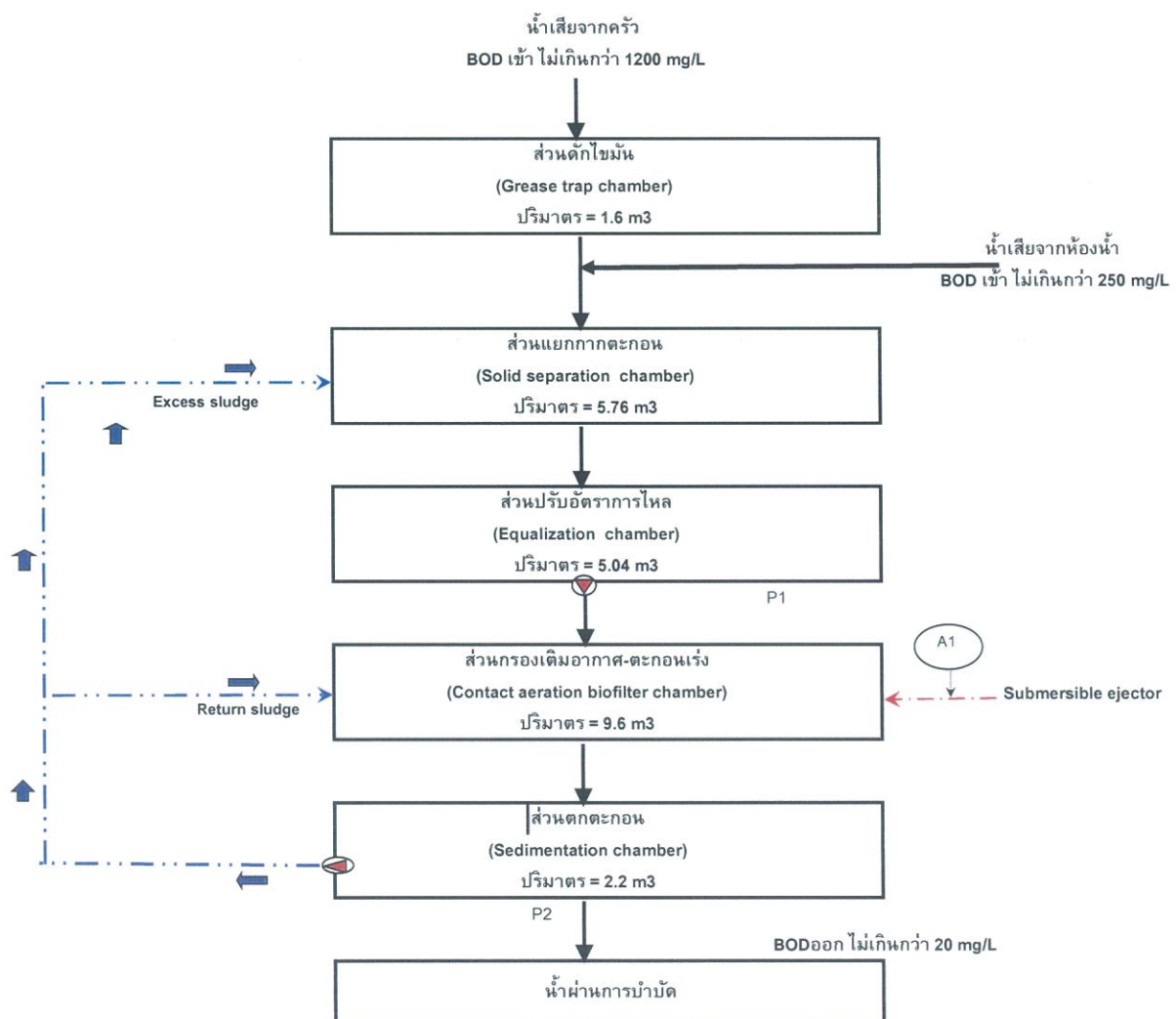
อาศัยเครื่องสูบตะกอนแบบจุ่ม ทำหน้าที่สูบตะกอนหมุนเวียนจากส่วนตกตะกอนไปยังส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง

3 ระบบสูบตะกอนส่วนเกิน (Excess sludge)

อาศัยเครื่องสูบตะกอนแบบจุ่ม ทำหน้าที่สูบตะกอนส่วนเกินจากส่วนตกตะกอนไปยังส่วนแยกกากตะกอน

แผนภูมิการไหล (Process Flow diagram)

ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดดักไขมัน-แยกกากตะกอน-ปรับอัตราการไหล-กรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง



กลไกในการควบคุมระบบการทำงาน

- A1 - การเติมอากาศในส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง
- P1 - การสูบน้ำจากส่วนปรับอัตราการไหลไปยังส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง
- P2 - การคืนตะกอนจากส่วนตกตะกอนไปยังส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง
- การกำจัดตะกอนส่วนเกินจากส่วนตกตะกอนไปยังส่วนแยกกากตะกอน

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

รายการวัสดุโครงสร้างและอุปกรณ์

ลำดับ	รายการ	รายละเอียด	จำนวน
1	ถังดักไขมัน - วัสดุโครงสร้างตัวถัง - ความหนา - ฝาถัง - สลิงยึดถัง - รูปทรง - จำนวน - สลิงยึดถัง - ขนาด - ปริมาตรบำบัด	ไฟเบอร์กลาสเสริมแรง ไม่น้อยกว่า 5 mm - วัสดุ พลาสติก เอบีเอส กรณีติดตั้งใต้สวน เหล็กหล่อ (Cast iron) กรณีติดตั้งใต้ถนน (Option) มีสายสลิง galvanized ยึดถังที่ฐาน คสล. สี่เหลี่ยม 1 tank มีสายสลิง galvanized ยึดถังที่ฐาน คสล. - ความกว้าง 1.00 m - ความยาว 1.75 m - ความสูง 1.25 m - ส่วนดักไขมัน (Grease trap chamber) 1.60 m ³	1 set
2	ถังบำบัดน้ำเสีย - วัสดุโครงสร้างตัวถัง - แผ่นกั้นภายในถัง - ความหนา - ฝาถัง - สลิงยึดถัง	ไฟเบอร์กลาสเสริมแรง ไฟเบอร์กลาสเสริมแรง, FRP (Fiberglass Reinforced Plastic) เสริมความแข็งแรง ด้วยลอนพิเศษ ไม่น้อยกว่า 6 mm - วัสดุ พลาสติก เอบีเอส กรณีติดตั้งใต้สวน เหล็กหล่อ (Cast iron) กรณีติดตั้งใต้ถนน (Option) มีสายสลิง galvanized ยึดถังที่ฐาน คสล. ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber) ส่วนปรับอัตราการไหล (Equalization chamber) และส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง (Contact aeration biofilter chamber) สี่เหลี่ยม 1 tank ขาในตัวยึดติดกับตัวถังทุกระยะไม่น้อยกว่า 2 m - ความกว้าง 1.50 m - ความสูง 2.10 m - ความยาวรวม 8.50 m ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber) ทรงกรวย 1 tank - เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.500 m - ความสูง 1.725 m - ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber) 5.76 m ³ - ส่วนปรับอัตราการไหล (Equalization chamber) 5.04 m ³ - ส่วนกรองเติม 9.60 m ³ - ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber) 2.20 m ³	1 set
3	สื่อชีวภาพ - ชนิด - รูปทรง - วัสดุ - พื้นที่ผิวจำเพาะ - ปริมาตรบรรจุ	เคลื่อนที่ได้ เปลือกไข่ / ถังเบียร์ ปลายเปิดทั้ง 2 ข้าง โพลีเอทิลีนที่มีความหนาแน่นสูง HDPE 110 m ² /m ³ 4.0 m ³	

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

ลำดับ	รายการ	รายละเอียด	จำนวน
4	เครื่องสูบน้ำ - ชนิด - อัตราการสูบ - แรงดัน - มอเตอร์	Submersible pump, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt 0.1 m3/min-set 8.5 m 0.4 kW ควบคุมโดยลูกลอย 2 ระดับ	1 set
5	เครื่องเติมอากาศ - ชนิด - อัตราการถ่ายเทออกซิเจน - อัตราการจ่ายอากาศ - แรงดัน - มอเตอร์	Submersible ejector, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt 1.23-1.43 kg O2/hr-set 28 m3/hr-set 3 m 1.5 kW ควบคุมโดย Timer	1 set
6	เครื่องสูบน้ำตะกอน - ชนิด - อัตราการสูบ - แรงดัน - มอเตอร์	Submersible pump, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt 0.1 m3/min-set 8.5 m 0.4 kW ควบคุมโดย Timer	
7	ท่อและข้อต่อภายในถัง - ท่อเข้า - ออก - ท่อส่งผ่านน้ำเสียภายในถัง - ท่อระบายอากาศภายในถัง - ท่อจ่ายอากาศภายในถัง - ข้อต่ออ่อนระบายน้ำ	โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) Class 8.5 โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) Class 8.5 โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) Class 8.5 โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) Class 13.5 ชนิด Reinforce Natural Rubber พร้อมแคลมป์ รัด เสดนเลส	
8	ตู้ควบคุมไฟฟ้า - ชนิด	ตู้ควบคุมกันฝนมีฝาเปิดปิด (Outdoor type) ติดตั้งภายนอกอาคาร	1 set

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

รายการคำนวณ

ข้อมูลในการออกแบบ

อัตราการไหลเข้าสู่ส่วนส่วนดักไขมัน

อัตราการไหล	≤	3.0	m ³ / day
ค่า BOD เข้าสู่ระบบ	≤	1,200	mg/L

1 ส่วนดักไขมัน (Grease trap chamber)

ทำหน้าที่ดักไขมันในน้ำเสีย โดยไขมันและน้ำมันจะลอยเหนือผิวน้ำเพื่อนำไปกำจัด และส่วนน้ำใสจะไหลเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียส่วนต่อไป

อัตราการไหล	≤	3.0	m ³ / day
เลือกใช้ ค่า HRT	=	0.50	day
ปริมาตรที่ต้องการ	=	1.50	m ³
ปริมาตรจริง	=	1.60	m ³
ประสิทธิภาพในการบำบัดสำหรับส่วนนี้	≥	30	%
ค่า BOD ที่ผ่านการบำบัด	≤	840	mg/L

ข้อมูลปริมาณน้ำเสียเข้าสู่ระบบ

อัตราการไหลจากส่วนดักไขมัน	≤	3.0	m ³ / day
ค่า BOD ที่ผ่านการบำบัดจากส่วนดักไขมัน	≤	840	mg/L
อัตราการไหลน้ำเสียจากห้องน้ำ	≤	16.0	m ³ / day
ประเมินค่า BOD จากห้องน้ำ	≤	250	mg/L

อัตราการไหลเข้าสู่ส่วนบำบัดน้ำเสียรวม

อัตราการไหลรวม	≤	19.0	m ³ / day
อัตราการไหลโดยเฉลี่ย	=	0.79	m ³ / hr
ค่า BOD เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียรวม	≤	343	mg/L
ค่า BOD ออกแบบ	≤	345	mg/L
ค่า BOD ออกจากระบบบำบัดน้ำเสียรวม	≤	20	mg/L
ประสิทธิภาพในการลดค่า BOD	≥	94.2	%

2 ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber)

ส่วนแยกกากตะกอนทำหน้าที่แยกของแข็งออกจากของเหลว และเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์หรือสิ่งสกปรกในระดับหนึ่ง ทำหน้าที่เก็บกักของแข็งหรือกากตะกอน กากตะกอนส่วนหนึ่งซึ่งเป็นสารอินทรีย์จะถูกย่อยสลาย

อัตราการไหล	≤	19.0	m ³ / day
เลือกใช้ ค่า HRT	=	0.25	day
ปริมาตรที่ต้องการ	=	4.75	m ³
ปริมาตรจริง	=	5.76	m ³
ประสิทธิภาพในการบำบัดสำหรับส่วนนี้	≥	20	%
ค่า BOD ที่ผ่านการบำบัด	≤	276	mg/L

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

3 ส่วนปรับอัตราไหล (Equalization chamber)

น้ำที่ผ่านการแยกกากตะกอนแล้วจะถูกพักไว้ส่วนปรับอัตราไหล แล้วจะถูกสูบไปยังส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่งด้วยเครื่องสูบน้ำ

อัตราไหล		≤	19.0	m ³ /day
เลือกใช้ ค่า HRT	6	hr	0.25	day
ปริมาตรที่ต้องการ		=	4.75	m ³
ปริมาตรจริง		=	5.04	m ³

รายละเอียดของเครื่องสูบน้ำ :-

ชนิด	:	Submersible pump, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	=	1	set
อัตราการสูบ	=	0.1	m ³ /min-set
แรงดัน	=	8.5	m
มอเตอร์	=	0.4	kW
ควบคุมโดยลูกลอย 2 ระดับ			

4 ส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง (Contact aeration biofilter chamber)

อัตราไหล	≤	19.0	m ³ /day
อัตราส่วนอาหาร/จุลินทรีย์	อยู่ในช่วง	0.1-0.3	mg BOD/mg MLVSS-day
อายุสลัดจ์	=	10.00	days
BOD ₅ /BOD _L	=	0.65	(Metcalf & Eddy, 1991 p 72)
MLSS	=	3000.00	mg/L
MLVSS/MLSS	=	0.80	
Xu (MLSS in sedimentation chamber)	=	10,000.00	mg/L
HRT	อยู่ในช่วง	4-8	hr
ความต้องการออกซิเจน	=	1.10	kg O ₂ /kg BOD _{remove}
Qr/Q	อยู่ในช่วง	0.25 - 1.0	
ประสิทธิภาพในการกำจัด BOD	อยู่ในช่วง	85 - 95 %	
Y	=	0.50	mg VSS/mg BOD
kd	=	0.05	day ⁻¹
อัตราภาระอินทรีย์ (OLR)	อยู่ในช่วง	0.3-0.6	kg BOD ₅ /m ³ -day
Oxygen Dissolution Coefficient	=	0.85	
ค่า BOD เข้าสู่ระบบ	≤	276	mg/L
ค่า BOD เข้าออกจากระบบ	≤	20	mg/L
BOD ที่ถูกกำจัด	=	276 - 20	
	=	256	mg/L
คิดเป็นปริมาณ BOD ที่ถูกกำจัด	=	256 x 19 / 1,000	
	=	4.86	kg BOD / day
ปริมาตรความจุส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่งที่ต้องการ	=	$\frac{Y Q \theta_c (S_o - S)}{(1 + k_d \theta_c) X}$	
	=	$0.5 \times 19 \times 10 \times (276 - 20) / [(1 + 0.05 \times 10) \times 3000 \times 0.8]$	
	=	6.76	m ³
ปริมาตรความจุส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่งจริง	=	9.60	m ³
คำนวณอัตราการหมุนเวียน Sludge	=	$Q \times MLSS / (X_u - MLSS)$	
	=	$19 \times 3000 / (10000 - 3000)$	
	=	8.14	m ³ /day

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

Design criteria : BOD loading Range for Submerged Biofilter

Reference - Shigehisa Iwai & Takane Kitao, 1994 (p - 120)

Organic loading (Fine medium)	=	0.10	-	5.00	kg BOD/m ³ -day
เลือกใช้ค่า	=		1.50		kg BOD/m ³ -day

ปริมาตรของตัวกลางที่ต้องการ	=	4.86	/	1.50	
	=		3.24		m ³
พื้นที่ผิวที่ต้องการ	=	3.24	x	110	
	=		357		m ²

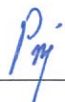
รายละเอียดของตัวกลางพลาสติก :-

ชนิดของตัวกลาง	:	เคลื่อนที่ได้			
รูปทรง	:	เปลือกไข่ / ถังเบียร์	ปลายเปิดทั้ง 2 ข้าง		
วัสดุ	:	โพลีเอทิลีนที่มีความหนาแน่นสูง	HDPE		
พื้นที่ผิวจำเพาะ	:	110			m ² /m ³
อัตราส่วนช่องว่าง	:	97			%
ปริมาตรความจุในส่วนกรองเดิมอากาศ-ตะกอนแข็ง	=	9.60			m ³
ปริมาตรจริงสำหรับตัวกลาง	=	4.0			m ³
พื้นที่ผิวของตัวกลางที่เลือกใช้จริง	=	440			m ²
	>	357			m ²

Design criteria : The Treatment Efficiency of Aerobic Packed Bed for Cafeteria Wastewater.

Reference - Bunjarat Jolanun, Master Field civil Engineering, 1994

ภาวะบรรจุทางชลศาสตร์	=	0.10			m ³ /m ² -day
ตรวจสอบ ;					
(1) ภาวะบรรจุทางชลศาสตร์	=	อัตราการไหล (Q) / พื้นที่ผิวของตัวกลาง (surface area of media)			
	=	19.0	/	440	m ³ /m ² -day
	=	0.0432			m ³ /m ² -day
	<	0.1000			
(2) ระยะเวลาเก็บกัก	=	9.60	/	19.0	
	=	0.51			day
	=	12.24			hr
อยู่ในช่วง		4-8			hr
(3) อัตราส่วน F / M	=	BOD inf / (HRT x MLVSS)			
	=	276 / (0.51 x 3000 x 0.8)			mg BOD/mg MLVSS-day
	=	0.23			mg BOD/mg MLVSS-day
อยู่ในช่วง		0.1-0.3			
(4) ตรวจสอบ OLR	=	BOD Loading Rate / V			
	=	19 x 276 / (9.6 x 1000)			kg BOD/m ³ -day
	=	0.55			kg BOD/m ³ -day
อยู่ในช่วง		0.3-0.6			

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

(5) หาปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ			
Px	=	Yobs Q(So-Sy)/1000	
Yobs	=	0.5 / (1 + 0.05 x 10)	
	=	0.33	
Px	=	0.33 x 19 x (276 - 20) / 1000	
	=	1.62	kg VSS / day
ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ	=	Q(So-Sy)((BOD _y /BOD _L)x1000)-1.42Px	
	=	9 x (276 - 20) / (0.65 x 1000)) - (1.42 x 1.62)	
	=	5.18	kg O ₂ /day
	=	0.22	kg O ₂ /hr
ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการตามทฤษฎี	=	1.1 x 19 x 276 / 1000	kg O ₂ /day
	=	5.77	kg O ₂ /day
	=	0.24	kg O ₂ /hr
ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ	=	0.24	kg O ₂ /hr

ตรวจสอบอัตราการจ่ายออกซิเจนที่สภาวะใช้งาน

(Reference - ประกาศกรมควบคุมมลพิษเรื่อง เกณฑ์การออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย และระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน. 2553.)

