ภาคผนวก ค
รายการคำนวณต่าง ๆ ของโครงการ

ภาคผนวก ค.1
รายการคำนวณระบบน้ำใช้ น้ำสำรองโครงการ

สรุปรายการคำนวณปริมาณน้ำใช้ และปริมาณน้ำเสีย

รายชื่ออาคาร	จำนวน		ปริมาณการใช้น้ำ		ปริมาณน้ำเสีย		
อาคาร 1							
1.ห้องพัก	96	ห้อง	0	ลบ.เมตร/วัน	0	ลบ.เมตร/วัน	
จำนวนคน	272.00	คน	54.40	ลบ.เมตร/วัน	48.96	ลบ.เมตร/วัน	คิด 90 %ของน้ำดี
2.พนักงาน	4.00	คน	0.30	ลบ.เมตร/วัน	0.27	ลบ.เมตร/วัน	คิด 90 %ของน้ำดี
รวม			54.7	ลบ.เมตร/วัน	49.23	ลบ.เมตร/วัน	
			เลือกขนาดถังบำบัดขนาด		50	ลบ.เมตร/วัน	
อาคาร 2							
1.ห้องพัก	96	ห้อง	0	ลบ.เมตร/วัน	0	ลบ.เมตร/วัน	
จำนวนคน	192.00	คน	38.40	ลบ.เมตร/วัน	34.56	ลบ.เมตร/วัน	คิด 90 %ของน้ำดี
2.พนักงาน	4.00	คน	0.30	ลบ.เมตร/วัน	0.27	ลบ.เมตร/วัน	คิด 90 %ของน้ำดี
รวม			38.7	ลบ.เมตร/วัน	34.83	ลบ.เมตร/วัน	
			เลือกขนาดถังบำบัดขนาด		35	ลบ.เมตร/วัน	
อาคาร 3							
1.ห้องพัก	96	ห้อง	0	ลบ.เมตร/วัน	0	ลบ.เมตร/วัน	
จำนวนคน	192.00	คน	38.40	ลบ.เมตร/วัน	34.56	ลบ.เมตร/วัน	คิด 90 %ของน้ำดี
2.พนักงาน	4.00	คน	0.30	ลบ.เมตร/วัน	0.27	ลบ.เมตร/วัน	คิด 90 %ของน้ำดี
รวม			38.7	ลบ.เมตร/วัน	34.83	ลบ.เมตร/วัน	
			เลือกขนาดถังบำบัดขนาด		35	ลบ.เมตร/วัน	
อาคาร 4							
1.ห้องพัก	96	ห้อง	0	ลบ.เมตร/วัน	0	ลบ.เมตร/วัน	
จำนวนคน	192.00	คน	38.40	ลบ.เมตร/วัน	34.56	ลบ.เมตร/วัน	คิด 90 %ของน้ำดี
2.พนักงาน	4.00	คน	0.30	ลบ.เมตร/วัน	0.27	ลบ.เมตร/วัน	คิด 90 %ของน้ำดี
รวม			38.7	ลบ.เมตร/วัน	34.83	ลบ.เมตร/วัน	
			เลือกขนาดถังบำบัดขนาด		35	ลบ.เมตร/วัน	
อาคาร 5							
1.ห้องพัก	96	ห้อง	0	ลบ.เมตร/วัน	0	ลบ.เมตร/วัน	
จำนวนคน	244.00	คน	48.80	ลบ.เมตร/วัน	43.92	ลบ.เมตร/วัน	คิด 90 %ของน้ำดี
2.พนักงาน	4.00	คน	0.30	ลบ.เมตร/วัน	0.27	ลบ.เมตร/วัน	คิด 90 %ของน้ำดี
3.ห้องพักขยะ	27.00	ตารางเมตร	0.04	ลบ.เมตร/วัน	0.0405	ลบ.เมตร/วัน	คิด 100 %ของน้ำดี
รวม			49.14	ลบ.เมตร/วัน	44.23	ลบ.เมตร/วัน	
			เลือกขนาดถังบำบัดขนาด		45	ลบ.เมตร/วัน	
ปริมาณการใช้น้ำทั้งโครงการ			219.94	**ลบ.เมตร/วัน**			

สร. 454

รายการคำนวณปริมาณน้ำใช้ อาคารที่ 1

1. จำนวนห้องพักในโครงการ

ปริมาณน้ำใช้ 54.70 ลบ.เมตร สำหรับอาคารที่พักอาศัยรวม 96 ห้อง โดยประเมินจากประชากรตามเกณฑ์ การประเมินตามแนวทางการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการที่พักอาศัยบริการชุมชน (สำนักงานนโยบาย และ แผนทรัพยากรธรรมชาติแและสิ่งแวดล้อม , 2560) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ประเภทของอาคาร

อาคาร ที่พักอาศัยรวม สูง 7 ชั้น

2. เกณฑ์การออกแบบ

อัตราการใช้น้ำ สำหรับห้องชุดที่พักอาศัย	=	200.00	ลิตร/คน/วัน	(เกณฑ์จาก สผ.)
อัตราการใช้น้ำ สำหรับพนักงานทำงานในอาคาร	=	75.00	ลิตร/คน/วัน	(เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ ,วิศวกรรมประปา)
อัตราการใช้น้ำ สำหรับรดน้ำพื้นที่สีเขียว	=	1.70	ลิตร/ตร.เมตร/วัน	(เกณฑ์จาก สผ.)
อัตราการใช้น้ำ สำหรับน้ำล้างห้องพักขยะ	=	3.00	ลิตร/ตร.เมตร/วัน	(เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ ,วิศวกรรมประปา)