ปริมาณอากาศที่สภาวะใช้งานจริง, OTRf	=	OTRs / [((β Cs(T,A) - C _L) / 9.08) x 1.024 ^(T-20) x α]	
อุณหภูมิ, T	=	30	celcius
α (0.7-0.9 สำหรับน้ำเสียชุมชน)	=	0.9	
β	=	0.9	
C _{s(T,A)} (use 7.559 at 30 celcius)	=	7.559	mg/L
ค่า DO concentration ในส่วนเดิมอากาศ, C _L	=	2	mg/L

(Reference - Metcalf & Eddy. (2014). Wastewater Engineering Treatment and Resource recovery. 5 ed. Page 1021)

(ค่ากำหนด 2 - 3 mg/L)

ปริมาณอากาศที่สภาวะมาตรฐาน, OTRs	=	ออกซิเจนที่ต้องการ/ (Exhณอากาศxหนน.ออกซิเจนในอากาศ)	
ประมาณการว่าอากาศประกอบด้วย	=	23.2	% O ₂
น้ำหนักของอากาศ	=	1.205	kg/m ³
% SOTR ของอุปกรณ์	=	16.99	%
% SOTR ที่ใช้จริง	=	16.99	%
ปริมาณอากาศที่สภาวะมาตรฐาน, OTRs	=	0.24 / (0.232 x 1.205 x 0.1699)	
	=	5.05	m ³ /hr
ปริมาณอากาศที่สภาวะใช้งานจริง, OTRf	=	5.05 / (((0.9 x 7.559 - 2) / 9.08) x (1.024 ⁽³⁰⁻²⁰⁾) x 0.9)	
	=	8.37	m ³ /hr
	=	0.14	m ³ /min
ปริมาณออกซิเจนที่สภาวะใช้งานจริง	=	0.40	kg O ₂ /hr

(6) ตรวจสอบพลังงานในการกวนผสม

พลังงานสำหรับการกวนผสม	อยู่ในช่วง	15-25	HP/1000 m ³
	กำหนด	20	HP/1000 m ³
พลังงานสำหรับการกวนผสมที่ต้องการ	=	20 x 9.6 / 1000	
	=	0.19	HP
	=	0.14	kW

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

รายละเอียดของเครื่องเติมอากาศ :-

ชนิด	:	Submersible ejector, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	=	1	set
อัตราการถ่ายเทออกซิเจน	=	1.23-1.43	kg O ₂ /hr-set
อัตราการจ่ายอากาศ	=	28	m ³ /hr-set
แรงดัน	=	3	m
มอเตอร์	=	1.5	kW
ควบคุมโดย Timer			

(7) การคำนวณความหนาของจุลชีพที่เกาะบนมีเดีย

Food to microorganism ratio; F/M ratio	=	0.23	mg BOD /mg MLVSS-day
Mixed-Liquor Suspended Solid; MLSS	=	3,000	mg/L
Total Mass for biomass in system; TMb	=	MLSS x Vaeration tank / 1000	
	=	28.80	kg MLSS
Specific weight for biomass	=	1.02	
Density for biomass; Db	=	1,020	kg/m ³
Volume for biomass in aeration chamber ; Vb	=	TMb / Db	
	=	0.028	m ³
Media surface in aeration chamber; Sm	=	440	m ²
Sludge thickness on media	=	Vb / Sm	
	=	6.41711E-05	m
	=	64.17	μm
ตรวจสอบความหนาของจุลชีพบนมีเดีย	<	70.00	μm

(8) ปริมาณ Sludge ที่ต้องสูบทิ้ง

=	1.62	kg VSS/day
=	2.03	kg SS/day

(9) อัตราการสูบ Sludge ทิ้ง (สูบจากส่วนตกตะกอน)

=	$V \times (X_u \theta_c)$	
=	$9.6 \times 3000 \times 0.8 / (10000 \times 0.8 \times 10)$	
=	0.29	m ³ /day

(9) ปริมาตรส่วนเก็บ Sludge (ส่วนแยกกากตะกอน) ระยะเวลาเก็บเก็บตะกอน

=	40	% ของปริมาตรส่วนแยกกากตะกอน
=	8	days

(10) ตรวจสอบ Qr/Q

=	8.14 / 19	
=	0.43	
อยู่ในช่วง	0.25 - 1.0	

5 ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)

น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วไหลเข้ามายังส่วนตกตะกอน เพื่อแยกตะกอนจลินทรีย์ออกจากน้ำใส ตะกอนจลินทรีย์จะตกลงก้นถัง บางส่วนจะถูกสูบกลับไปยังส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง และตะกอนส่วนเกินจะถูกสูบไปยังส่วนแยกกากตะกอนโดยเครื่องสูบตะกอน ส่วนน้ำใสจะไหลออกจากระบบ

อัตราการไหลเฉลี่ย	≤	19.0		m ³ /day
เลือกใช้ค่า surface overflow rate	=	24	(16 - 33)	m ³ /m ² -day
พื้นที่ผิวที่ต้องการ	=	19.0	/ 24	
	=	0.79		m ²
พื้นที่ผิวจริงของส่วนตกตะกอน	=	1.77		m ²
ปริมาตรจริง	=	2.20		m ³
ระยะเวลาเก็บกักจริง	=	2.78		hr
	อยู่ในช่วง	2-4		hr

รายละเอียดของเครื่องสูบตะกอน :-

ชนิด	:	Submersible pump, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	=	1	set
อัตราการสูบ	=	0.1	m ³ /min-set
แรงดัน	=	8.5	m
มอเตอร์	=	0.4	kW
ควบคุมโดย Timer			

6 สรุป (Summary)

ถังตกไข่			
รูปทรง	:	สี่เหลี่ยม	
ความกว้าง	=	1.00	m
ความยาว	=	1.75	m
ความสูง	=	1.25	m
จำนวนถัง	=	1	tank

ถังบำบัดน้ำเสีย

ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber) ส่วนปรับอัตราการไหล (Equalization chamber) และส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง (Contact aeration biofilter chamber)

รูปทรง	:	สี่เหลี่ยม	
เส้นผ่านศูนย์กลาง	=	1.50	m
ความสูง	=	2.10	m
ความยาวรวม	=	8.50	m
จำนวนถัง	=	1	tank
ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)			
รูปทรง	:	ทรงกรวย	
เส้นผ่านศูนย์กลาง	=	1.500	m
ความสูง	=	1.725	m
จำนวนถัง	=	1	tank

ส่วนบำบัด	ปริมาตร m ³	ระยะเวลาเก็บกัก day
ส่วนดักไขมัน (Grease trap chamber)	1.60	0.53
ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber)	5.76	0.30
ส่วนปรับอัตราการไหล (Equalization chamber)	5.04	0.27
ส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง (Contact aeration biofilter chamber)	9.60	0.51
ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)	2.20	0.12
ปริมาตรบำบัดรวม	24.20	

เอกสารอ้างอิง

สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. (2540). คำกำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 1, เรือนแก้วการพิมพ์ : กรุงเทพฯ.

EQUIPMENT SPECIFICATION

EQUIPMENT	TYPE	QUANTITY	CONTENT	LOCATION	REMARK
SP1-01	Sewage Submersible Pump Non-clog type with guide rail	1 set	0.1 m ³ / min (Total head 8.5 m.) 0.40 kw. , 380 / 3 / 50 , 3000 rpm.	Equalization tank	with floatless level switch and manual , control panel ,wiring and accessories
EJ1-01	Submersible Ejector with guide rail	1 set	1.23 - 1.43 kgO ₂ / hr. (at 3000mmaq.) 1.50 kw. , 380 / 3 / 50 , 1500 rpm.	Aeration tank	with timer and manual , control panel , wiring and accessories
SP1-02	Sewage Submersible Pump Non-clog type with guide rail	1 set	0.1 m ³ / min (Total head 8.5 m.) 0.40 kw. , 380 / 3 / 50 , 3000 rpm.	Sedimentation tank	with timer and manual , control panel , wiring and accessories

วิศวกรผู้รับรอง Pij (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

กำลังไฟฟ้าที่ใช้ต่อวัน

อุปกรณ์	รุ่น	จำนวน เครื่อง	จำนวนที่ใช้ เครื่อง	ขนาดมอเตอร์ กิโลวัตต์	จำนวนชั่วโมง ทำงานต่อวัน	จำนวนกิโลวัตต์-ชั่วโมง ต่อวัน	ขนาดกระแสไฟ (แอมป์) ต่อเครื่อง	ขนาดกระแสไฟ ทั้งหมด (แอมป์)
เครื่องสูบน้ำ (ปรับสภาพ)	SP1-01	1	1	0.4	12	4.8	1.2	1.2
เครื่องเติมอากาศ (เติมอากาศ)	EJ1-01	1	1	1.5	14	21.0	3.5	3.5
เครื่องสูบน้ำ (ตกตะกอน)	SP1-02	1	1	0.4	8	3.2	1.2	1.2
						29.0		5.9
						ค่าไฟฟ้าต่อวัน (บาท)		
						ราคาฐานิตละ 3.0 บาท 87.00		

 วิศวกรผู้รับรอง Pij (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

รายการคำนวณถังบำบัดน้ำเสีย
สำเร็จรูป ส่วน SERVICE APARTMENT ขนาด 33.5 m³/day

BOD_{in} 325 mg/l BOD_{out} 20 mg/l

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

รายละเอียดระบบบำบัดน้ำเสียส่วน SERVICE APARTMANT

1. กระบวนการบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นระบบบำบัดน้ำเสียชนิดตกตะกอน-แยกกากตะกอน-ปรับอัตราการใช้-กรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง โดยอาศัยจุลินทรีย์ประเภทใช้อากาศ ในการย่อยสลายสารอินทรีย์และเปลี่ยนรูปของมลสารต่าง ๆ ที่อยู่ในน้ำเสียให้มีความสกปรกน้อยลง ถึงสำเร็จรูปทำด้วยไฟเบอร์กลาส (Fiberglass reinforced plastic) ป้องกันการกัดกร่อนของกรด-ด่าง ได้เป็นอย่างดี

2. หลักการทำงาน

ส่วนตกไขมันทำหน้าที่ตกไขมันในน้ำเสีย โดยไขมันและน้ำมันจะลอยเหนือผิวน้ำเพื่อนำไปกำจัด และส่วนน้ำใสจะไหลเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป กระบวนการกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง เป็นกระบวนการที่อาศัยจุลินทรีย์ที่แขวนลอยและจุลินทรีย์ที่เกาะเป็นฟิล์มบางอยู่ที่ตัวกลาง และเจริญเติบโตอยู่ในน้ำย่อยสลายมลสารอินทรีย์ ในน้ำเพื่อใช้เป็นอาหารและเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานในการดำรงชีพ และสารอินทรีย์ที่สามารถแยกออกจากน้ำได้ต่อไป กระบวนการดังกล่าวเป็นปฏิกิริยาชีวเคมี ซึ่งสามารถอธิบายเป็นสมการได้ดังนี้



มลสาร (Pollutant) ที่อยู่ในน้ำเสียจะถูกจุลินทรีย์ใช้เป็นอาหารและเจริญเติบโตขยายพันธุ์ต่อไป ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะลอยขึ้นไปในอากาศ ส่วนน้ำจะผสมออกไปกับน้ำที่บำบัดแล้ว พลังงานถูกจุลินทรีย์ใช้ในการดำเนินชีวิต สรุปแล้วมลสารส่วนใหญ่ ได้แก่ สารอินทรีย์ต่าง ๆ ในน้ำเสียจะถูกเปลี่ยนมาเป็นจุลินทรีย์ที่หนักกว่าน้ำ ซึ่งสามารถแยกออกได้ด้วยการตกตะกอนในส่วนตกตะกอน น้ำเสียที่ถูกจุลินทรีย์นำสารอินทรีย์ต่าง ๆ มาใช้จนหมดแล้วจะเป็นน้ำสะอาดพอที่จะปล่อยทิ้งโดยไม่เกิดการนำเหม็น

3. ส่วนประกอบและรายละเอียดภายใน

ประกอบด้วยส่วนบำบัด 5 ส่วนใหญ่ ๆ ดังนี้

1. ส่วนตกไขมัน (Grease trap chamber)

ส่วนนี้เป็นขั้นตอนแรกของระบบบำบัดน้ำเสีย ทำหน้าที่ตกไขมันในน้ำเสีย โดยไขมันและน้ำมันจะลอยเหนือผิวน้ำเพื่อนำไปกำจัด และส่วนน้ำใสจะไหลเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียส่วนต่อไป

2. ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber)

ทำหน้าที่ในการแยกตะกอนหนักและตะกอนเบา เพื่อให้เกิดการแยกชั้นของน้ำเสียและตะกอน ตะกอนส่วนที่ตกอยู่ในส่วนนี้จะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้อากาศก่อนเข้าสู่ส่วนปรับอัตราการใช้ต่อไป

3. ส่วนปรับอัตราการใช้ (Equalization chamber)

น้ำที่ผ่านการแยกกากตะกอนมาแล้วจะถูกสูบไปยังส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่งต่อไป

4. ส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง (Contact aeration biofilter chamber)

น้ำเสียจะถูกส่งเข้ามาในส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่งซึ่งมีตะกอนเร่งอยู่เป็นจำนวนมาก ภายในมีสภาวะแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์แบบใช้ออกซิเจน เช่น มีออกซิเจนที่ละลายน้ำเพียงพอ มีอาหารหรือสารอินทรีย์เพียงพอ อยู่ในอุณหภูมิและพีเอชที่เหมาะสม ฯลฯ ตะกอนจุลินทรีย์จะทำการกำจัดมลสารอินทรีย์ในรูปต่าง ๆ ด้วยการย่อยสลายสารอินทรีย์ให้อยู่ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ ส่วนตะกอนจุลินทรีย์ที่เกาะเป็นฟิล์มบางอยู่ที่ตัวกลางจะทำหน้าที่ช่วยในการบำบัด เช่นเดียวกับตะกอนจุลินทรีย์แขวนลอย ทำให้ระบบมีขี้ตะกอนจุลินทรีย์จะถูกกักอยู่ในส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่งตลอดเวลาเพื่อทำหน้าที่บำบัดน้ำเสียแม้ในช่วงอัตราการใช้สูงสุด

5 ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)

น้ำเสียที่บำบัดแล้วจะไหลต่อเข้ามายังส่วนตกตะกอนเพื่อแยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำใส ตะกอนที่แยกตัวอยู่ที่ก้นส่วนตกตะกอนส่วนหนึ่งจะถูกสูบกลับเข้าไปยังส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง เพื่อเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ในส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่งช่วยในการลดมลสารที่เข้ามาใหม่ ตะกอนจุลินทรีย์อีกส่วนหนึ่งจะเป็นตะกอนส่วนเกิน ที่จะต้องนำไปทิ้งจะถูกสูบไปยังส่วนแยกกากตะกอน สำหรับน้ำใสส่วนนั้นจะเป็นน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วไหลออกจากระบบ

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

กลไกควบคุมและเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ

1 ระบบเติมอากาศ (Aeration)

อาศัยการเติมอากาศจากเครื่องเติมอากาศแบบจุ่ม โดยดูดอากาศจากภายนอกเพื่อพ่นกระจายอากาศลงไปในน้ำ

2 ระบบสูบตะกอนย้อนกลับ (Return sludge)

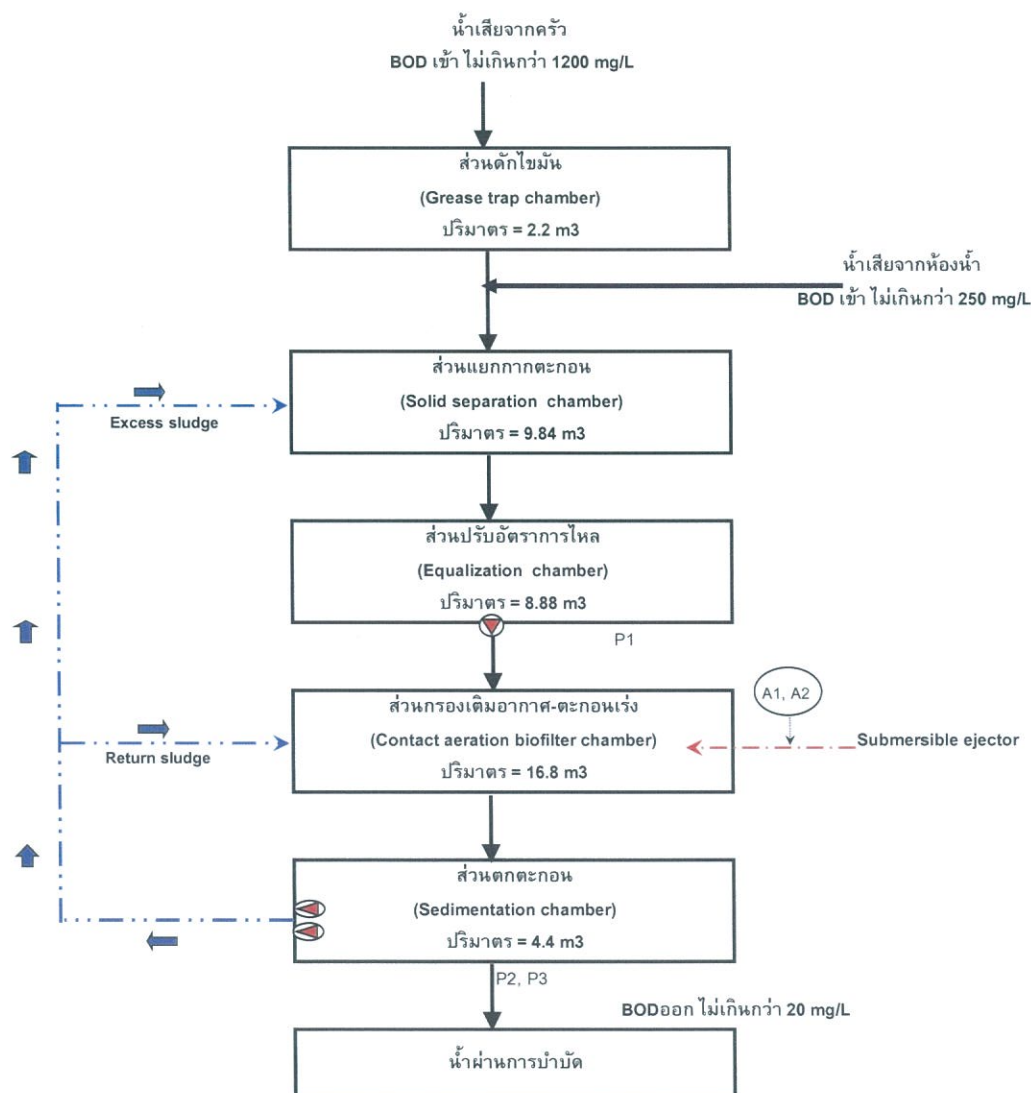
อาศัยเครื่องสูบตะกอนแบบจุ่ม ทำหน้าที่สูบตะกอนหมุนเวียนจากส่วนตกตะกอนไปยังส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง

3 ระบบสูบตะกอนส่วนเกิน (Excess sludge)

อาศัยเครื่องสูบตะกอนแบบจุ่ม ทำหน้าที่สูบตะกอนส่วนเกินจากส่วนตกตะกอนไปยังส่วนแยกกากตะกอน

แผนภูมิการไหล (Process Flow diagram)

ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดดักไขมันแยกกากตะกอน-ปรับอัตราการไหล-กรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง



กลไกในการควบคุมระบบการทำงาน

- A1, A2 - การเติมอากาศในส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง
- P1 - การสูบน้ำจากส่วนปรับอัตราการไหลไปยังส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง
- P2, P3 - การคืนตะกอนจากส่วนตกตะกอนไปยังส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง
- การกำจัดตะกอนส่วนเกินจากส่วนตกตะกอนไปยังส่วนแยกกากตะกอน

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

รายการวัสดุโครงสร้างและอุปกรณ์

ลำดับ	รายการ	รายละเอียด	จำนวน
1	ถังดักไขมัน - วัสดุโครงสร้างตัวถัง - ความหนา - ฝาถัง - สลิงยึดถัง - รูปทรง - จำนวน - สลิงยึดถัง - ขนาด - ปริมาตรบำบัด	ไฟเบอร์กลาสเสริมแรง ไม่น้อยกว่า 5 mm - วัสดุ พลาสติก เอบีเอส กรณีติดตั้งใต้สวน เหล็กหล่อ (Cast iron) กรณีติดตั้งใต้ถนน (Option) มีสายสลิง galvanized ยึดถังที่ฐาน คสล. สี่เหลี่ยม 1 tank มีสายสลิง galvanized ยึดถังที่ฐาน คสล. - ความกว้าง 1.10 m - ความยาว 2.15 m - ความสูง 1.30 m - ส่วนดักไขมัน (Grease trap chamber) 2.20 m ³	1 set
2	ถังบำบัดน้ำเสีย - วัสดุโครงสร้างตัวถัง - แผ่นกั้นภายในถัง - ความหนา - ฝาถัง - สลิงยึดถัง	ไฟเบอร์กลาสเสริมแรง ไฟเบอร์กลาสเสริมแรง, FRP (Fiberglass Reinforced Plastic) เสริมความแข็งแรง ด้วยลอนพิเศษ ไม่น้อยกว่า 6 mm - วัสดุ พลาสติก เอบีเอส กรณีติดตั้งใต้สวน เหล็กหล่อ (Cast iron) กรณีติดตั้งใต้ถนน (Option) มีสายสลิง galvanized ยึดถังที่ฐาน คสล.	1 set
ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber) ส่วนปรับอัตราไหล (Equalization chamber) และส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง (Contact aeration biofilter chamber)			
	- รูปทรง - จำนวน - ขาถัง - ขนาด	สี่เหลี่ยม 2 tanks ขาในตัวยึดติดกับตัวถังทุกระยะไม่น้อยกว่า 2 m - ความกว้าง 1.50 m - ความสูง 2.10 m - ความยาวรวม 14.80 m	
ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)			
	- รูปทรง - จำนวน - ขนาด	ทรงกรวย 2 tanks - เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.500 m - ความสูง 1.725 m	
	- ปริมาตรบำบัด	- ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber) 9.84 m ³ - ส่วนปรับอัตราไหล (Equalization chamber) 8.88 m ³ - ส่วนกรองเติม 16.80 m ³ - ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber) 4.40 m ³	
3	สื่อชีวภาพ - ชนิด - รูปทรง - วัสดุ - พื้นที่ผิวจำเพาะ - ปริมาตรบรรจุ	เคลื่อนที่ได้ เปลือกไข่ / ถังเบียร์ ปลายเปิดทั้ง 2 ข้าง โฟลีโอทิสลินที่มีความหนาแน่นสูง HDPE 110 m ² /m ³ 7.0 m ³	

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

ลำดับ	รายการ	รายละเอียด	จำนวน
4	เครื่องสูบน้ำ - ชนิด - อัตราการสูบ - แรงดัน - มอเตอร์	Submersible pump, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt 0.1 m3/min-set 8.5 m 0.4 kW ควบคุมโดยลูกลอย 2 ระดับ	1 set
5	เครื่องเติมอากาศ - ชนิด - อัตราการถ่ายเทออกซิเจน - อัตราการจ่ายอากาศ - แรงดัน - มอเตอร์	Submersible ejector, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt 1.23-1.43 kg O2/hr-set 28 m3/hr-set 3 m 1.5 kW ควบคุมโดย Timer	2 sets
6	เครื่องสูบลาก่อน - ชนิด - อัตราการสูบ - แรงดัน - มอเตอร์	Submersible pump, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt 0.1 m3/min-set 8.5 m 0.4 kW ควบคุมโดย Timer	2 sets
7	ท่อและข้อต่อภายในถัง - ท่อเข้า - ออก - ท่อส่งผ่านน้ำเสียภายในถัง - ท่อระบายอากาศภายในถัง - ท่อจ่ายอากาศภายในถัง - ข้อต่ออ่อนระบายน้ำ	โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) Class 8.5 โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) Class 8.5 โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) Class 8.5 โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) Class 13.5 ชนิด Reinforce Natural Rubber พร้อมแคลมป์ รัด เสดนเลส	
8	ตู้ควบคุมไฟฟ้า - ชนิด	ตู้ควบคุมกันฝนมีฝาเปิดปิด (Outdoor type) ติดตั้งภายนอกอาคาร	1 set

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

รายการคำนวณ

ข้อมูลในการออกแบบ

อัตราการไหลเข้าสู่ส่วนส่วนดักไขมัน

อัตราการไหล	≤	4.0	m ³ / day
ค่า BOD เข้าสู่ระบบ	≤	1,200	mg/L

1 ส่วนดักไขมัน (Grease trap chamber)

ทำหน้าที่ดักไขมันในน้ำเสีย โดยไขมันและน้ำมันจะลอยเหนือผิวน้ำเพื่อนำไปกำจัด และส่วนน้ำใสจะไหลเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียส่วนต่อไป

อัตราการไหล	≤	4.0	m ³ / day
เลือกใช้ ค่า HRT	12 hr	=	0.50 day
ปริมาตรที่ต้องการ	=	2.00	m ³
ปริมาตรจริง	=	2.20	m ³
ประสิทธิภาพในการบำบัดสำหรับส่วนนี้	≥	30	%
ค่า BOD ที่ผ่านการบำบัด	≤	840	mg/L

ข้อมูลปริมาณน้ำเสียเข้าสู่ระบบ

อัตราการไหลจากส่วนดักไขมัน	≤	4.0	m ³ / day
ค่า BOD ที่ผ่านการบำบัดจากส่วนดักไขมัน	≤	840	mg/L
อัตราการไหลน้ำเสียจากห้องน้ำ	≤	29.5	m ³ / day
ประเมินค่า BOD จากห้องน้ำ	≤	250	mg/L

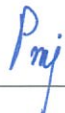
อัตราการไหลเข้าสู่ส่วนบำบัดน้ำเสียรวม

อัตราการไหลรวม	≤	33.5	m ³ / day
อัตราการไหลโดยเฉลี่ย	=	1.40	m ³ / hr
ค่า BOD เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียรวม	≤	320	mg/L
ค่า BOD ออกแบบ	≤	325	mg/L
ค่า BOD ออกจากระบบบำบัดน้ำเสียรวม	≤	20	mg/L
ประสิทธิภาพในการลดค่า BOD	≥	93.8	%

2 ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber)

ส่วนแยกกากตะกอนทำหน้าที่แยกของแข็งออกจากของเหลว และเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์หรือสิ่งสกปรกในระดับหนึ่ง ทำหน้าที่เก็บกักของแข็งหรือกากตะกอน กากตะกอนส่วนหนึ่งซึ่งเป็นสารอินทรีย์จะถูกย่อยสลาย

อัตราการไหล	≤	33.5	m ³ / day
เลือกใช้ ค่า HRT	6 hr	=	0.25 day
ปริมาตรที่ต้องการ	=	8.38	m ³
ปริมาตรจริง	=	9.84	m ³
ประสิทธิภาพในการบำบัดสำหรับส่วนนี้	≥	20	%
ค่า BOD ที่ผ่านการบำบัด	≤	260	mg/L

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

3 ส่วนปรับอัตราการไหล (Equalization chamber)

น้ำที่ผ่านการแยกกากตะกอนแล้วจะถูกพักไว้ส่วนปรับอัตราการไหล แล้วจะถูกสูบไปยังส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่งด้วยเครื่องสูบน้ำ

อัตราการไหล			≤	33.5	m ³ /day
เลือกใช้ ค่า HRT	6	hr	=	0.25	day
ปริมาตรที่ต้องการ			=	8.38	m ³
ปริมาตรจริง			=	8.88	m ³

รายละเอียดของเครื่องสูบน้ำ :-

ชนิด	:	Submersible pump, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	=	1	set
อัตราการสูบ	=	0.1	m ³ /min-set
แรงดัน	=	8.5	m
มอเตอร์	=	0.4	kW
ควบคุมโดยลูกลอย 2 ระดับ			

4 ส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง (Contact aeration biofilter chamber)

อัตราการไหล	≤	33.5	m ³ /day
อัตราส่วนอาหาร/จุลินทรีย์	อยู่ในช่วง	0.1-0.3	mg BOD/mg MLVSS-day
อายุสลัดจ์	=	10	days
BOD _y /BOD _L	=	0.65	(Metcalf & Eddy, 1991 p 72)
MLSS	=	3,000	mg/L
MLVSS/MLSS	=	0.80	
X _u (MLSS in sedimentation chamber)	=	10,000	mg/L
HRT	อยู่ในช่วง	4-8	hr
ความต้องการออกซิเจน	=	1.10	kg O ₂ /kg BOD _{remove}
Q _r /Q	อยู่ในช่วง	0.25 - 1.0	
ประสิทธิภาพในการกำจัด BOD	อยู่ในช่วง	85 - 95 %	
Y	=	0.50	mg VSS/mg BOD
k _d	=	0.05	day ⁻¹
อัตราการอินทรีย์ (OLR)	อยู่ในช่วง	0.3 - 0.6	kg BOD _y /m ³ -day
Oxygen Dissolution Coefficient	=	0.85	
ค่า BOD เข้าสู่ระบบ	≤	260	mg/L
ค่า BOD เข้าออกจากระบบ	≤	20	mg/L
BOD ที่ถูกกำจัด	=	260 - 20	
	=	240	mg/L
คิดเป็นปริมาณ BOD ที่ถูกกำจัด	=	240 x 33.5 / 1,000	
	=	8.04	kg BOD / day
ปริมาตรความจุส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่งที่ต้องการ	=	$\frac{Y Q \theta_c (S_o - S)}{(1 + k_d \theta_c) X}$	
	=	$0.5 \times 33.5 \times 10 \times (260 - 20) / [(1 + 0.05 \times 10) \times 3000 \times 0.8]$	
	=	11.17	m ³
ปริมาตรความจุส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่งจริง	=	16.80	m ³
คำนวณอัตราการหมุนเวียน Sludge	=	$Q \times MLSS / (X_u - MLSS)$	
	=	$33.5 \times 3000 / (10000 - 3000)$	
	=	14.36	m ³ /day

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

Design criteria : BOD loading Range for Submerged Biofilter

Reference - Shigehisa Iwai & Takane Kitao, 1994 (p - 120)

Organic loading (Fine medium)	=	0.10	-	5.00	kg BOD/m ³ -day
เลือกใช้ค่า	=	1.50			kg BOD/m ³ -day
ปริมาตรของตัวกลางที่ต้องการ	=	8.04	/	1.50	
	=	5.36			m ³
พื้นที่ผิวที่ต้องการ	=	5.36	x	110	
	=	590			m ²

รายละเอียดของตัวกลางพลาสติก :-

ชนิดของตัวกลาง	:	เคลื่อนที่ได้		
รูปทรง	:	เปลือกไข่ / ถังเบียร์ ปลายเปิดทั้ง 2 ข้าง		
วัสดุ	:	โพลีเอทิลีนที่มีความหนาแน่นสูง HDPE		
พื้นที่ผิวจำเพาะ	:	110		m ² /m ³
อัตราส่วนช่องว่าง	:	97		%
ปริมาตรความจุในส่วนกรองเดิมอากาศ-ตะกอนแข็ง	=	16.80		m ³
ปริมาตรจริงสำหรับตัวกลาง	=	7.0		m ³
พื้นที่ผิวของตัวกลางที่เลือกใช้จริง	=	770		m ²
	>	590		m ²

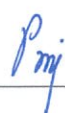
Design criteria : The Treatment Efficiency of Aerobic Packed Bed for Cafeteria Wastewater.

Reference - Bunjarat Jolanun, Master Field civil Engineering, 1994

การบำบัดทางชีวศาสตร์	=	0.10		m ³ /m ² -day
----------------------	---	------	--	-------------------------------------

ตรวจสอบ ;

(1) การบำบัดทางชีวศาสตร์	=	อัตราการไหล(Q) / พื้นที่ผิวของตัวกลาง (surface area of media)		
	=	33.5	/	770
	=	0.0435		m ³ /m ² -day
	<	0.1000		m ³ /m ² -day
(2) ระยะเวลาเก็บกัก	=	16.80	/	33.5
	=	0.50		day
	=	12.00		hr
อยู่ในช่วง		4-8		hr
(3) อัตราส่วน F / M	=	BOD inf / (HRT x MLVSS)		
	=	260 / (0.5 x 3000 x 0.8)		
	=	0.22		mg BOD/mg MLVSS-day
อยู่ในช่วง		0.1-0.3		mg BOD/mg MLVSS-day
(4) ตรวจสอบ OLR	=	BOD Loading Rate / V		
	=	33.5 x 260 / (16.8 x 1000)		
	=	0.52		kg BOD/m ³ -day
อยู่ในช่วง		0.3-0.6		kg BOD/m ³ -day

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

(5) หาปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ			
Px	=	$Y_{obs} Q(S_o - S)/1000$	
Yobs	=	$0.5 / (1 + 0.05 \times 10)$	
	=	0.33	
Px	=	$0.33 \times 33.5 \times (260 - 20) / 1000$	
	=	2.68	kg VSS / day
ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ	=	$Q(S_o - S) / ((BOD_u / BOD_t) \times 1000) - 1.42 P_x$	
	=	$3.5 \times (260 - 20) / (0.65 \times 1000) - (1.42 \times 2.68)$	
	=	8.56	kg O ₂ /day (Exclude Sludge)
	=	0.36	kg O ₂ /hr
ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการตามทฤษฎี	=	$1.1 \times 33.5 \times 260 / 1000$	kg O ₂ /day
	=	9.58	kg O ₂ /day
	=	0.40	kg O ₂ /hr
ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ	=	0.40	kg O ₂ /hr
ตรวจสอบอัตราการจ่ายออกซิเจนที่สภาวะใช้งาน			
(Reference - ประการศกรมควบคุมมลพิษเรื่อง เกณฑ์การออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย และระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน. 2553.)			
ปริมาณอากาศที่สภาวะใช้งานจริง, OTRf	=	$OTRs / [((\beta C_s(T,A) - C_L) / 9.08) \times 1.024^{(T-20)} \times \alpha]$	
อุณหภูมิ, T	=	30	celcius
α (0.7-0.9 สำหรับน้ำเสียชุมชน)	=	0.9	
β	=	0.9	
$C_{s(T,A)}$ (use 7.559 at 30 celcius)	=	7.559	mg/L
ค่า DO concentration ในส่วนเติมอากาศ, C _L	=	2	mg/L
(Reference - Metcalf & Eddy. (2014). Wastewater Engineering Treatment and Resource recovery. 5 ed. Page 1021)			
(ค่ากำหนด 2 - 3 mg/L)			
ปริมาณอากาศที่สภาวะมาตรฐาน, OTRs	=	ออกซิเจนที่ต้องการ / (Exh.อากาศxh.ออกซิเจนในอากาศ)	
ประมาณการว่าอากาศประกอบด้วย	=	23.2	% O ₂
น้ำหนักของอากาศ	=	1.205	kg/m ³
% SOTR ของอุปกรณ์	=	16.99	%
% SOTR ที่ใช้จริง	=	16.99	%
ปริมาณอากาศที่สภาวะมาตรฐาน, OTRs	=	$0.4 / (0.232 \times 1.205 \times 0.1699)$	
	=	8.42	m ³ /hr
ปริมาณอากาศที่สภาวะใช้งานจริง, OTRf	=	$8.42 / (((0.9 \times 7.559 - 2) / 9.08) \times (1.024^{(30-20)}) \times 0.9)$	
	=	13.95	m ³ /hr
	=	0.23	m ³ /min
ปริมาณออกซิเจนที่สภาวะใช้งานจริง	=	0.66	kg O ₂ /hr
(6) ตรวจสอบพลังงานในการกวนผสม			
พลังงานสำหรับการกวนผสม	อยู่ในช่วง	15-25	HP/1000 m ³
	กำหนด	20	HP/1000 m ³
พลังงานสำหรับการกวนผสมที่ต้องการ	=	$20 \times 16.8 / 1000$	
	=	0.34	HP
	=	0.25	kW

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

รายละเอียดของเครื่องเติมอากาศ :-

ชนิด	:	Submersible ejector, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	=	2	sets
อัตราการถ่ายเทออกซิเจน	=	1.23-1.43	kg O ₂ /hr-set
อัตราการจ่ายอากาศ	=	28	m ³ /hr-set
แรงดัน	=	3	m
มอเตอร์	=	1.5	kW
ควบคุมโดย Timer			

(7) การคำนวณความหนาของจุลชีพที่เกาะบนมีเดีย

Food to microorganism ratio; F/M ratio	=	0.22	mg BOD /mg MLVSS-day
Mixed-Liquor Suspended Solid; MLSS	=	3,000	mg/L
Total Mass for biomass in system; TMb	=	MLSS x Vaeration tank / 1000	
	=	50.40	kg MLSS
Specific weight for biomass	=	1.02	
Density for biomass; Db	=	1.020	kg/m ³
Volume for biomass in aeration chamber ; Vb	=	TMb / Db	
	=	0.049	m ³
Media surface in aeration chamber; Sm	=	770	m ²
Sludge thickness on media	=	Vb / Sm	
	=	6.41711E-05	m
	=	64.17	μm
ตรวจสอบความหนาของจุลชีพบนมีเดีย	<	70.00	μm

(8) ปริมาณ Sludge ที่ต้องสูบทิ้ง

	=	2.68	kg VSS/day
	=	3.35	kg SS/day

(9) อัตราการสูบ Sludge ทิ้ง (สูบจากส่วนตกตะกอน)

	=	$V \times (X_u \theta_c)$	
	=	$16.8 \times 3000 \times 0.8 / (10000 \times 0.8 \times 10)$	
	=	0.50	m ³ /day

(9) ปริมาตรส่วนเก็บ Sludge (ส่วนแยกกากตะกอน)

ระยะเวลาที่เก็บตะกอน	=	40	% ของปริมาตรส่วนแยกกากตะกอน
	=	8	days

(10) ตรวจสอบ Qr/Q

	=	14.36 / 33.5	
	=	0.43	
อยู่ในช่วง		0.25 - 1.0	

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

5 ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)

น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วไหลเข้ามายังส่วนตกตะกอน เพื่อแยกตะกอนจลินทรีย์ออกจากน้ำใส ตะกอนจลินทรีย์จะตกลงก้นถัง บางส่วนจะถูกสูบกลับไปยังส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง และตะกอนส่วนเกินจะถูกสูบไปยังส่วนแยกกากตะกอนโดยเครื่องสูบตะกอน ส่วนน้ำใสจะไหลออกจากระบบ

อัตราการไหลเฉลี่ย	≤	33.5		m ³ /day
เลือกใช้ค่า surface overflow rate	=	24	(16 - 33)	m ³ /m ² -day
พื้นที่ผิวที่ต้องการ	=	33.5	/	24
	=	1.40		m ²
พื้นที่ผิวจริงของส่วนตกตะกอน	=	3.54		m ²
ปริมาตรจริง	=	4.40		m ³
ระยะเวลาเก็บกักจริง	=	3.15		hr
	อยู่ในช่วง	2-4		hr

รายละเอียดของเครื่องสูบตะกอน :-

ชนิด	:	Submersible pump, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	=	2	sets
อัตราการสูบ	=	0.1	m ³ /min-set
แรงดัน	=	8.5	m
มอเตอร์	=	0.4	kW
ควบคุมโดย Timer			

6 สรุป (Summary)

ถังตกไขมัน			
รูปทรง	:	สี่เหลี่ยม	
ความกว้าง	=	1.10	m
ความยาว	=	2.15	m
ความสูง	=	1.30	m
จำนวนถัง	=	1	tank

ถังบำบัดน้ำเสีย

ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber) ส่วนปรับอัตราการไหล (Equalization chamber) และส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง (Contact aeration biofilter chamber)

รูปทรง	:	สี่เหลี่ยม	
เส้นผ่านศูนย์กลาง	=	1.50	m
ความสูง	=	2.10	m
ความยาวรวม	=	14.80	m
จำนวนถัง	=	2	tanks

ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)

รูปทรง	:	ทรงกรวย	
เส้นผ่านศูนย์กลาง	=	1.500	m
ความสูง	=	1.725	m
จำนวนถัง	=	2	tanks

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

ส่วนบำบัด	ปริมาตร	ระยะเวลาเก็บกัก	
	m ³	day	hr
ส่วนดักไขมัน (Grease trap chamber)	2.20	0.55	13.20
ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber)	9.84	0.29	7.05
ส่วนปรับอัตราการไหล (Equalization chamber)	8.88	0.27	6.36
ส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง (Contact aeration biofilter chamber)	16.80	0.50	12.04
ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)	4.40	0.13	3.15
ปริมาตรบำบัดรวม	42.12		

เอกสารอ้างอิง

สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. (2540). คำกำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 1. เรือนแก้วการพิมพ์ : กรุงเทพฯ.

วิศวกรผู้รับรอง _____ (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

EQUIPMENT SPECIFICATION

EQUIPMENT	TYPE	QUANTITY	CONTENT	LOCATION	REMARK
SP2-01	Sewage Submersible Pump Non-clog type with guide rail	1 set	0.1 m ³ / min (Total head 8.5 m.) 0.40 kw. , 380 / 3 / 50 , 3000 rpm.	Equalization tank	with floatless level switch and manual , control panel ,wiring and accessories
EJ2-01, 02	Submersible Ejector with guide rail	2 set	1.23 - 1.43 kgO ₂ / hr. (at 3000mmaq.) 1.50 kw. , 380 / 3 / 50 , 1500 rpm.	Aeration tank	with timer and manual , control panel , wiring and accessories
SP2-02, 03	Sewage Submersible Pump Non-clog type with guide rail	2 set	0.1 m ³ / min (Total head 8.5 m.) 0.40 kw. , 380 / 3 / 50 , 3000 rpm.	Sedimentation tank	with timer and manual , control panel , wiring and accessories

9.1-35

กำลังไฟฟ้าที่ใช้ต่อวัน

อุปกรณ์	รุ่น	จำนวน เครื่อง	จำนวนที่ใช้ เครื่อง	ขนาดมอเตอร์ กิโลวัตต์	จำนวนชั่วโมง ทำงานต่อวัน	จำนวนกิโลวัตต์-ชั่วโมง ต่อวัน	ขนาดกระแสไฟ (แอมป์) ต่อเครื่อง	ขนาดกระแสไฟ ทั้งหมด (แอมป์)
เครื่องสูบน้ำ (ปรับสภาพ)	SP2-01	1	1	0.4	12	4.8	1.2	1.2
เครื่องเติมอากาศ (เติมอากาศ)	EJ2-01, 02	2	2	1.5	14	42.0	3.5	7
เครื่องสูบน้ำ (ตกตะกอน)	SP2-02, 03	2	2	0.4	8	6.4	1.2	2.4
						53.2		10.6
						ค่าไฟฟ้าต่อวัน (บาท)		
						ราคาฐานคิดละ 3.0 บาท 159.60		

9.1-36

รายการคำนวณถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป

ส่วน KITCHEN, HOTEL ZONE 1 & ห้องพักขยะ 1

ขนาด 33.0 m³/day

BOD_{in} 385 mg/l BOD_{out} 20 mg/l

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

รายละเอียดระบบบำบัดน้ำเสียส่วน KITCHEN, HOTEL ZONE 1 และห้องพักรับแขก 1

1. กระบวนการบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นระบบบำบัดน้ำเสียชนิดตกไขมัน-แยกกากตะกอน-ปรับอัตราการใช้-กรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่งโดยอาศัยจุลินทรีย์ประเภทใช้อากาศ ในการย่อยสลายสารอินทรีย์และเปลี่ยนรูปของมลสารต่างๆ ที่อยู่ในน้ำเสียให้มีค่าความสกปรกน้อยลง ดังสำเนาสรุปทำด้วยไฟเบอร์กลาส (Fiberglass reinforced plastic) ป้องกันการกัดกร่อนของกรด-ด่าง ได้เป็นอย่างดี

2. หลักการทำงาน

ส่วนตกไขมันทำหน้าที่ตกไขมันในน้ำเสีย โดยไขมันและน้ำมันจะลอยเหนือผิวน้ำเพื่อนำไปกำจัด และส่วนน้ำใสจะไหลเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป กระบวนการกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง เป็นกระบวนการที่อาศัยจุลินทรีย์ที่แขวนลอยและจุลินทรีย์เกาะเป็นฟิล์มบางอยู่ที่ตัวกลาง และเจริญเติบโตอยู่ในน้ำย่อยสลายมลสารอินทรีย์ในน้ำเพื่อใช้เป็นอาหารและเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานในการดำรงชีพ และสารอินทรีย์ที่สามารถแยกออกจากน้ำได้ต่อไป กระบวนการดังกล่าว เป็นปฏิกิริยาชีวเคมี ซึ่งสามารถอธิบายเป็นสมการได้ดังนี้



มลสาร (Pollutant) ที่อยู่ในน้ำเสียจะถูกจุลินทรีย์ใช้เป็นอาหารและเจริญเติบโตขยายพันธุ์ต่อไป ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะลอยขึ้นไปในอากาศ ส่วนน้ำจะผลมออกไปกับน้ำที่บำบัดแล้ว พลังงานถูกจุลินทรีย์ใช้ในการดำเนินชีวิต สรุปแล้วมลสารส่วนใหญ่ ได้แก่ สารอินทรีย์ต่างๆ ในน้ำเสียจะถูกเปลี่ยนมาเป็นจุลินทรีย์ที่หนักกว่าน้ำ ซึ่งสามารถแยกออกได้ด้วยการตกตะกอนในส่วนตกตะกอน น้ำเสียที่ถูกจุลินทรีย์นำสารอินทรีย์ต่างๆ มาใช้จนหมดแล้วจะเป็นน้ำสะอาดพอที่จะปล่อยทิ้งโดยไม่เกิดการเน่าเหม็น

3. ส่วนประกอบและรายละเอียดภายใน

ประกอบด้วยส่วนบำบัด 5 ส่วนใหญ่ ๆ ดังนี้

1. ส่วนตกไขมัน (Grease trap chamber)

ส่วนนี้เป็นขั้นตอนแรกของระบบบำบัดน้ำเสีย ทำหน้าที่ตกไขมันในน้ำเสีย โดยไขมันและน้ำมันจะลอยเหนือผิวน้ำเพื่อนำไปกำจัด และส่วนน้ำใสจะไหลเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียส่วนต่อไป

2. ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber)

ทำหน้าที่ในการแยกตะกอนหนักและตะกอนเบา เพื่อให้เกิดการแยกชั้นของน้ำเสียและตะกอน ตะกอนส่วนที่ตกอยู่ในส่วนนี้จะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้อากาศก่อนเข้าสู่ส่วนปรับอัตราการใช้ต่อไป

3. ส่วนปรับอัตราการใช้ (Equalization chamber)

น้ำที่ผ่านการแยกกากตะกอนมาแล้วจะถูกสูบไปยังส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่งต่อไป

4. ส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง (Contact aeration biofilter chamber)

น้ำเสียจะถูกส่งเข้ามาในส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่งซึ่งมีตะกอนเร่งอยู่เป็นจำนวนมาก ภายในมีสภาวะแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์แบบใช้ออกซิเจน เช่น มีออกซิเจนที่ละลายน้ำเพียงพอ มีอาหารหรือสารอินทรีย์เพียงพอ อยู่ในอุณหภูมิและพีเอชที่เหมาะสม ฯลฯ ตะกอนจุลินทรีย์จะทำการกำจัดทำจลมูลสารอินทรีย์ในรูปต่างๆ ด้วยการย่อยสลายสารอินทรีย์ให้อยู่ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ ส่วนตะกอนจุลินทรีย์เกาะเป็นฟิล์มบางอยู่ที่ตัวกลางจะทำหน้าที่ช่วยในการบำบัด เช่นเดียวกับตะกอนจุลินทรีย์แขวนลอย ทำให้ระบบมีข้อดีคือตะกอนจุลินทรีย์จะถูกกักอยู่ในส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่งตลอดเวลาเพื่อทำหน้าที่บำบัดน้ำเสียแม้ในช่วงอัตราการใช้สูงสุด

5. ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)

น้ำเสียที่บำบัดแล้วจะไหลต่อไปยังส่วนตกตะกอนเพื่อแยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำใส ตะกอนที่แยกตัวอยู่ที่ก้นส่วนตกตะกอนส่วนหนึ่งจะถูกสูบกลับเข้าไปยังส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง เพื่อเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ในส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่งช่วยในการลดมลสารที่เข้ามาใหม่ ตะกอนจุลินทรีย์อีกส่วนหนึ่งจะเป็นตะกอนส่วนเกินที่จะต้องนำไปทิ้งจะถูกสูบไปยังส่วนแยกกากตะกอน สำหรับน้ำใสส่วนบนจะเป็นน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วไหลออกจากระบบ

กลไกควบคุมและเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ

1 ระบบเติมอากาศ (Aeration)

อาศัยการเติมอากาศจากเครื่องเติมอากาศแบบจุ่ม โดยดูดอากาศจากภายนอกเพื่อเพิ่มการกระจายอากาศลงไปในน้ำ

2 ระบบสูบตะกอนย้อนกลับ (Return sludge)

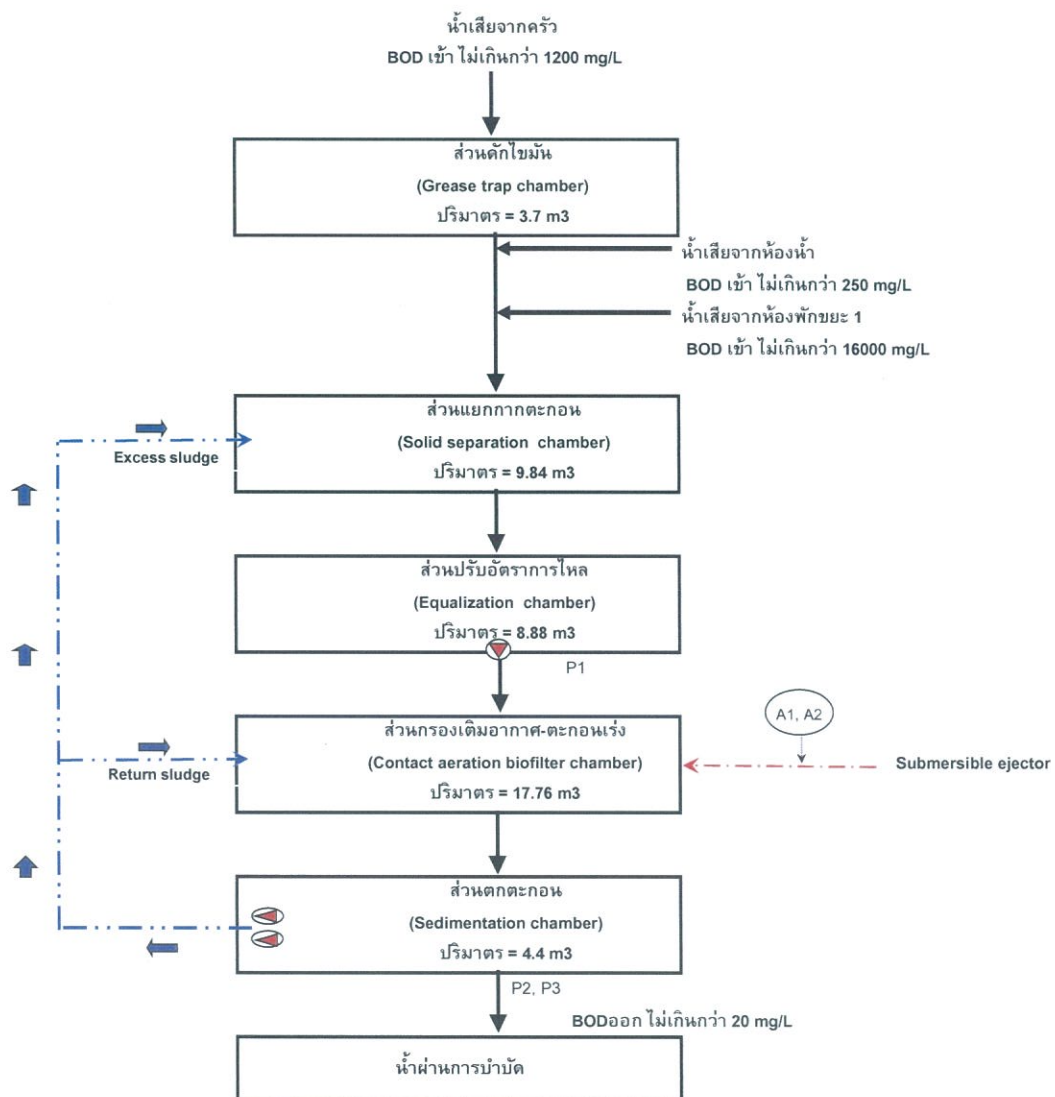
อาศัยเครื่องสูบตะกอนแบบจุ่ม ทำหน้าที่สูบตะกอนหมุนเวียนจากส่วนตกตะกอนไปยังส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง

3 ระบบสูบตะกอนส่วนเกิน (Excess sludge)

อาศัยเครื่องสูบตะกอนแบบจุ่ม ทำหน้าที่สูบตะกอนส่วนเกินจากส่วนตกตะกอนไปยังส่วนแยกกากตะกอน

แผนภูมิการไหล (Process Flow diagram)

ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดตกไขมัน-แยกกากตะกอน-ปรับอัตราการไหล-กรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง



กลไกในการควบคุมระบบการทำงาน

- A1, A2 - การเติมอากาศในส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง
- P1 - การสูบน้ำจากส่วนปรับอัตราการไหลไปยังส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง
- P2, P3 - การคืนตะกอนจากส่วนตกตะกอนไปยังส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง
- การกำจัดตะกอนส่วนเกินจากส่วนตกตะกอนไปยังส่วนแยกกากตะกอน

วิศวกรผู้รับรอง (ไฟโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

รายการวัสดุโครงสร้างและอุปกรณ์

ลำดับ	รายการ	รายละเอียด	จำนวน
1	ถังดักไขมัน - วัสดุโครงสร้างตัวถัง - ความหนา - ฝาถัง - สลิงยึดถัง - รูปทรง - จำนวน - สลิงยึดถัง - ขนาด - ปริมาตรบำบัด	ไฟเบอร์กลาสเสริมแรง ไม่น้อยกว่า 5 mm - วัสดุ พลาสติก เอบีเอส กรณีติดตั้งใต้สวน เหล็กหล่อ (Cast iron) กรณีติดตั้งใต้ถนน (Option) มีสายสลิง galvanized ยึดถังที่ฐาน คสล. สีเหลือง 1 tank มีสายสลิง galvanized ยึดถังที่ฐาน คสล. - ความกว้าง 1.45 m - ความยาว 2.55 m - ความสูง 1.35 m - ส่วนดักไขมัน (Grease trap chamber) 3.70 m	1 set
2	ถังบำบัดน้ำเสีย - วัสดุโครงสร้างตัวถัง - แผ่นกันภายในถัง - ความหนา - ฝาถัง - สลิงยึดถัง	ไฟเบอร์กลาสเสริมแรง ไฟเบอร์กลาสเสริมแรง, FRP (Fiberglass Reinforced Plastic) เสริมความแข็งแรง ด้วยลอนพิเศษ ไม่น้อยกว่า 6 mm - วัสดุ พลาสติก เอบีเอส กรณีติดตั้งใต้สวน เหล็กหล่อ (Cast iron) กรณีติดตั้งใต้ถนน (Option) มีสายสลิง galvanized ยึดถังที่ฐาน คสล.	1 set
	ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber) ส่วนปรับอัตราไหล (Equalization chamber) และส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง (Contact aeration biofilter chamber) - รูปทรง - จำนวน - ขาถัง - ขนาด	สีเหลือง 2 tanks ขาในตัวยึดติดกับตัวถังทุกระยะไม่น้อยกว่า 2 m - ความกว้าง 1.50 m - ความสูง 2.10 m - ความยาวรวม 15.20 m	
	ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber) - รูปทรง - จำนวน - ขนาด - ปริมาตรบำบัด	ทรงกรวย 2 tanks - เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.500 m - ความสูง 1.725 m - ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber) 9.84 m ³ - ส่วนปรับอัตราการไหล (Equalization chamber) 8.88 m ³ - ส่วนกรองเติม 17.76 m ³ - ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber) 4.40 m ³	
3	สื่อชีวภาพ - ชนิด - รูปทรง - วัสดุ - พื้นที่ผิวจำเพาะ - ปริมาตรบรรจุ	เคลือบที่ใต้ เปลือกไข่ / ถังเบียร์ ปลายเปิดทั้ง 2 ข้าง โพลีเอทิลีนที่มีความหนาแน่นสูง HDPE 110 m ² /m ³ 7.0 m ³	

วิศวกรผู้รับรอง _____ (ไฟโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

ลำดับ	รายการ	รายละเอียด	จำนวน
4	เครื่องสูบน้ำ - ชนิด - อัตราการสูบ - แรงดัน - มอเตอร์	Submersible pump, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt 0.1 m3/min-set 8.5 m 0.4 kW ควบคุมโดยลูกลอย 2 ระดับ	1 set
5	เครื่องเติมอากาศ - ชนิด - อัตราการถ่ายเทออกซิเจน - อัตราการจ่ายอากาศ - แรงดัน - มอเตอร์	Submersible ejector, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt 1.23-1.43 kg O2/hr-set 28 m3/hr-set 3 m 1.50 kW ควบคุมโดย Timer	2 sets
6	เครื่องสูบลบตะกอน - ชนิด - อัตราการสูบ - แรงดัน - มอเตอร์	Submersible pump, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt 0.1 m3/min-set 8.5 m 0.4 kW ควบคุมโดย Timer	2 sets
7	ท่อและข้อต่อภายในถัง - ท่อเข้า - ออก - ท่อส่งผ่านน้ำเสียภายในถัง - ท่อระบายอากาศภายในถัง - ท่อจ่ายอากาศภายในถัง - ข้อต่ออ่อนระบายน้ำ	โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) Class 8.5 โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) Class 8.5 โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) Class 8.5 โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) Class 13.5 ชนิด Reinforce Natural Rubber พร้อมแคลมป์ รััด สเตนเลส	
8	ตู้ควบคุมไฟฟ้า - ชนิด	ตู้ควบคุมกันฝนมีฝาเปิดปิด (Outdoor type) ติดตั้งภายนอกอาคาร	1 set

รายการคำนวณ

ข้อมูลในการออกแบบ

อัตราการไหลเข้าสู่ส่วนส่วนดักไขมัน

อัตราการไหล	≤	6.5	m ³ / day
ค่า BOD เข้าสู่ระบบ	≤	1,200	mg/L

1 ส่วนดักไขมัน (Grease trap chamber)

ทำหน้าที่ดักไขมันในน้ำเสีย โดยไขมันและน้ำมันจะลอยเหนือผิวน้ำเพื่อนำไปกำจัด และส่วนน้ำใสจะไหลเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียส่วนต่อไป

อัตราการไหล	≤	6.5	m ³ / day
เลือกใช้ ค่า HRT	=	0.50	day
ปริมาตรที่ต้องการ	=	3.25	m ³
ปริมาตรจริง	=	3.70	m ³
ประสิทธิภาพในการบำบัดสำหรับส่วนนี้	≥	30	%
ค่า BOD ที่ผ่านการบำบัด	≤	840	mg/L

ข้อมูลปริมาณน้ำเสียเข้าสู่ระบบ

อัตราการไหลจากส่วนดักไขมัน	≤	6.50	m ³ / day
ค่า BOD ที่ผ่านการบำบัดจากส่วนดักไขมัน	≤	840	mg/L
อัตราการไหลน้ำเสียจากห้องน้ำ	≤	26.47	m ³ / day
ประเมินค่า BOD จากห้องน้ำ	≤	250	mg/L
อัตราการไหลน้ำเสียจากห้องพักขยะ 1	≤	0.03	m ³ / day
ประเมินค่า BOD จากห้องพักขยะ 1	≤	16,000	mg/L

อัตราการไหลเข้าสู่ส่วนบำบัดน้ำเสียรวม

อัตราการไหลรวม	≤	33.00	m ³ / day
อัตราการไหลโดยเฉลี่ย	=	1.38	m ³ / hr
ค่า BOD เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียรวม	≤	381	mg/L
ค่า BOD ออกแบบ	≤	385	mg/L
ค่า BOD ออกจากระบบบำบัดน้ำเสียรวม	≤	20	mg/L
ประสิทธิภาพในการลดค่า BOD	≥	94.8	%

2 ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber)

ส่วนแยกกากตะกอนทำหน้าที่แยกของแข็งออกจากของเหลว และเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์หรือสิ่งสกปรกในระดับหนึ่ง ทำหน้าที่เก็บกักของแข็งหรือกากตะกอน กากตะกอนส่วนหนึ่งซึ่งเป็นสารอินทรีย์จะถูกย่อยสลาย

อัตราการไหล	≤	33.0	m ³ / day
เลือกใช้ ค่า HRT	=	0.25	day
ปริมาตรที่ต้องการ	=	8.25	m ³
ปริมาตรจริง	=	9.84	m ³
ประสิทธิภาพในการบำบัดสำหรับส่วนนี้	≥	20	%
ค่า BOD ที่ผ่านการบำบัด	≤	308	mg/L

3 ส่วนปรับอัตราการไหล (Equalization chamber)

น้ำที่ผ่านการแยกกากตะกอนแล้วจะถูกพักไว้ส่วนปรับอัตราการไหล แล้วจะถูกสูบไปยังส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่งด้วยเครื่องสูบน้ำ

อัตราการไหล			≤	33.0	m ³ /day
เลือกใช้ ค่า HRT	6	hr	=	0.25	day
ปริมาตรที่ต้องการ			=	8.25	m ³
ปริมาตรจริง			=	8.88	m ³

รายละเอียดของเครื่องสูบน้ำ :-

ชนิด	:	Submersible pump, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	=	1	set
อัตราการสูบ	=	0.1	m3/min-set
แรงดัน	=	8.5	m
มอเตอร์	=	0.4	kW
ควบคุมโดยลูกลอย 2 ระดับ			

4 ส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง (Contact aeration biofilter chamber)

อัตราการไหล	≤	33.00	m ³ /day
อัตราส่วนอาหาร/จุลินทรีย์	อยู่ในช่วง	0.1-0.3	mg BOD/mg MLVSS-day
อายุสลัดจ์	=	10.00	days
BOD ₅ /BOD _L	=	0.65	(Metcalf & Eddy, 1991 p 72)
MLSS	=	3,000.00	mg/L
MLVSS/MLSS	=	0.80	
X _u (MLSS in sedimentation chamber)	=	10,000.00	mg/L
HRT	อยู่ในช่วง	4-8	hr
ความต้องการออกซิเจน	=	1.10	kg O ₂ /kg BOD _{remove}
Q _r /Q	อยู่ในช่วง	0.25 - 1.0	
ประสิทธิภาพในการกำจัด BOD	อยู่ในช่วง	85 - 95 %	
Y	=	0.50	mg VSS/mg BOD
k _d	=	0.05	day ⁻¹
อัตราการอินทรีย์ (OLR)	อยู่ในช่วง	0.3-0.6	kg BOD ₅ /m ³ -day
Oxygen Dissolution Coefficient	=	0.85	
ค่า BOD เข้าสู่ระบบ	≤	308	mg/L
ค่า BOD เข้าออกจากระบบ	≤	20	mg/L
BOD ที่ถูกกำจัด	=	308 - 20	
	=	288	mg/L
คิดเป็นปริมาณ BOD ที่ถูกกำจัด	=	288 x 33 / 1,000	
	=	9.50	kg BOD / day
ปริมาตรความจุส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่งที่ต้องการ	=	$\frac{Y Q \theta_c (S_o - S)}{(1 + k_d \theta_c) X}$	
	=	$0.5 \times 33 \times 10 \times (308 - 20) / [(1 + 0.05 \times 10) \times 3000 \times 0.8]$	
	=	13.20	m ³
ปริมาตรความจุส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่งจริง	=	17.76	m ³
คำนวณอัตราการหมุนเวียน Sludge	=	Q x MLSS / (X _u - MLSS)	
	=	33 x 3000 / (10000 - 3000)	
	=	14.14	m ³ /day

Design criteria : BOD loading Range for Submerged Biofilter

Reference - Shigehisa Iwai & Takane Kitao, 1994 (p - 120)

Organic loading (Fine medium) = 0.10 - 5.00 kg BOD/m³-day
เลือกใช้ค่า = 1.50 kg BOD/m³-day

ปริมาตรของตัวกลางที่ต้องการ = 9.50 / 1.50 m³
= 6.34

พื้นที่ผิวที่ต้องการ = 6.34 x 110 m²
= 697

รายละเอียดของตัวกลางพลาสติก :-

ชนิดของตัวกลาง	:	เคลื่อนที่ได้	
รูปทรง	:	เปลือกไข่ / ถังเบียร์ ปลายเปิดทั้ง 2 ข้าง	
วัสดุ	:	โพลีเอทิลีนที่มีความหนาแน่นสูง HDPE	
พื้นที่ผิวจำเพาะ	:	110	m ² /m ³
อัตราส่วนช่องว่าง	:	97	%
ปริมาตรความจุในส่วนกรองเดิมอากาศ-ตะกอนแข็ง	=	17.76	m ³
ปริมาตรจริงสำหรับตัวกลาง	=	7.0	m ³
พื้นที่ผิวของตัวกลางที่เลือกใช้จริง	=	770	m ²
	>	697	m ²

Design criteria : The Treatment Efficiency of Aerobic Packed Bed for Cafeteria Wastewater.

Reference - Bunjarat Jolanun, Master Field civil Engineering, 1994

ภาวะบรรทุกทางชีวศาสตร์ = 0.10 m³/m²-day

ตรวจสอบ ;

(1) ภาวะบรรทุกทางชีวศาสตร์	=	อัตราการไหล(Q) / พื้นที่ผิวของตัวกลาง (surface area of media)	
	=	33.0 / 770	
	=	0.0429	m ³ /m ² -day
	<	0.1000	m ³ /m ² -day
(2) ระยะเวลาเก็บกัก	=	17.76 / 33.0	
	=	0.54	day
	=	12.96	hr
อยู่ในช่วง		4-8	hr
(3) อัตราส่วน F / M	=	BOD inf / (HRT x MLVSS)	
	=	308 / (0.54 x 3000 x 0.8)	
	=	0.24	mg BOD/mg MLVSS-day
อยู่ในช่วง		0.1-0.3	mg BOD/mg MLVSS-day
(4) ตรวจสอบ OLR	=	BOD Loading Rate / V	
	=	33 x 308 / (17.76 x 1000)	
	=	0.57	kg BOD/m ³ -day
อยู่ในช่วง		0.3-0.6	kg BOD/m ³ -day

วิศวกรผู้รับรอง (ไฟโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

(5) หาปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ

Px	=	Yobs Q(So-S)/1000	
Yobs	=	0.5 / (1 + 0.05 x 10)	
	=	0.33	
Px	=	0.33 x 33 x (308 - 20) / 1000	
	=	3.17	kg VSS / day
ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ	=	Q(So-S)/((BOD ₂ /BOD _L)x1000)-1.42Px	
	=	(33 x (308 - 20) / (0.65 x 1000)) - (1.42 x 3.17)	
	=	10.12	kg O ₂ /day (Exclude Sludge)
	=	0.42	kg O ₂ /hr
ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการตามทฤษฎี	=	1.1 x 33 x 308 / 1000	kg O ₂ /day
	=	11.18	kg O ₂ /day
	=	0.47	kg O ₂ /hr
ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ	=	0.47	kg O ₂ /hr

ตรวจสอบอัตราการจ่ายออกซิเจนที่สภาวะใช้งาน

(Reference - ประกาศกรมควบคุมมลพิษเรื่อง เกณฑ์การออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย และระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน. 2553.)

ปริมาณอากาศที่สภาวะใช้งานจริง, OTRf	=	OTRs / [((β Cs(T,A) - C _L) / 9.08) x 1.024 ^(T-20) x α]	
อุณหภูมิ, T	=	30	celcius
α (0.7-0.9 สำหรับน้ำเสียชุมชน)	=	0.9	
β	=	0.9	
C _{s(T,A)} (use 7.559 at 30 celcius)	=	7.559	mg/L
ค่า DO concentration ในส่วนเติมอากาศ, C _L	=	2	mg/L

(Reference - Metcalf & Eddy. (2014). Wastewater Engineering Treatment and Resource recovery. 5 ed. Page 1021)

(ค่ากำหนด 2 - 3 mg/L)

ปริมาณอากาศที่สภาวะมาตรฐาน, OTRs	=	ออกซิเจนที่ต้องการ/ (Exh.อากาศxหน.ออกซิเจนในอากาศ)	
ประมาณการว่าอากาศประกอบด้วย	=	23.2	% O ₂
น้ำหนักของอากาศ	=	1.205	kg/m ³
% SOTR ของอุปกรณ์	=	16.99	%
% SOTR ที่ใช้จริง	=	16.99	%
ปริมาณอากาศที่สภาวะมาตรฐาน, OTRs	=	0.47 / (0.232 x 1.205 x 0.1699)	
	=	9.9	m ³ /hr
ปริมาณอากาศที่สภาวะใช้งานจริง, OTRf	=	9.9 / (((0.9 x 7.559 - 2) / 9.08) x (1.024 ⁽³⁰⁻²⁰⁾) x 0.9)	
	=	16.4	m ³ /hr
	=	0.27	m ³ /min
ปริมาณออกซิเจนที่สภาวะใช้งานจริง	=	0.78	kg O ₂ /hr

(6) ตรวจสอบพลังงานในการกวนผสม

พลังงานสำหรับการกวนผสม	อยู่ในช่วง	15-25	HP/1000 m ³
	กำหนด	20	HP/1000 m ³
พลังงานสำหรับการกวนผสมที่ต้องการ	=	20 x 17.76 / 1000	
	=	0.36	HP
	=	0.27	kW

รายละเอียดของเครื่องเติมอากาศ :-

ชนิด	:	Submersible ejector, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	=	2	sets
อัตราการถ่ายเทออกซิเจน	=	1.23-1.43	kg O ₂ /hr-set
อัตราการจ่ายอากาศ	=	28	m ³ /hr-set
แรงดัน	=	3	m
มอเตอร์	=	1.5	kW
ควบคุมโดย Timer			

(7) การคำนวณความหนาของจุลชีพที่เกาะบนมีเดีย

Food to microorganism ratio; F/M ratio	=	0.24	mg BOD /mg MLVSS-day
Mixed-Liquor Suspended Solid; MLSS	=	3,000	mg/L
Total Mass for biomass in system; TMb	=	MLSS x Vaeration tank / 1000	
	=	53.28	kg MLSS
Specific weight for biomass	=	1.02	
Density for biomass; Db	=	1,020	kg/m ³
Volume for biomass in aeration chamber ; Vb	=	TMb / Db	
	=	0.052	m ³
Media surface in aeration chamber; Sm	=	770	m ²
Sludge thickness on media	=	Vb / Sm	
	=	6.7838E-05	m
	=	67.84	µm
ตรวจสอบความหนาของจุลชีพบนมีเดีย	<	70.00	µm

(8) ปริมาณ Sludge ที่ต้องสูบทิ้ง

	=	3.17	kg VSS/day
	=	3.96	kg SS/day

(9) อัตราการสูบ Sludge ทิ้ง (สูบจากส่วนตกตะกอน)

	=	$V \times (X_u \theta_c)$	
	=	17.76 x 3000 x 0.8 / (10000 x 0.8 x 10)	
	=	0.53	m ³ /day

(9) ปริมาตรส่วนเก็บ Sludge (ส่วนแยกกากตะกอน)

	=	40	% ของปริมาตรส่วนแยกกากตะกอน
ระยะเวลาที่เก็บตะกอน	=	7	days

(10) ตรวจสอบ Qr/Q

	=	14.14 / 33	
	=	0.43	
อยู่ในช่วง		0.25 - 1.0	

5 ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)

น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วไหลเข้ามายังส่วนตกตะกอน เพื่อแยกตะกอนจลินทรีย์ออกจากน้ำใส ตะกอนจลินทรีย์จะตกลงก้นถัง บางส่วนจะถูกสูบกลับไปยังส่วนกรองเดิมอากาศ-ตะกอนแรง และตะกอนส่วนเกินจะถูกสูบไปยังส่วนแยกกากตะกอนโดยเครื่องสูบตะกอน ส่วนน้ำใสจะไหลออกจากระบบ

อัตราการไหลเฉลี่ย	≤	33.0		m ³ /day
เลือกใช้ค่า surface overflow rate	=	24	(16 - 33)	m ³ /m ² -day
พื้นที่ผิวที่ต้องการ	=	33.0	/ 24	
	=	1.38		m ²
พื้นที่ผิวจริงของส่วนตกตะกอน	=	3.54		m ²
ปริมาตรจริง	=	4.40		m ³
ระยะเวลาเก็บกักจริง	=	3.20		hr
	อยู่ในช่วง	2-4		hr

รายละเอียดของเครื่องสูบตะกอน :-

ชนิด	:	Submersible pump, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	=	2	sets
อัตราการสูบ	=	0.1	m ³ /min-set
แรงดัน	=	8.5	m
มอเตอร์	=	0.4	kW
ควบคุมโดย Timer			

6 สรุป (Summary)

ถังตกไขมัน			
รูปทรง	:	สี่เหลี่ยม	
ความกว้าง	=	1.45	m
ความยาว	=	2.55	m
ความสูง	=	1.35	m
จำนวนถัง	=	1	tank

ถังบำบัดน้ำเสีย

ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber) ส่วนปรับอัตราการไหล (Equalization chamber) และส่วนกรองเดิมอากาศ-ตะกอนแรง (Contact aeration biofilter chamber)

รูปทรง			
เส้นผ่านศูนย์กลาง			
ความสูง	:	สี่เหลี่ยม	
ความยาวรวม	=	1.50	m
จำนวนถัง	=	2.10	m
ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamb	=	15.20	m
รูปทรง	=	2	tanks
เส้นผ่านศูนย์กลาง			
ความสูง	:	ทรงกรวย	
จำนวนถัง	=	1.500	m
	=	1.725	m
	=	2	tanks

ส่วนบำบัด	ปริมาตร m ³	ระยะเวลาเก็บกัก	
		day	hr
ส่วนดักไขมัน (Grease trap chamber)	3.70	0.57	13.66
ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber)	9.84	0.30	7.16
ส่วนปรับอัตราการไหล (Equalization chamber)	8.88	0.27	6.46
ส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง (Contact aeration biofilter chamber)	17.76	0.54	12.92
ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)	4.40	0.13	3.20
ปริมาตรบำบัดรวม	44.58		

เอกสารอ้างอิง

สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. (2540). คำกำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 1. เรือนแก้วการพิมพ์ : กรุงเทพฯ.

EQUIPMENT SPECIFICATION

EQUIPMENT	TYPE	QUANTITY	CONTENT	LOCATION	REMARK
SP3-01	Sewage Submersible Pump Non-clog type with guide rail	1 set	0.1 m ³ / min (Total head 8.5 m.) 0.40 kw. , 380 / 3 / 50 , 3000 rpm.	Equalization tank	with floatless level switch and manual , control panel ,wiring and accessories
EJ3-01, 02	Submersible Ejector with guide rail	2 set	1.23 - 1.43 kgO ₂ / hr. (at 3000mmaq.) 1.50 kw. , 380 / 3 / 50 , 1500 rpm.	Aeration tank	with timer and manual , control panel , wiring and accessories
SP3-02, 03	Sewage Submersible Pump Non-clog type with guide rail	2 set	0.1 m ³ / min (Total head 8.5 m.) 0.40 kw. , 380 / 3 / 50 , 3000 rpm.	Sedimentation tank	with timer and manual , control panel , wiring and accessories

วิศวกรผู้รับรอง Pij (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

กำลังไฟฟ้าที่ใช้ต่อวัน

อุปกรณ์	รุ่น	จำนวน เครื่อง	จำนวนที่ใช้ เครื่อง	ขนาดมอเตอร์ กิโลวัตต์	จำนวนชั่วโมง ทำงานต่อวัน	จำนวนกิโลวัตต์-ชั่วโมง ต่อวัน	ขนาดกระแสไฟ (แอมป์) ต่อเครื่อง	ขนาดกระแสไฟ ทั้งหมด (แอมป์)
เครื่องสูบน้ำ (ปรับสภาพ)	SP3-01	1	1	0.4	12	4.8	1.2	1.2
เครื่องเติมอากาศ (เติมอากาศ)	EJ3-01, 02	2	2	1.5	14	42.0	3.5	7
เครื่องสูบน้ำ (ตกตะกอน)	SP3-02, 03	2	2	0.4	8	6.4	1.2	2.4
						53.2		10.6
						ค่าไฟฟ้าต่อวัน (บาท)		
						ราคาฐานนี้ต่อละ 3.0 บาท		
						159.60		

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

รายการคำนวณถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป

ส่วน HOTEL ZONE 2 ขนาด 41.0 m³/day

BOD_{in} 250 mg/l BOD_{out} 20 mg/l

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

รายละเอียดระบบบำบัดน้ำเสียส่วน HOTEL ZONE

1. กระบวนการบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นระบบบำบัดน้ำเสียชนิดแยกกากตะกอน-ปรับอัตราอากาศ-ตะกอนเร่งโดยอาศัยจุลินทรีย์ประเภทใช้อากาศ ในการย่อยสลายสารอินทรีย์และเปลี่ยนรูปของมลสารต่าง ๆ ที่อยู่ในน้ำเสียให้มีความสกปรกน้อยลง ถึงสำเร็จรูปทำด้วยไฟเบอร์กลาส (Fiberglass reinforced plastic) ป้องกันการกัดกร่อนของกรด-ด่าง ได้เป็นอย่างดี

2. หลักการทำงาน

กระบวนการกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง เป็นกระบวนการที่อาศัยจุลินทรีย์ที่แขวนลอยและจุลินทรีย์ที่เกาะเป็นฟิล์มบางอยู่ที่ตัวกลาง และเจริญเติบโตอยู่ในน้ำ ย่อยสลายมลสารอินทรีย์ ในน้ำเพื่อใช้เป็นอาหารและเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานในการดำรงชีพ และสารอินทรีย์ที่สามารถแยกออกจากน้ำได้ต่อไป กระบวนการดังกล่าวเป็นปฏิกิริยาชีวเคมี ซึ่งสามารถอธิบายเป็นสมการได้ดังนี้



มลสาร (Pollutant) ที่อยู่ในน้ำเสียจะถูกจุลินทรีย์ใช้เป็นอาหารและเจริญเติบโตขยายพันธุ์ต่อไป ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะลอยขึ้นไปในอากาศ ส่วนน้ำจะผสมออกไปกับ น้ำที่บำบัดแล้ว พลังงานถูกจุลินทรีย์ใช้ในการดำรงชีวิต สรุปลแล้วมลสารส่วนใหญ่ ได้แก่ สารอินทรีย์ต่าง ๆ ในน้ำเสียจะถูกเปลี่ยนมาเป็นจุลินทรีย์ที่หนักกว่าน้ำ ซึ่งสามารถแยกออกได้ด้วยวิธีการตกตะกอนในส่วนตกตะกอน น้ำเสียที่ถูกจุลินทรีย์นำสารอินทรีย์ต่าง ๆ มาใช้จนหมดแล้วจะเป็นน้ำสะอาดพอที่จะปล่อยทิ้งโดยไม่เกิดการนำเหม็น

3. ส่วนประกอบและรายละเอียดภายใน

ประกอบด้วยส่วนบำบัด 4 ส่วนใหญ่ ๆ ดังนี้

1. ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber)

ทำหน้าที่ในการแยกตะกอนหนักและตะกอนเบา เพื่อให้เกิดการแยกชั้นของน้ำเสียและตะกอน ตะกอนส่วนที่ตกอยู่ในส่วนนี้จะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้อากาศ ก่อนเข้าสู่ส่วนปรับอัตราอากาศต่อไป

2. ส่วนปรับอัตราอากาศ (Equalization chamber)

น้ำที่ผ่านการแยกกากตะกอนมาแล้วจะถูกสูบไปยังส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่งต่อไป

3. ส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง (Contact aeration biofilter chamber)

น้ำเสียจะถูกส่งเข้ามาในส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่งซึ่งมีตะกอนเร่งอยู่เป็นจำนวนมาก ภายในมีสภาวะแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของ จุลินทรีย์แบบใช้ออกซิเจน เช่น มีออกซิเจนที่ละลายน้ำเพียงพอ มีอาหารหรือสารอินทรีย์เพียงพอ อยู่ในอุณหภูมิและพีเอชที่เหมาะสม ฯลฯ ตะกอนจุลินทรีย์จะทำการกำจัด กำจัดมลสารอินทรีย์ในรูปต่าง ๆ ด้วยการย่อยสลายสารอินทรีย์ให้อยู่ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ ส่วนตะกอนจุลินทรีย์ที่เกาะเป็นฟิล์มบางอยู่ที่ตัวกลางจะทำหน้าที่ ช่วยในการบำบัด เช่นเดียวกับตะกอนจุลินทรีย์แขวนลอย ทำให้ระบบมีขี้ตือคือตะกอนจุลินทรีย์จะถูกกักอยู่ในส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่งตลอดเวลาเพื่อทำหน้าที่ บำบัดน้ำเสียแม้ในช่วงอัตราอากาศสูงสุด

4. ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)

น้ำเสียที่บำบัดแล้วจะไหลต่อเข้ามาในส่วนตกตะกอนเพื่อแยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำใส ตะกอนที่แยกตัวอยู่ที่ก้นส่วนตกตะกอนส่วนหนึ่งจะถูกสูบกลับเข้าไป ยังส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง เพื่อเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ในส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่งช่วยในการลดมลสารที่เข้ามาใหม่ ตะกอนจุลินทรีย์อีกส่วนหนึ่งจะเป็นตะกอนส่วนเกิน ที่ต้องนำไปทิ้งจะถูกสูบไปยังส่วนแยกกากตะกอน สำหรับน้ำใสส่วนบนจะเป็นน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วไหลออกจากระบบ

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

กลไกควบคุมและเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ

1 ระบบเติมอากาศ (Aeration)

อาศัยการเติมอากาศจากเครื่องเติมอากาศแบบจุ่ม โดยดูดอากาศจากภายนอกเพื่อพ่นกระจายอากาศลงไปในน้ำ

2 ระบบสูบตะกอนย้อนกลับ (Return sludge)

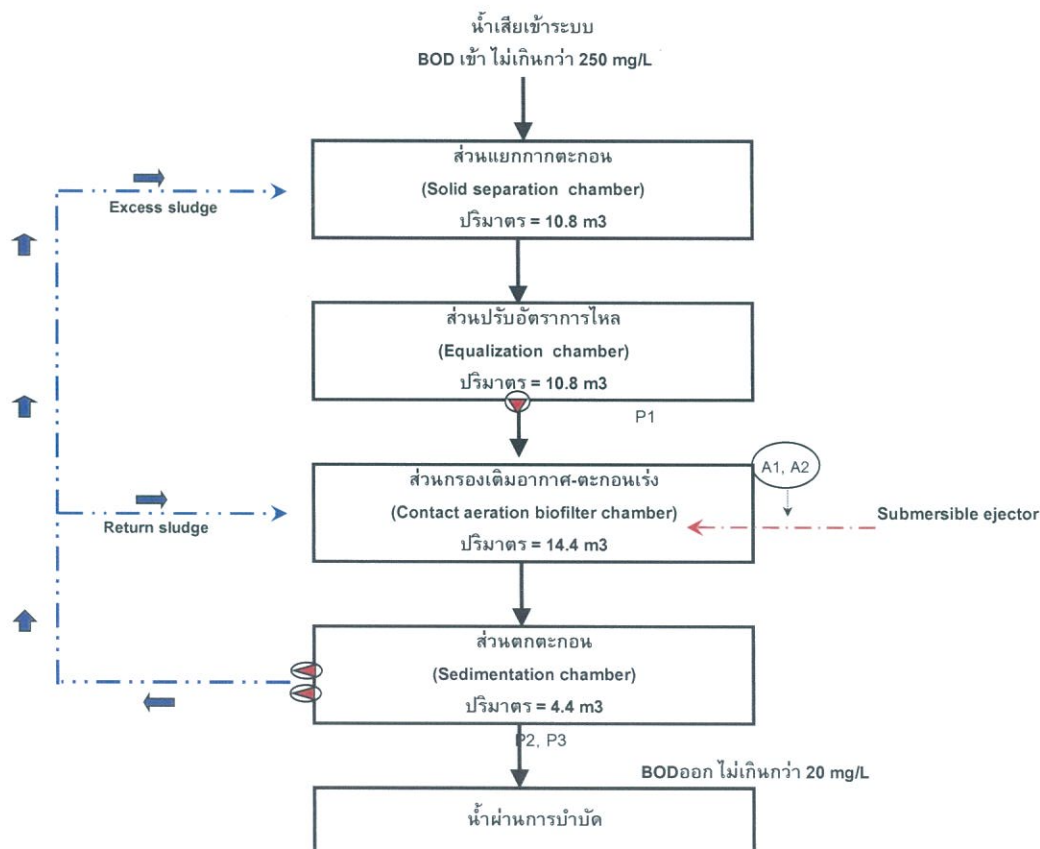
อาศัยเครื่องสูบตะกอนแบบจุ่ม ทำหน้าที่สูบตะกอนหมุนเวียนจากส่วนตกตะกอนไปยังส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง

3 ระบบสูบตะกอนส่วนเกิน (Excess sludge)

อาศัยเครื่องสูบตะกอนแบบจุ่ม ทำหน้าที่สูบตะกอนส่วนเกินจากส่วนตกตะกอนไปยังส่วนแยกกากตะกอน

แผนภูมิการไหล (Process Flow diagram)

ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดแยกกากตะกอนปรับอัตราการไหล-กรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง



กลไกในการควบคุมระบบการทำงาน

- A1, A2 - การเติมอากาศในส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง
- P1 - การสูบน้ำจากส่วนปรับอัตราการไหลไปยังส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง
- P2, P3 - การคืนตะกอนจากส่วนตกตะกอนไปยังส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง
- การกำจัดตะกอนส่วนเกินจากส่วนตกตะกอนไปยังส่วนแยกกากตะกอน

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

รายการวัสดุโครงสร้างและอุปกรณ์

ลำดับ	รายการ	รายละเอียด	จำนวน
1	ถังบำบัดน้ำเสีย		1 set
	- วัสดุโครงสร้างตัวถัง	ไฟเบอร์กลาสเสริมแรง	
	- แผ่นกันภายในถัง	ไฟเบอร์กลาสเสริมแรง, FRP (Fiberglass Reinforced Plastic) เสริมความแข็งแรง	
	- ความหนา	ด้วยลอนพิเศษ	
	- ฝาถัง	ไม่น้อยกว่า 6 mm	
	- สลิงยึดถัง	มีสายสลิง galvanized ยึดถังที่ฐาน คลส.	
	ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber) ส่วนปรับอัตราการไหล (Equalization chamber) และส่วนกรองเดิมอากาศ-ตะกอนเร่ง (Contact aeration biofilter chamber)		
	- รูปทรง	สี่เหลี่ยม	
	- จำนวน	2 tanks	
	- ขาถัง	ขาในตัวยึดติดกับตัวถังทุกระยะไม่น้อยกว่า 2 m	
	- ขนาด		
		- ความกว้าง	1.50 m
		- ความสูง	2.10 m
		- ความยาวรวม	15.00 m
	ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)		
	- รูปทรง	ทรงกรวย	
	- จำนวน	2 tanks	
	- ขนาด		
		- เส้นผ่านศูนย์กลาง	1.500 m
		- ความสูง	1.725 m
	- ปริมาตรบำบัด		
		- ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber)	10.80 m ³
		- ส่วนปรับอัตราการไหล (Equalization chamber)	10.80 m ³
		- ส่วนกรองเดิม	14.40 m ³
		- ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)	4.40 m ³
2	สื่อชีวภาพ		
	- ชนิด	เคลื่อนที่ได้	
	- รูปทรง	เปลือกไข่ / ถังเบียร์ ปลายเปิดทั้ง 2 ข้าง	
	- วัสดุ	โพลีเอทิลีนที่มีความหนาแน่นสูง HDPE	
	- พื้นที่ผิวจำเพาะ	110	m ² /m ³
	- ปริมาตรบรรจุ	6.0	m ³
3	เครื่องสูบน้ำ		1 set
	- ชนิด	Submersible pump, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
	- อัตราการสูบ	0.1	m ³ /min-set
	- แรงดัน	8.5	m
	- มอเตอร์	0.4	kW
	ควบคุมโดยลูกลอย 2 ระดับ		

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

4	เครื่องเติมอากาศ - ชนิด - อัตราการถ่ายเทออกซิเจน - อัตราการจ่ายอากาศ - แรงดัน - มอเตอร์	Submersible ejector, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt 0.42-0.52 kg O2/hr-set 11 m3/hr-set 3 m 0.75 kW ควบคุมโดย Timer	2 sets
5	เครื่องสูบลูกบอล - ชนิด - อัตราการสูบ - แรงดัน - มอเตอร์	Submersible pump, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt 0.1 m3/min-set 8.5 m 0.4 kW ควบคุมโดย Timer	2 sets
6	ท่อและข้อต่อภายในถัง - ท่อเข้า - ออก - ท่อส่งผ่านน้ำเสียภายในถัง - ท่อระบายอากาศภายในถัง - ท่อจ่ายอากาศภายในถัง - ข้อต่ออ่อนระบายน้ำ	โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) Class 8.5 โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) Class 8.5 โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) Class 8.5 โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) Class 13.5 ชนิด Reinforce Natural Rubber พร้อมแคลมป์ รัด เสดนเลส	
7	ตู้ควบคุมไฟฟ้า - ชนิด	ตู้ควบคุมกันฝนมีฝาเปิดปิด (Outdoor type) ติดตั้งภายนอกอาคาร	1 set

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

รายการคำนวณ

ข้อมูลในการออกแบบ

อัตราการไหล	≤	41.0	m ³ / day
อัตราการไหลโดยเฉลี่ย	=	1.71	m ³ / hr
ค่า BOD เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียรวม	≤	250	mg/L
ค่า BOD ออกจากระบบบำบัดน้ำเสียรวม	≤	20	mg/L
ประสิทธิภาพในการลดค่า BOD	≥	92.0	%

1 ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber)

ส่วนแยกกากตะกอนทำหน้าที่แยกของแข็งออกจากของเหลว และเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์หรือสิ่งสกปรกในระดับหนึ่ง ทำหน้าที่เก็บกักของแข็งหรือกากตะกอน กากตะกอนส่วนหนึ่งซึ่งเป็นสารอินทรีย์จะถูกย่อยสลาย

อัตราการไหล	≤	41.0	m ³ / day
เลือกใช้ ค่า HRT	=	0.25	day
ปริมาตรที่ต้องการ	=	10.25	m ³
ปริมาตรจริง	=	10.80	m ³
ประสิทธิภาพในการบำบัดสำหรับส่วนนี้	≥	20	%
ค่า BOD ที่ผ่านการบำบัด	≤	200	mg/L

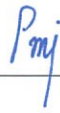
2 ส่วนปรับอัตราการไหล (Equalization chamber)

น้ำที่ผ่านการแยกกากตะกอนแล้วจะถูกพักไว้ส่วนปรับอัตราการไหล แล้วจะถูกสูบไปยังส่วนกรองเดิมอากาศ-ตะกอนเร่งด้วยเครื่องสูบน้ำ

อัตราการไหล	≤	41.0	m ³ / day
เลือกใช้ ค่า HRT	=	0.25	day
ปริมาตรที่ต้องการ	=	10.25	m ³
ปริมาตรจริง	=	10.80	m ³

รายละเอียดของเครื่องสูบน้ำ :-

ชนิด	:	Submersible pump, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	=	1	set
อัตราการสูบ	=	0.1	m ³ /min-set
แรงดัน	=	8.5	m
มอเตอร์	=	0.4	kW
ควบคุมโดยลูกลอย 2 ระดับ			

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

3 ส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง (Contact aeration biofilter chamber)

อัตราการไหล	≤	41.0	m ³ /day
อัตราส่วนอาหาร/จุลินทรีย์	อยู่ในช่วง	0.1-0.3	mg BOD/mg MLVSS-day
อายุสลัดจ์	=	10	days
BOD ₅ /BOD _L	=	0.65	(Metcalf & Eddy, 1991 p 72)
MLSS	=	3,000	mg/L
MLVSS/MLSS	=	0.80	
X _u (MLSS in sedimentation chamber)	=	10,000	mg/L
HRT	อยู่ในช่วง	4-8	hr
ความต้องการออกซิเจน	=	1.10	kg O ₂ /kg BOD _{remove}
Q _r /Q	อยู่ในช่วง	0.25 - 1.0	
ประสิทธิภาพในการกำจัด BOD	อยู่ในช่วง	85 - 95 %	
Y	=	0.50	mg VSS/mg BOD
kd	=	0.05	day ⁻¹
อัตราภาระอินทรีย์ (OLR)	อยู่ในช่วง	0.3-0.6	kg BOD ₅ /m ³ -day
Oxygen Dissolution Coefficient	=	0.85	
ค่า BOD เข้าสู่ระบบ	≤	200	mg/L
ค่า BOD ใช้ออกจากระบบ	≤	20	mg/L
BOD ที่ถูกกำจัด	=	200 - 180	mg/L
คิดเป็นปริมาณ BOD ที่ถูกกำจัด	=	180 x 41 / 1,000	
	=	7.38	kg BOD / day
ปริมาตรความจุส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่งที่ต้องการ	=	$\frac{Y Q \theta_c (S_0 - S)}{(1 + kd \theta_c) X}$	
	=	$0.5 \times 41 \times 10 \times (200 - 20) / [(1 + 0.05 \times 10) \times 3000 \times 0.8]$	
	=	10.25	m ³
ปริมาตรความจุส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่งจริง	=	14.40	m ³
คำนวณอัตราการหมุนเวียน Sludge	=	$Q \times MLSS / (X_u - MLSS)$	
	=	$41 \times 3000 / (10000 - 3000)$	
	=	17.57	m ³ /day

Design criteria : BOD loading Range for Submerged Biofilter

Reference - Shigehisa Iwai & Takane Kitao, 1994 (p - 120)

Organic loading (Fine medium)	=	0.10	-	5.00	kg BOD/m ³ -day
เลือกใช้ค่า	=		1.50		kg BOD/m ³ -day
ปริมาตรของตัวกลางที่ต้องการ	=	7.38	/	1.50	
	=		4.92		m ³
พื้นที่ผิวที่ต้องการ	=	4.92	x	110	
	=		541		m ²
รายละเอียดของตัวกลางพลาสติก :-					
ชนิดของตัวกลาง	:	เคลื่อนที่ได้			
รูปทรง	:	เปลือกไข่ / ถังเบียร์ ปลายเปิดทั้ง 2 ข้าง			
วัสดุ	:	โพลีเอทิลีนที่มีความหนาแน่นสูง HDPE			
พื้นที่ผิวจำเพาะ	:	110			m ² /m ³
อัตราส่วนช่องว่าง	:	97			%
ปริมาตรความจุในส่วนกรองเดิมอากาศ-ตะกอนแข็ง	=	14.40			m ³
ปริมาตรจริงสำหรับตัวกลาง	=	6.0			m ³
พื้นที่ผิวของตัวกลางที่เลือกใช้จริง	=	660			m ²
	>	541			m ²

Design criteria : The Treatment Efficiency of Aerobic Packed Bed for Cafeteria Wastewater.

Reference - Bunjarat Jolanun, Master Field civil Engineering, 1994

ภาวะบรรจุทางชลศาสตร์	=	0.10			m ³ /m ² -day
ตรวจสอบ :					
(1) ภาวะบรรจุทางชลศาสตร์	=	อัตราการไหล(Q) / พื้นที่ผิวของตัวกลาง (surface area of media)			
	=	41.0	/	660	
	=	0.0621			m ³ /m ² -day
	<	0.1000			m ³ /m ² -day
(2) ระยะเวลาเก็บกัก	=	14.40	/	41.0	
	=	0.35			day
	=	8.40			hr
อยู่ในช่วง		4-8			hr
(3) อัตราส่วน F / M	=	BOD inf / (HRT x MLVSS)			
	=	200 / (0.35 x 3000 x 0.8)			
	=	0.24			mg BOD/mg MLVSS-day
อยู่ในช่วง		0.1-0.3			mg BOD/mg MLVSS-day
(4) ตรวจสอบ OLR	=	BOD Loading Rate /V			
	=	41 x 200 / (14.4 x 1000)			
	=	0.57			kg BOD/m ³ -day
อยู่ในช่วง		0.3-0.6			kg BOD/m ³ -day

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

(5) หาปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ			
Px	=	Yobs Q(So-S)/1000	
Yobs	=	0.5 / (1 + 0.05 x 10)	
	=	0.33	
Px	=	0.33 x 41 x (200 - 20) / 1000	
	=	2.46	kg VSS / day
ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ	=	Q(So-S)/((BOD ₅ /BOD _L)x1000)-1.42Px	
	=	1 x (200 - 20) / (0.65 x 1000) - (1.42 x 2.46)	
	=	7.86	kg O ₂ /day (Exclude Sludge)
	=	0.33	kg O ₂ /hr
ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการตามทฤษฎี	=	1.1 x 41 x 200 / 1000	kg O ₂ /day
	=	9.02	kg O ₂ /day
	=	0.38	kg O ₂ /hr
ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ	=	0.38	kg O ₂ /hr
ตรวจสอบอัตราการจ่ายออกซิเจนที่สภาวะใช้งาน			
(Reference - ประกาศกรมควบคุมมลพิษเรื่อง เกณฑ์การออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย และระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน, 2553.)			
ปริมาณอากาศที่สภาวะใช้งานจริง, OTRf	=	OTRs / [((β Cs(T,A) - C _L) / 9.08) x 1.024 ^(T-20) x α]	
อุณหภูมิ, T	=	30	celcius
α (0.7-0.9 สำหรับน้ำเสียชุมชน)	=	0.9	
β	=	0.9	
C _{s(T,A)} (use 7.559 at 30 celcius)	=	7.559	mg/L
ค่า DO concentration ในส่วนเติมอากาศ, C _L	=	2	mg/L
(Reference - Metcalf & Eddy. (2014). Wastewater Engineering Treatment and Resource recovery. 5 ed. Page 1021)			
(ค่ากำหนด 2 - 3 mg/L)			
ปริมาณอากาศที่สภาวะมาตรฐาน, OTRs	=	ออกซิเจนที่ต้องการ/ (Exh.อากาศxnn.ออกซิเจนในอากาศ)	
ประมาณการว่าอากาศประกอบด้วย	=	23.2	% O ₂
น้ำหนักของอากาศ	=	1.205	kg/m ³
% SOTR ของอุปกรณ์	=	15.28	%
% SOTR ที่ใช้จริง	=	15.28	%
ปริมาณอากาศที่สภาวะมาตรฐาน, OTRs	=	0.38 / (0.232 x 1.205 x 0.1528)	
	=	8.9	m ³ /hr
ปริมาณอากาศที่สภาวะใช้งานจริง, OTRf	=	8.9 / (((0.9 x 7.559 - 2) / 9.08) x (1.024 ⁽³⁰⁻²⁰⁾) x 0.9)	
	=	14.75	m ³ /hr
	=	0.25	m ³ /min
ปริมาณออกซิเจนที่สภาวะใช้งานจริง	=	0.63	kg O ₂ /hr
(6) ตรวจสอบพลังงานในการกวนผสม			
พลังงานสำหรับการกวนผสม	อยู่ในช่วง	15-25	HP/1000 m ³
	กำหนด	20	HP/1000 m ³
พลังงานสำหรับการกวนผสมที่ต้องการ	=	20 x 14.4 / 1000	
	=	0.29	HP
	=	0.22	kW

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

รายละเอียดของเครื่องเติมอากาศ :-

ชนิด	:	Submersible ejector, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	=	2	sets
อัตราการถ่ายเทออกซิเจน	=	0.42-0.52	kg O ₂ /hr-set
อัตราการจ่ายอากาศ	=	11	m ³ /hr-set
แรงดัน	=	3	m
มอเตอร์	=	0.75	kW
ควบคุมโดย Timer			

(7) การคำนวณความหนาของจุลชีพที่เกาะบนเม็ดเดีย

Food to microorganism ratio; F/M ratio	=	0.24	mg BOD /mg MLVSS-day
Mixed-Liquor Suspended Solid; MLSS	=	3,000	mg/L
Total Mass for biomass in system; TMb	=	MLSS x Vaeration tank / 1000	
	=	43.20	kg MLSS
Specific weight for biomass	=	1.02	
Density for biomass; Db	=	1,020	kg/m ³
Volume for biomass in aeration chamber ; Vb	=	TMb / Db	
	=	0.042	m ³
Media surface in aeration chamber; Sm	=	660	m ²
Sludge thickness on media	=	Vb / Sm	
	=	6.41711E-05	m
	=	64.17	μm
ตรวจสอบความหนาของจุลชีพบนเม็ดเดีย	<	70.00	μm

(8) ปริมาณ Sludge ที่ต้องสูบทิ้ง

=	2.46	kg VSS/day
=	3.08	kg SS/day

(9) อัตราการสูบ Sludge ทิ้ง (สูบจากส่วนตกตะกอน)

=	$V \times (X_u \theta_c)$	
=	$14.4 \times 3000 \times 0.8 / (10000 \times 0.8 \times 10)$	
=	0.43	m ³ /day

(9) ปริมาตรส่วนเก็บ Sludge (ส่วนแยกกากตะกอน)

ระยะเวลาที่เก็บตะกอน

=	40	% ของปริมาตรส่วนแยกกากตะกอน
=	10	days

(10) ตรวจสอบ Qr/Q

=	17.57 / 41	
=	0.43	
อยู่ในช่วง	0.25 - 1.0	

4 ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)

น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วไหลเข้ามายังส่วนตกตะกอน เพื่อแยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำใส ตะกอนจุลินทรีย์จะตกลงก้นถัง บางส่วนจะถูกสูบกลับไปยังส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง และตะกอนส่วนเกินจะถูกสูบไปยังส่วนแยกกากตะกอนโดยเครื่องสูบตะกอน ส่วนน้ำใสจะไหลออกจากระบบ

อัตราการไหลเฉลี่ย	≤	41.0		m ³ /day
เลือกใช้ค่า surface overflow rate	=	24	(16 - 33)	m ³ /m ² -day
พื้นที่ผิวที่ต้องการ	=	41.0	/	24
	=	1.71		m ²
พื้นที่ผิวจริงของส่วนตกตะกอน	=	3.54		m ²
ปริมาตรจริง	=	4.40		m ³
ระยะเวลาเก็บกักจริง	=	2.58		hr
อยู่ในช่วง		2-4		hr

รายละเอียดของเครื่องสูบตะกอน :-

ชนิด	:	Submersible pump, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	=	2	sets
อัตราการสูบ	=	0.1	m ³ /min-set
แรงดัน	=	8.5	m
มอเตอร์	=	0.4	kW
ควบคุมโดย Timer			

5 สรุป (Summary)

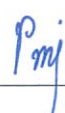
ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber) ส่วนปรับอัตราการไหล (Equalization chamber) และส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง (Contact aeration biofilter chamber)

รูปทรง	:	สี่เหลี่ยม	
เส้นผ่านศูนย์กลาง	=	1.50	m
ความสูง	=	2.10	m
ความยาวรวม	=	15.00	m
จำนวนถัง	=	2	tanks
ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)			
รูปทรง	:	ทรงกรวย	
เส้นผ่านศูนย์กลาง	=	1.500	m
ความสูง	=	1.725	m
จำนวนถัง	=	2	tanks

ส่วนบำบัด	ปริมาตร		ระยะเวลาเก็บกัก	
	m ³	day	hr	
ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber)	10.80	0.26	6.32	
ส่วนปรับอัตราการไหล (Equalization chamber)	10.80	0.26	6.32	
ส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง (Contact aeration biofilter chamber)	14.40	0.35	8.43	
ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)	4.40	0.11	2.58	
ปริมาตรบำบัดรวม	40.40			

เอกสารอ้างอิง

สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. (2540). คำกำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 1, เรือนแก้วการพิมพ์ : กรุงเทพฯ.

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

EQUIPMENT SPECIFICATION

EQUIPMENT	TYPE	QUANTITY	CONTENT	LOCATION	REMARK
SP4-01	Sewage Submersible Pump Non-clog type with guide rail	1 set	0.1 m ³ / min (Total head 8.5 m.) 0.40 kw. , 380 / 3 / 50 , 3000 rpm.	Equalization tank	with floatless level switch and manual , control panel ,wiring and accessories
EJ4-01, 02	Submersible Ejector with guide rail	2 set	0.42 - 0.52 kgO ₂ / hr. (at 3000mmaq.) 0.75 kw. , 380 / 3 / 50 , 1500 rpm.	Aeration tank	with timer and manual , control panel , wiring and accessories
SP4-02, 03	Sewage Submersible Pump Non-clog type with guide rail	2 set	0.1 m ³ / min (Total head 8.5 m.) 0.40 kw. , 380 / 3 / 50 , 3000 rpm.	Sedimentation tank	with timer and manual , control panel , wiring and accessories

วิศวกรผู้รับรอง



(ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส. 44

กำลังไฟฟ้าที่ใช้ต่อวัน

อุปกรณ์	รุ่น	จำนวน เครื่อง	จำนวนที่ใช้ เครื่อง	ขนาดมอเตอร์ กิโลวัตต์	จำนวนชั่วโมง ทำงานต่อวัน	จำนวนกิโลวัตต์-ชั่วโมง ต่อวัน	ขนาดกระแสไฟ (แอมป์) ต่อเครื่อง	ขนาดกระแสไฟ ทั้งหมด (แอมป์)
เครื่องสูบน้ำ (ปรับสภาพ)	SP4-01	1	1	0.4	12	4.8	1.2	1.2
เครื่องเติมอากาศ (เติมอากาศ)	EJ4-01, 02	2	2	0.75	14	21.0	2	4
เครื่องสูบน้ำ (ตกตะกอน)	SP4-02, 03	2	2	0.4	8	6.4	1.2	2.4
						32.2		7.6

ค่าไฟฟ้าต่อวัน (บาท)

ราคารายวันต่อหน่วย 3.0 บาท

96.60

วิศวกรผู้รับรอง



(ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส. 44

รายการคำนวณถังบำบัดน้ำเสีย

สำเร็จรูป ห้องพักขยะ 2 ขนาด $0.05 \text{ m}^3/\text{day}$

$BOD_{in} 800 \text{ mg/l}$ $BOD_{out} 20 \text{ mg/l}$

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

รายละเอียดระบบบำบัดน้ำเสีย ห้องพักขยะ 2

1. กระบวนการบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับชุมชนแยกภาคตะกอน-ปรับอัตราการใช้-กรองเดิมอากาศ-ตะกอนเร่ง โดยอาศัยจุลินทรีย์ประเภทใช้อากาศ ในการย่อยสลายสารอินทรีย์และเปลี่ยนรูปของมลสารต่างๆที่อยู่ในน้ำเสียให้มีค่าความสกปรกน้อยลง ดังสำเร็ฐรูปทำด้วยไฟเบอร์กลาส (Fiberglass Reinforced Plastic, FRP) ป้องกันการกัดกร่อนของกรด-ด่าง ได้เป็นอย่างดี

2. หลักการทำงาน

กระบวนการกรองเดิมอากาศ-ตะกอนเร่ง เป็นกระบวนการที่อาศัยจุลินทรีย์ที่แขวนลอยและจุลินทรีย์ที่เกาะเป็นฟิล์มบางอยู่ที่ตัวกลาง และเจริญเติบโตอยู่ในน้ำย่อยสลาย มลสารอินทรีย์ในน้ำเพื่อใช้เป็นอาหารและเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานในการดำรงชีพ และสารอินทรีย์ที่สามารถแยกออกจากน้ำได้ต่อไป กระบวนการดังกล่าวเป็นปฏิกิริยาชีวเคมี ซึ่งสามารถอธิบายเป็นสมการได้ดังนี้



มลสาร (Pollutant) ที่อยู่ในน้ำเสียจะถูกจุลินทรีย์ใช้เป็นอาหารและเจริญเติบโตขยายพันธุ์ต่อไป ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะลอยขึ้นไปในอากาศ ส่วนน้ำจะผสมออกไปกับน้ำ ที่บำบัดแล้ว พลังงานถูกจุลินทรีย์ใช้ในการดำเนินชีวิตสลับแล้วมลสารส่วนใหญ่ ได้แก่ สารอินทรีย์ต่างๆในน้ำเสียจะถูกเปลี่ยนมาเป็นจุลินทรีย์ที่หนักกว่าน้ำซึ่งสามารถแยกออก ได้ด้วยการตกตะกอนในส่วนตกตะกอน น้ำเสียที่ถูกจุลินทรีย์นำสารอินทรีย์ต่างๆ มาใช้จนหมดแล้วจะเป็นน้ำสะอาดพอที่จะปล่อยทิ้งโดยไม่เกิดการเน่าเหม็น

3. ส่วนประกอบและรายละเอียดภายใน

ประกอบด้วยส่วนบำบัด 4 ส่วนใหญ่ ๆ ดังนี้

1. ส่วนแยกภาคตะกอน (Solid separation chamber)

ส่วนนี้เป็นขั้นตอนแรกของระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งทำหน้าที่ในการแยกตะกอนหนักและตะกอนเบา เพื่อให้เกิดการแยกชั้นของน้ำเสียและตะกอน ตะกอนส่วนที่ ตกอยู่ในส่วนนี้จะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้อากาศก่อนเข้าสู่ปรับอัตราการใช้ต่อไป

2. ส่วนปรับอัตราการใช้ (Equalization chamber)

น้ำที่ผ่านการแยกภาคตะกอนแล้วจะถูกพักไว้ส่วนปรับอัตราการใช้ แล้วจะถูกสูบไปยังส่วนกรองเดิมอากาศ-ตะกอนเร่ง ด้วยเครื่องสูบน้ำ

3. ส่วนกรองเดิมอากาศ-ตะกอนเร่ง (Contact aeration biofilter chamber)

น้ำเสียจะถูกส่งเข้ามาในส่วนกรองเดิมอากาศ-ตะกอนเร่งซึ่งมีตะกอนเร่งอยู่เป็นจำนวนมาก ภายในมีสภาวะแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของ จุลินทรีย์แบบใช้ออกซิเจน เช่น มีออกซิเจนที่ละลายน้ำเพียงพอ มีอาหารหรือสารอินทรีย์เพียงพอ อยู่ในอุณหภูมิและพีเอชที่เหมาะสม ฯลฯ ตะกอนจุลินทรีย์จะทำการกำจัดกักตุนมลสารอินทรีย์ในรูปต่างๆ ด้วยการย่อยสลายสารอินทรีย์ให้อยู่ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ ส่วนตะกอนจุลินทรีย์ที่ เกาะเป็นฟิล์มบางอยู่ที่ตัวกลางจะทำหน้าที่ ช่วยในการบำบัดเช่นเดียวกับตะกอนจุลินทรีย์แขวนลอย ทำให้ระบบมีข้อดีคือตะกอนจุลินทรีย์จะถูกกักอยู่ในส่วนกรอง เดิมอากาศ-ตะกอนเร่งตลอดเวลาเพื่อทำหน้าที่ บำบัดน้ำเสียแม้ในช่วงอัตราการใช้สูงสุด

4. ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)

น้ำเสียที่บำบัดแล้วจะไหลต่อเข้ามาในส่วนตกตะกอนเพื่อแยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำใส ตะกอนที่แยกตัวอยู่ที่ก้นส่วนตกตะกอนส่วนหนึ่งจะถูกสูบกลับเข้าไป ยังส่วนกรองเดิมอากาศ-ตะกอนเร่ง เพื่อเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ในส่วนกรองเดิมอากาศ-ตะกอนเร่งช่วยในการลดมลสารที่เข้ามาใหม่ ตะกอนจุลินทรีย์อีกส่วน หนึ่งจะเป็นตะกอนส่วนเกิน ที่จะต้องนำไปทิ้งจะถูกสูบไปยังส่วนแยกภาคตะกอน สำหรับน้ำใสส่วนบนจะเป็นน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วไหลออกจากระบบ

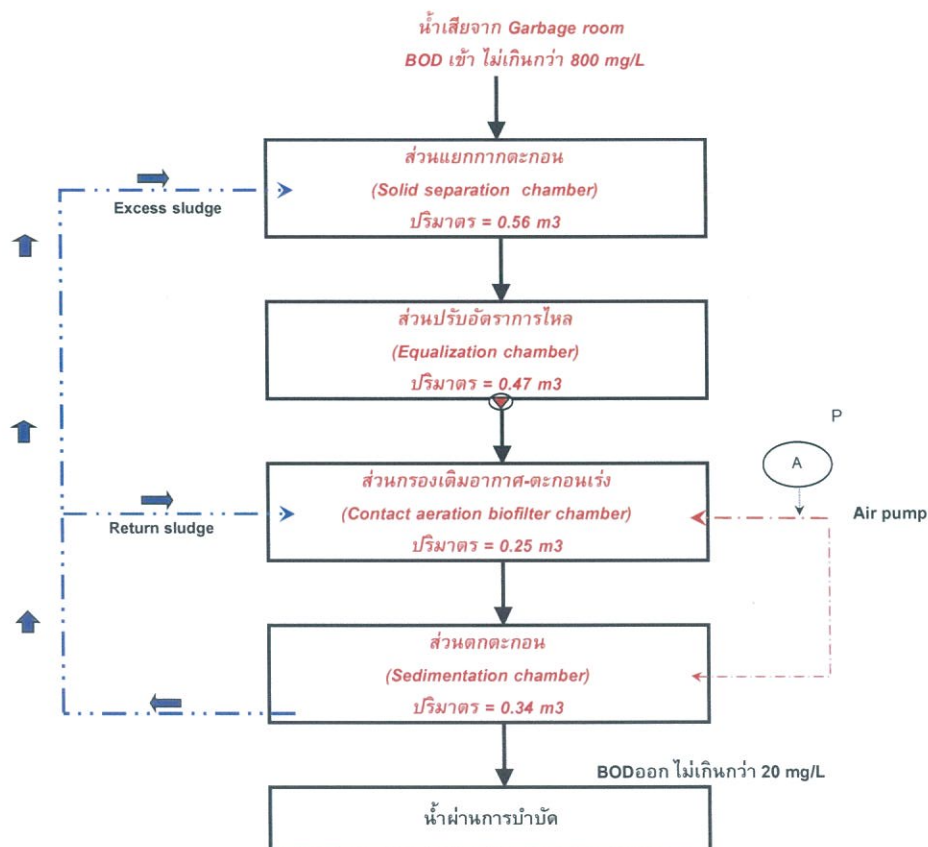
วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

กลไกควบคุมและเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ

- ระบบเติมอากาศ (Aeration)**
อาศัยการเติมอากาศจากเครื่องเติมอากาศแบบตั้งพื้น โดยดูดอากาศจากภายนอกเพื่อพ่นกระจายอากาศลงไปในน้ำ
- ระบบสูบตะกอนย้อนกลับ (Return sludge)**
อาศัยระบบ airlift pump ทำหน้าที่สูบตะกอนหมุนเวียนจากส่วนตกตะกอนไปยังส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง
- ระบบสูบตะกอนส่วนเกิน (Excess sludge)**
อาศัยระบบ airlift pump ทำหน้าที่สูบตะกอนส่วนเกินจากส่วนตกตะกอนไปยังส่วนแยกกากตะกอน

แผนภูมิการไหล (Process Flow diagram)

ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดแยกกากตะกอนปรับอัตราการไหล-กรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง



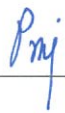
กลไกในการควบคุมระบบการทำงาน

- A - การเติมอากาศในส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง
- การคืนตะกอนจากส่วนตกตะกอนไปยังส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง
- การกำจัดตะกอนส่วนเกินจากส่วนตกตะกอนไปยังส่วนแยกกากตะกอน
- P - การสูบน้ำจากส่วนปรับอัตราการไหลไปยังส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

รายการวัสดุโครงสร้างและอุปกรณ์

ลำดับ	รายการ	รายละเอียด	จำนวน
1	ถังบำบัดน้ำเสีย - วัสดุโครงสร้างตัวถัง - แผ่นกั้นภายในถัง - ความหนา - รูปทรง - จำนวน - ฝาถัง - ขาดัง - สลิงยึดถัง - ขนาด - ปริมาตรบำบัด	ไฟเบอร์กลาสเสริมแรง ชนิดพื้นผิวแนวเฉียง ไฟเบอร์กลาสเสริมแรง, FRP (Fiberglass Reinforced Plastic) เสริมความแข็งแรง ด้วยลอนพิเศษ ไม่น้อยกว่า 6 mm ทรงกระบอกแนวนอน 1 tank - วัสดุ พลาสติก เอบีเอส กรณีติดตั้งใต้สวน เหล็กหล่อ (Cast iron) กรณีติดตั้งใต้ถนน (Option) ขาในตัวยึดติดกับตัวถังทุกระยะไม่น้อยกว่า 2 m มีสายสลิง galvanized ยึดถังที่ฐาน คสล. - เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.000 m - ความสูง 1.225 m - ความยาวรวม 2.800 m - ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber) 0.56 m ³ - ส่วนปรับอัตราการไหล (Equalization chamber) 0.47 m ³ - ส่วนกรองเติม 0.25 m ³ - ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber) 0.34 m ³	1 set
2	ลิ้นชักภาพ - ชนิด - รูปทรง - วัสดุ - พื้นที่ผิวจำเพาะ - ปริมาตรบรรจุ	เคลื่อนที่ได้ เปิดออกไข / ถังเบียร์ ปลายเปิดทั้ง 2 ข้าง โพลีเอทรีลีนที่มีความหนาแน่นสูง HDPE 110 m ² /m ³ 0.1 m ³	
3	เครื่องเติมอากาศ - ชนิด - อัตราการถ่ายเทออกซิเจน - แรงดัน - มอเตอร์	ไดอะแฟรม (Diaphragm) / พิสตัน (Piston), 50Hz., 1 Phase, 220 Volt 68 L/min-set 0.15 kg/cm ² 61 Watt	1 set
4	เครื่องสูบน้ำ - ชนิด - อัตราการสูบ - แรงดัน - มอเตอร์	Submersible pump, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt 0.1 m ³ /min-set 8.5 m 0.4 kW ควบคุมโดยลูกลอย 2 ระดับ	1 set
5	ท่อและข้อต่อภายในถัง - ท่อเข้า - ออก - ท่อส่งผ่านน้ำเสียภายในถัง - ท่อระบายอากาศภายในถัง - ท่อจ่ายอากาศภายในถัง - ข้อต่ออ่อนระบายน้ำ	โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) Class 8.5 โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) Class 8.5 โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) Class 8.5 โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) Class 13.5 ชนิด Reinforce Natural Rubber พร้อมแคลมป์ รัด สเตนเลส	
6	ตู้ควบคุมไฟฟ้า - ชนิด	ตู้ควบคุมกันฝนมีฝาเปิดปิด (Outdoor type) ติดตั้งภายนอกอาคาร	1 set

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

รายการคำนวณ

ข้อมูลในการออกแบบ

อัตราการไหลน้ำเสียจากอาคารพักขยะ 2	≤	0.05	m ³ /day
ประเมินค่า BOD จากอาคารพักขยะ 2	≤	800	mg/L
ค่า BOD ออกจากระบบบำบัดน้ำเสีย	≤	20	mg/L
ประสิทธิภาพในการลดค่า BOD	≥	97.5	%

1 ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber)

ส่วนแยกกากตะกอนทำหน้าที่แยกของแข็งออกจากของเหลว และเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์หรือสิ่งสกปรกในระดับหนึ่ง ทำหน้าที่เก็บกักของแข็งหรือกากตะกอน กากตะกอนส่วนหนึ่งซึ่งเป็นสารอินทรีย์จะถูกย่อยสลาย

อัตราการไหล	≤	0.05	m ³ /day
เลือกใช้ ค่า HRT 240 hr	=	10.00	day
ปริมาตรที่ต้องการ	=	0.50	m ³
ปริมาตรจริง	=	0.56	m ³
ประสิทธิภาพในการบำบัดสำหรับส่วนนี้	≥	20	%
ค่า BOD ที่ผ่านการบำบัด	≤	640	mg/L

2 ส่วนปรับอัตราการไหล (Equalization chamber)

น้ำที่ผ่านการแยกกากตะกอนแล้วจะถูกพักไว้ส่วนปรับอัตราการไหล แล้วจะถูกสูบไปยังส่วนกรองเดิมอากาศ-ตะกอนแรงด้วยเครื่องสูบน้ำ

อัตราการไหล	=	0.05	m ³ /day
เลือกใช้ ค่า HRT 24 hr	=	1.00	day
ปริมาตรที่ต้องการ	=	0.05	m ³
ปริมาตรส่วนปรับอัตราการไหลจริง	=	0.47	m ³

รายละเอียดของเครื่องสูบน้ำ :-

ชนิด	:	Submersible pump, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	=	1	set
อัตราการสูบ	=	0.1	m ³ /min-set
แรงดัน	=	8.5	m
มอเตอร์	=	0.4	kW
ควบคุมโดยกลอย 2 ระดับ			

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

3 ส่วนกรองเดิมอากาศ-ตะกอนแรง (Contact aeration biofilter chamber)

อัตราการไหล	≤	0.05	m^3/day
อัตราส่วนอาหาร/จุลินทรีย์	อยู่ในช่วง	0.05-0.15	$mg\ BOD/mg\ MLVSS-day$
อายุสลัดจ์	=	25	days
BOD_5/BOD_L	=	0.65	(Metcalf & Eddy, 1991 p 72)
MLSS	=	3,000	mg/L
MLVSS/MLSS	=	0.80	
X_u (MLSS in sedimentation chamber)	=	6,000	mg/L
HRT	=	4-8	hr
ความต้องการออกซิเจน	=	1.40	$kg\ O_2/kg\ BOD_{remove}$
Q_r/Q	อยู่ในช่วง	1.0-1.5	
ประสิทธิภาพในการกำจัด BOD	อยู่ในช่วง	75 - 95 %	
Y	=	0.50	$mg\ VSS/mg\ BOD$
k_d	=	0.05	day^{-1}
อัตราการอินทรีย์ (OLR)	อยู่ในช่วง	0.1-0.4	$kg\ BOD_5/m^3-day$
Oxygen Dissolution Coefficient	=	0.85	
ค่า BOD เข้าสู่ระบบ	≤	640	mg/L
ค่า BOD เข้าออกจากระบบ	≤	20	mg/L
BOD ที่ถูกกำจัด	=	640	20
	=	620	mg/L
คิดเป็นปริมาณ BOD ที่ถูกกำจัด	=	$620 \times 0.05 / 1,000$	
	=	0.03	$kg\ BOD/day$
ปริมาตรความจุส่วนกรองเดิมอากาศ-ตะกอนแรงที่ต้องการ	=	$\frac{Y Q \theta_c (S_o - S)}{(1 + k_d \theta_c) X}$	
	=	$0.5 \times 0.05 \times 25 \times (640 - 20) / [(1 + 0.05 \times 25) \times 3000 \times 0.8]$	
	=	0.07	m^3
ปริมาตรความจุส่วนกรองเดิมอากาศ-ตะกอนแรงจริง	=	0.25	m^3
คำนวณอัตราการหมุนเวียน Sludge	=	$Q \times MLSS / (X_u - MLSS)$	
	=	$0.05 \times 3000 / (6000 - 3000)$	
	=	0.05	m^3/day
Design criteria : BOD loading Range for Submerged Biofilter			
Reference - Shigehisa Iwai & Takane Kitao, 1994 (p - 120)			
Organic loading (Fine medium)	=	0.10 - 5.00	$kg\ BOD/m^3-day$
เลือกใช้ค่า	=	1.50	$kg\ BOD/m^3-day$
ปริมาตรของตัวกลางที่ต้องการ	=	0.03 / 1.50	
	=	0.02	m^3
พื้นที่ผิวที่ต้องการ	=	0.02 x 110	
	=	2	m^2

วิศวกรผู้รับรอง Pmj (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

รายละเอียดของตัวกลางพลาสติก :-

ชนิดของตัวกลาง	:	เคลื่อนที่ได้	
รูปทรง	:	เปลือกไข่ / ถังเบียร์ ปลายเปิดทั้ง 2 ข้าง	
วัสดุ	:	โพลีเอทิลีนที่มีความหนาแน่นสูง HDPE	
พื้นที่ผิวจำเพาะ	:	110	
อัตราส่วนช่องว่าง	:	97	m^2/m^3
	:	0.25	%
ปริมาตรความจุในส่วนกรองเดิมอากาศแบบผิวสัมผัส	=	0.1	m^3
ปริมาตรจริงสำหรับตัวกลาง	=	11	m^3
พื้นที่ผิวของตัวกลางที่เลือกใช้จริง	=	2	m^2
	>		m^2

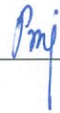
Design criteria : The Treatment Efficiency of Aerobic Packed Bed for Cafeteria Wastewater.

Reference - Bunjarat Jolanun, Master Field civil Engineering, 1994

ภาวะบรรจุทางกลศาสตร์	=	0.10	m^3/m^2 -day
----------------------	---	------	----------------

ตรวจสอบ :

(1) ภาวะบรรจุทางกลศาสตร์	=	อัตราการไหล (Q) / พื้นที่ผิวของตัวกลาง (surface area of media)	
	=	0.05 / 11	
	=	0.0045	m^3/m^2 -day
	<	0.1000	m^3/m^2 -day
(2) ระยะเวลาเก็บกัก	=	0.25 / 0.05	
	=	5.00	day
	=	120	hr
(3) อัตราส่วน F/M	=	$BOD_{inf} / (HRT \times MLVSS)$	
	=	$640 / (5 \times 3000 \times 0.8)$	
	=	0.053	mg BOD/mg MLVSS-day
อยู่ในช่วง	=	0.05-0.15	mg BOD/mg MLVSS-day
(4) ตรวจสอบ OLR	=	$BOD \text{ Loading Rate} / V$	
	=	$0.05 \times 640 / (0.25 \times 1000)$	
	=	0.13	kg BOD/ m^3 -day
อยู่ในช่วง	=	0.1-0.4	kg BOD/ m^3 -day
(5) หาปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ			
Px	=	$Y_{obs} Q(S_o - S_f) / 1000$	
Yobs	=	$0.5 / (1 + 0.05 \times 25)$	
	=	0.22	
Px	=	$0.22 \times 0.05 \times (640 - 20) / 1000$	
	=	0.01	kg VSS / day
ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ	=	$Q(S_o - S_f) / ((BOD_s / BOD_L) \times 1000) - 1.42 Px$	
	=	$1.05 \times (640 - 20) / (0.65 \times 1000) - (1.42 \times 0.01)$	
	=	0.04	kg O ₂ /day (Exclude Sludge)

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการตามทฤษฎี	=	$1.4 \times 0.05 \times 640 / 1000$	kg O ₂ /day
	=	0.04	kg O ₂ /day
	=	0.0019	kg O ₂ /hr
ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ	=	0.0022	kg O ₂ /hr
ประมาณการว่าอากาศประกอบด้วย % oxygen	=	23.2	% oxygen by weight
น้ำหนักของอากาศ	=	1.2015	kg/m ³
ปริมาณอากาศที่ต้องการตามทฤษฎี	=	$0.00219607843137255 / (0.232 \times 1.2015)$	
	=	0.01	m ³ /day
ประสิทธิภาพของหัวจ่ายลม	=	3.5	%
ปริมาณอากาศที่ต้องการ	=	$0.01 / 0.035$	
	=	0.23	m ³ /day
	=	0.0002	m ³ /min
	=	0.2	L/min
ตรวจสอบอัตราการจ่ายออกซิเจนที่สภาวะใช้งาน			
(Reference - ประกาศกรมควบคุมมลพิษเรื่อง เกณฑ์การออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสีย และระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน. 2553.)			
ปริมาณอากาศที่สภาวะใช้งานจริง, OTR _f	=	$OTRs / [(\beta \cdot C_s(T,A) - C_L) / 9.08] \times 1.024^{(T-20)} \times \alpha]$	
อุณหภูมิ, T	=	30	celcius
α (0.7-0.9 สำหรับน้ำเสียชุมชน)	=	0.9	
β	=	0.9	
C _{s(T,A)} (use 7.559 at 30 celcius)	=	7.559	mg/L
ค่า DO concentration ในส่วนเติมอากาศ, C _L	=	2	mg/L
(Reference - Metcalf & Eddy. (2014). Wastewater Engineering Treatment and Resource recovery. 5 ed. Page 1021)			
(ค่ากำหนด 2 - 3 mg/L)			
ปริมาณอากาศที่สภาวะมาตรฐาน, OTR _s	=	ออกซิเจนที่ต้องการ/ (Exh.อากาศหนน.ออกซิเจนในอากาศ)	
ประมาณการว่าอากาศประกอบด้วย	=	23.2	% O ₂
น้ำหนักของอากาศ	=	1.205	kg/m ³
% SOTR ของอุปกรณ์	=	17.28	%
% SOTR ที่ใช้จริง	=	17.28	%
ปริมาณอากาศที่สภาวะมาตรฐาน, OTR _s	=	$0.00219607843137255 / (0.232 \times 1.205 \times 0.1728)$	
	=	0.05	m ³ /hr
ปริมาณอากาศที่สภาวะใช้งานจริง, OTR _f	=	$0.05 / (((0.9 \times 7.559 - 2) / 9.08) \times (1.024^{(30-20)}) \times 0.9)$	
	=	0.08	m ³ /hr
	=	0	m ³ /min
ปริมาณออกซิเจนที่สภาวะใช้งานจริง	=	0.00	kg O ₂ /hr

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

(6) ตรวจสอบพลังงานในการกวนผสม			
พลังงานสำหรับการกวนผสม	อยู่ในช่วง	15-25	HP/1000 m ³
	กำหนด	20	HP/1000 m ³
พลังงานสำหรับการกวนผสมที่ต้องการ	=	20 x 0.25 / 1000	
	=	0.01	HP
	=	0.01	kW

รายละเอียดของเครื่องเติมอากาศ :-

ชนิด	:	ไดอะแฟรม (Diaphragm) / พิสตัน (Piston), 50Hz., 1 Phase, 220 Volt
จำนวน	=	1 set
อัตราการจ่ายอากาศ	=	68 L/min-set
แรงดัน	=	0.15 kg/cm ²
มอเตอร์	=	61 Watt

(7) การคำนวณความหนาของจุลชีพที่เกาะบนมีเดีย

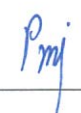
Food to microorganism ratio; F/M ratio	=	0.05	mg BOD /mg MLVSS-day
Mixed-Liquor Suspended Solid; MLSS	=	3,000	mg/L
Total Mass for biomass in system; TMb	=	MLSS x Vaeration tank / 1000	
	=	0.75	kg MLSS
Specific weight for biomass	=	1.02	
Density for biomass; Db	=	1,020	kg/m ³
Volume for biomass in aeration chamber ; Vb	=	TMb / Db	
	=	0.001	m ³
Media surface in aeration chamber; Sm	=	11	m ²
Sludge thickness on media	=	Vb / Sm	
	=	6.68449E-05	m
	=	66.84	μm
ตรวจสอบความหนาของจุลชีพบนมีเดีย	<	70.00	μm

(8) ปริมาณ Sludge ที่ต้องสูบทิ้ง	=	0.01	kg VSS/day
	=	0.01	kg SS/day

(9) อัตราการสูบ Sludge ทิ้ง (สูบจากส่วนตกตะกอน)	=	$VX / (Xu \theta_c)$	
	=	$0.25 \times 3000 \times 0.8 / (6000 \times 0.8 \times 25)$	
	=	0.005	m ³ /day

(9) ปริมาตรส่วนเก็บ Sludge (ส่วนแยกกากตะกอน)	=	40	% ของปริมาตรส่วนแยกกากตะกอน
ระยะเวลาที่เก็บตะกอน	=	45	days

(10) ตรวจสอบ Qn/Q	=	0.05 / 0.05	
	=	1.00	
อยู่ในช่วง		1.0-1.5	

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

4 ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)

น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วไหลเข้ามายังส่วนตกตะกอน เพื่อแยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำใส ตะกอนจุลินทรีย์จะตกลงก้นถัง บางส่วนจะถูกสูบกลับไปยังส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง และตะกอนส่วนเกินจะถูกสูบไปยังส่วนแยกกากตะกอนโดย airlift pump ส่วนน้ำใสจะไหลออกจากระบบ

อัตราการไหลเฉลี่ย	≤	0.05	m^3/day
เลือกใช้ค่า surface overflow rate	=	24	(16 - 33) m^3/m^2-day
พื้นที่ผิวที่ต้องการ	=	0.05	/ 24
	=	0.0021	m^2
พื้นที่ผิวจริงของส่วนตกตะกอน	=	0.50	m^2
ปริมาตรจริง	=	0.34	m^3
ระยะเวลาเก็บกักจริง	=	163	hr

5 สรุป (Summary)

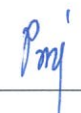
ถังบำบัดน้ำเสีย

รูปทรง	:	ทรงกระบอกแนวนอน
เส้นผ่านศูนย์กลาง	=	1.000 m
ความสูง	=	1.225 m
ความยาวรวม	=	2.800 m
จำนวนถัง	=	1 tank

ส่วนบำบัด	ปริมาตร	ระยะเวลาเก็บกัก	
	m^3	day	hr
ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber)	0.56	11.20	269
ส่วนปรับอัตราการไหล (Equalization chamber)	0.47	9.40	226
ส่วนกรองเติมอากาศ-ตะกอนเร่ง (Contact aeration biofilter chamber)	0.25	5.00	120
ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)	0.34	6.80	163
ปริมาตรบำบัดรวม	1.62	32.40	778

เอกสารอ้างอิง

สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. (2540). คำกำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 1, เรือนแก้วการพิมพ์ : กรุงเทพฯ.

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

EQUIPMENT SPECIFICATION

EQUIPMENT	TYPE	QUANTITY	CONTENT	LOCATION	REMARK
SP5-01	Sewage Submersible Pump Non-clog type with guide rail	1 set	0.1 m ³ / min (Total head 8.5 m.) 0.40 kw. , 380 / 3 / 50 , 3000 rpm.	Equalization tank	with floatless level switch and manual , control panel ,wiring and accessories
AP1-01	Diaphragm	1 set	68 L/min. 0.061 kw. , 220 / 1 / 50	Aeration tank	with timer and manual , control panel , wiring and accessories
SP5-02	Sewage Submersible Pump Non-clog type with guide rail	1 set	0.1 m ³ / min (Total head 8.5 m.) 0.40 kw. , 380 / 3 / 50 , 3000 rpm.	Sedimentation tank	with timer and manual , control panel , wiring and accessories

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

กำลังไฟฟ้าที่ใช้ต่อวัน

อุปกรณ์	รุ่น	จำนวนที่ใช้ (เครื่อง)	จำนวนที่ใช้ (เครื่อง)	ขนาดมอเตอร์ (กิโลวัตต์)	จำนวนชั่วโมง (ทำงานต่อวัน)	จำนวน กิโลวัตต์-ชั่วโมง	ขนาดกระแสไฟ (แอมป์) ต่อเครื่อง	ขนาดกระแสไฟทั้งหมด (แอมป์)
เครื่องสูบน้ำ (ปรับสภาพ)	SP5-01	1	1	0.4	12	4.8	1.2	1.2
เครื่องเติมอากาศ (เติมอากาศ)	AP1-01	1	1	0.061	14	0.9	0.6	0.6
เครื่องสูบน้ำ (ตกตะกอน)	SP5-02	1	1	0.4	8	3.2	1.2	1.2
						8.9		3.0

ค่าไฟฟ้าต่อวัน (บาท)

ราคาฐานแต่ละ 3.0 บาท

26.56

วิศวกรผู้รับรอง (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

รายการคำนวณมีเทน

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

4. รายการคำนวณมีเทน

การคำนวณปริมาณก๊าซมีเทน (CH_4) ที่เกิดจากระบบบำบัดน้ำเสีย และวิธีการกำจัดก๊าซมีเทน (CH_4)

การหาปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดในระบบบำบัดน้ำเสีย

ในปฏิกิริยาออกซิเดชันของมีเทนจะทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และน้ำ (H_2O) ซึ่งในการทำให้เกิดปฏิกิริยาดังกล่าวจะต้องใช้ออกซิเจน 2 โมล ต่อมีเทน 1 โมล

ดังสมการที่ (1)



อนึ่ง แต่ละ 16 กรัมของมีเทน (CH_4) ที่ผลิตขึ้นและหายไปในบรรยากาศจะทำให้ COD ในน้ำเสียลดลง 64 กรัม ที่อุณหภูมิและความดันมาตรฐาน ซึ่งเท่ากับ 0.34 ลบ.ม. ของมีเทน (CH_4) ต่อ 1 กิโลกรัมของ COD ที่ถูกทำให้คงตัว (อ้างอิงจาก : ธีระ เกรอต, 2539. วิศวกรรมน้ำเสีย การบำบัดทางชีวภาพ. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.)

ดังนั้น จะสามารถคำนวณหาปริมาณมีเทนที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

4.1 อาคาร CLUB HOUSE (ถึงบำบัดน้ำเสียหมายเลข 1)

การคำนวณหาปริมาณ COD ที่เกิดขึ้นของระบบ

ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น	=	19.0	ลบ.ม./วัน
BOD ที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย	=	345	มก./ลิตร
ระยะเวลาที่เก็บในถังแยกกากตะกอน	=	6	ชั่วโมง
กำหนดให้ประสิทธิภาพในการกำจัด BOD ภายในถังแยกกาก	=	20%	
อัตราส่วนระหว่าง BOD_5/COD สำหรับน้ำเสียชุมชน	=	0.67	
ดังนั้น COD ที่ต้องกำจัด	=	$((345 \times 20\%) \times 19.0) / 0.67$	
	=	1,957	กก.COD/วัน
	=	1.96	กก.COD/วัน

คำนวณหาปริมาณก๊าซมีเทน (CH_4) ที่เกิดขึ้นของระบบ

ก๊าซมีเทน (CH_4) ต่อ COD ในน้ำเสียที่ลดลง	=	0.34	ลบ.ม. CH_4 /กก COD
ปริมาณก๊าซมีเทน (CH_4) ที่เกิดขึ้น	=	0.34×1.96	
	=	0.67	ลบ.ม./วัน
	=	670	ลิตร./วัน

คำนวณขนาดบ่อดินเพื่อรองรับปริมาณก๊าซมีเทน

อัตราก๊าซมีเทนที่ปล่อยสามารถกำจัดได้	=	2,400	ลิตร/ตร.ม.-วัน
ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้น	=	670	ลิตร./วัน
ต้องใช้พื้นที่ในการกำจัดก๊าซมีเทน	=	0.28	ตร.ม.
โครงการเตรียมพื้นที่	=	0.5	ตร.ม.

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

4.2 ส่วน SERVICE APARTMENT (ถังบำบัดน้ำเสียหมายเลข 2)

การคำนวณหาปริมาณ COD ที่เกิดขึ้นของระบบ

ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น	=	33.5	ลบ.ม./วัน
BOD ที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย	=	325	กก./ลิตร
ระยะเวลาที่เก็บในถังแยกกากตะกอน	=	6	ชั่วโมง
กำหนดให้ประสิทธิภาพในการกำจัด BOD ภายในถังแยกกาก	=	20%	
อัตราส่วนระหว่าง BOD ₅ /COD สำหรับน้ำเสียชุมชน	=	0.67	
ดังนั้น COD ที่ต้องกำจัด	=	$((325 \times 20\%) \times 33.5) / 0.67$	
	=	3,250	กก.COD/วัน
	=	3.25	กก.COD/วัน

คำนวณหาปริมาณก๊าซมีเทน (CH₄) ที่เกิดขึ้นของระบบ

ก๊าซมีเทน (CH ₄) ต่อ COD ในน้ำเสียที่ลดลง	=	0.34	ลบ.ม. CH ₄ /กก COD
ปริมาณก๊าซมีเทน (CH ₄) ที่เกิดขึ้น	=	0.34 x 3.25	ลบ.ม./วัน
	=	1.105	ลบ.ม./วัน
	=	1,105	ลิตร./วัน

คำนวณขนาดบ่อดินเพื่อรองรับปริมาณก๊าซมีเทน

อัตราก๊าซมีเทนที่บ่อบำบัดสามารถกำจัดได้	=	2,400	ลิตร/ตร.ม.-วัน
ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้น	=	1,105	ลิตร./วัน
ต้องใช้พื้นที่ในการกำจัดก๊าซมีเทน	=	0.46	ตร.ม.
โครงการเตรียมพื้นที่	=	0.5	ตร.ม.

วิศวกรผู้รับรอง



(ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

4.3 ส่วน KITCHEN, HOTEL ZONE 1 & ห้องพักขยะ 1 (ถังบำบัดน้ำเสียหมายเลข 3)

การคำนวณหาปริมาณ COD ที่เกิดขึ้นของระบบ

ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น	=	33.0	ลบ.ม./วัน
BOD ที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย	=	385	กก./ลิตร
ระยะเวลาที่เก็บในถังแยกกากตะกอน	=	6	ชั่วโมง
กำหนดให้ประสิทธิภาพในการกำจัด BOD ภายในถังแยกกาก	=	20%	
อัตราส่วนระหว่าง BOD ₅ /COD สำหรับน้ำเสียชุมชน	=	0.67	
ดังนั้น COD ที่ต้องกำจัด	=	$((385 \times 20\%) \times 33.0) / 0.67$	
	=	3,792	กก.COD/วัน
	=	3.79	กก.COD/วัน

คำนวณหาปริมาณก๊าซมีเทน (CH₄) ที่เกิดขึ้นของระบบ

ก๊าซมีเทน (CH ₄) ต่อ COD ในน้ำเสียที่ลดลง	=	0.34	ลบ.ม. CH ₄ /กก COD
ปริมาณก๊าซมีเทน (CH ₄) ที่เกิดขึ้น	=	0.34 x 3.79	ลบ.ม./วัน
	=	1.289	ลบ.ม./วัน
	=	1,289	ลิตร./วัน

คำนวณขนาดบ่อดินเพื่อรองรับปริมาณก๊าซมีเทน

อัตราก๊าซมีเทนที่บ่อบำบัดสามารถกำจัดได้	=	2,400	ลิตร/ตร.ม.-วัน
ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้น	=	1,289	ลิตร./วัน
ต้องใช้พื้นที่ในการกำจัดก๊าซมีเทน	=	0.54	ตร.ม.
โครงการเตรียมพื้นที่	=	1.0	ตร.ม.

วิศวกรผู้รับรอง



(ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

4.4 ส่วน HOTEL ZONE 2 (ถังบำบัดน้ำเสียหมายเลข 4)

การคำนวณหาปริมาณ COD ที่เกิดขึ้นของระบบ

ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น	=	41.0	ลบ.ม./วัน
BOD ที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย	=	250	กก./ลิตร
ระยะเวลาที่เก็บในถังแยกกากตะกอน	=	6	ชั่วโมง
กำหนดให้ประสิทธิภาพในการกำจัด BOD ภายในถังแยกกาก	=	20%	
อัตราส่วนระหว่าง BOD ₅ /COD สำหรับน้ำเสียชุมชน	=	0.67	
ดังนั้น COD ที่ต้องกำจัด	=	$((250 \times 20\%) \times 41.0) / 0.67$	
	=	3,060	กก.COD/วัน
	=	3.06	กก.COD/วัน

คำนวณหาปริมาณก๊าซมีเทน (CH₄) ที่เกิดขึ้นของระบบ

ก๊าซมีเทน (CH ₄) ต่อ COD ในน้ำเสียที่ลดลง	=	0.34	ลบ.ม. CH ₄ /กก COD
ปริมาณก๊าซมีเทน (CH ₄) ที่เกิดขึ้น	=	0.34×3.06	ลบ.ม./วัน
	=	1.04	ลบ.ม./วัน
	=	1,040	ลิตร./วัน

คำนวณขนาดบ่อดินเพื่อรองรับปริมาณก๊าซมีเทน

อัตราก๊าซมีเทนที่บ่อบำบัดสามารถกำจัดได้	=	2,400	ลิตร/ตร.ม.-วัน
ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้น	=	1,040	ลิตร./วัน
ต้องใช้พื้นที่ในการกำจัดก๊าซมีเทน	=	0.43	ตร.ม.
โครงการเตรียมพื้นที่	=	0.5	ตร.ม.

วิศวกรผู้รับรอง



(ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

4.5 ห้องพักขยะ 2 (ถังบำบัดน้ำเสียหมายเลข 5)

การคำนวณหาปริมาณ COD ที่เกิดขึ้นของระบบ

ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น	=	0.05	ลบ.ม./วัน
BOD ที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย	=	800	กก./ลิตร
ระยะเวลาที่เก็บในถังแยกกากตะกอน	=	240	ชั่วโมง
กำหนดให้ประสิทธิภาพในการกำจัด BOD ภายในถังแยกกาก	=	20%	
อัตราส่วนระหว่าง BOD ₅ /COD สำหรับน้ำเสียชุมชน	=	0.67	
ดังนั้น COD ที่ต้องกำจัด	=	$((800 \times 20\%) \times 0.05) / 0.67$	
	=	12	กก.COD/วัน
	=	0.012	กก.COD/วัน

คำนวณหาปริมาณก๊าซมีเทน (CH₄) ที่เกิดขึ้นของระบบ

ก๊าซมีเทน (CH ₄) ต่อ COD ในน้ำเสียที่ลดลง	=	0.34	ลบ.ม. CH ₄ /กก COD
ปริมาณก๊าซมีเทน (CH ₄) ที่เกิดขึ้น	=	0.34×0.012	ลบ.ม./วัน
	=	0.004	ลบ.ม./วัน
	=	4	ลิตร./วัน

คำนวณขนาดบ่อดินเพื่อรองรับปริมาณก๊าซมีเทน

อัตราก๊าซมีเทนที่บ่อยสามารถกำจัดได้	=	2,400	ลิตร/ตร.ม.-วัน
ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้น	=	4	ลิตร./วัน
ต้องใช้พื้นที่ในการกำจัดก๊าซมีเทน	=	0.0017	ตร.ม.
โครงการเตรียมพื้นที่	=	0.25	ตร.ม.

วิศวกรผู้รับรอง  (ไพโรจน์ ไชยมงคล) เลขทะเบียน สส.44

ใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม
ตามพระราชบัญญัติวิศวกร พ.ศ. ๒๕๔๒



ชื่อ-สกุล นายไพโรจน์ ไชยมงคล
เลขประจำตัวประชาชน 5501990021944
ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมสาขา สิ่งแวดล้อม
ระดับ **สามัญวิศวกร** เลขทะเบียน ศส.44
วันอนุญาต 9 มี.ค. 2557 วันสิ้นอายุ 8 มี.ค. 2562
ประเภทสมาชิก สามัญ เลขที่ 125488
วันออกบัตร 25 ก.พ. 2557 บัตรหมดอายุ 8 มี.ค. 2562

ผู้ได้รับใบอนุญาต

ใช้สำหรับประกอบการยื่นขออนุญาตก่อสร้าง
โครงการ วีซี โฮเทล แอนด์ เรสซิเดนซ์ เท่านั้น



098871

Pichai