3. คำนวณปริมาณน้ำใช้ภายในอาคาร

3.1 ส่วนห้องชุดที่พักอาศัย

3.1.1 ปริมาณการใช้น้ำส่วนห้องชุดที่พักอาศัย

จำนวนห้อง

1. ชั้นที่ 1	จำนวนห้อง	12 ห้อง จำนวนคนพัก	=	4	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	48 คน
2. ชั้นที่ 2	จำนวนห้อง	14 ห้อง จำนวนคนพัก	=	4	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	56 คน
3. ชั้นที่ 3	จำนวนห้อง	14 ห้อง จำนวนคนพัก	=	4	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	56 คน
4. ชั้นที่ 4	จำนวนห้อง	14 ห้อง จำนวนคนพัก	=	2	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	28 คน
5. ชั้นที่ 5	จำนวนห้อง	14 ห้อง จำนวนคนพัก	=	2	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	28 คน
6. ชั้นที่ 6	จำนวนห้อง	14 ห้อง จำนวนคนพัก	=	2	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	28 คน
7. ชั้นที่ 7	จำนวนห้อง	14 ห้อง จำนวนคนพัก	=	2	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	28 คน
: ดังนั้น จำนวนห้องชุดที่พักอาศัยของอาคารทั้งหมด							272 คน

(จำนวนคนต่อห้อง : ข้อมูลจาก ทางโรงพยาบาล)

อัตราการใช้น้ำ	=	200.00	ลิตร/คน/วัน		
ดังนั้น ปริมาณการใช้น้ำทั้งในอาคาร	=	54.40	**ลบ.ม./วัน**	(a)	****

3.2 พื้นที่ส่วนกลาง

สำหรับพนักงานทำงานในอาคาร

2. ชั้นที่ 1

จำนวนพนักงานทำงานในอาคาร	=	4.00	คน
อัตราการใช้น้ำ	=	75.00	ลิตร/คน/วัน
ปริมาณการใช้น้ำของพนักงานที่ทำงานในอาคาร	=	**0.30**	ลบ.ม./วัน

ฉ สร.454

ปริมาณการใช้น้ำสำหรับหัวข้อที่ 3.2	=	0.30	**ลบ.ม./ วัน**	(b)	****

5. คำนวณปริมาตรถังเก็บน้ำของอาคาร

ปริมาณถังเก็บน้ำสำหรับ 1 วัน	=	54.70	ลบ.ม.		
รวมปริมาณน้ำสำรองของอาคารที่ต้องการ	=	54.70	**ลบ.ม.**	(a)+(b)	****

ขนาดถังเก็บน้ำดาดฟ้า

ปริมาณน้ำเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (คิดเวลาใช้น้ำ 10 ชม./วัน)	=	5.47	ลบ.ม.	
จำนวนการใช้น้ำสูงสุด 3 เท่าของการใช้น้ำเฉลี่ย	=	16.41	ลบ.ม.	
ปริมาณน้ำสำหรับดับเพลิง	=	6.00	ลบ.ม.	
รวมปริมาณถังเก็บน้ำบนดาดฟ้าของอาคารที่ต้องการ	=	22.41	*ลบ.ม.*	
ขนาดถังเก็บน้ำบนดาดฟ้าของอาคารที่เลือกใช้	=	*18.00*	***ลบ.ม.***	****

(จัดเตรียมถังเก็บน้ำขนาด 3.0 ลบ.เมตร จำนวน 6 ถัง, 4 ถังสำหรับน้ำใช้, 2 ถังสำหรับน้ำดับเพลิง)

ขนาดถังเก็บน้ำใต้ดิน

ปริมาณน้ำสำรองใช้ภายในอาคาร	=	36.70	ลบ.ม.	
ปริมาณน้ำสำหรับดับเพลิง	=	-	ลบ.ม.	
ขนาดถังเก็บน้ำใต้ดินที่ต้องการ	=	*36.70*	*ลบ.ม.*	
ขนาดถังเก็บน้ำใต้ดินที่ใช้	=	*100.00*	***ลบ.ม.***	****

6.) การคำนวณหาขนาดถังเก็บน้ำใต้ดิน

ออกแบบถังเก็บน้ำใต้ดินจำนวน 1 บ่อ ปริมาตร		=	100.00	ลูกบาศก์เมตร
	ความกว้างถัง	=	4.00	เมตร
	ความยาวถัง	=	10.00	เมตร
	ความลึกถัง	=	2.85	เมตร
	ความลึกน้ำ	=	2.50	เมตร
ปริมาณน้ำกักเก็บในถังน้ำใต้ดิน	ลูกบาศก์เมตร	=	100.00	ลูกบาศก์เมตร

สรุป

A) ปริมาณน้ำใช้ที่ทำให้เกิดน้ำเสีย (ไม่รวมน้ำสำหรับรดน้ำต้นไม้)

** ปริมาณน้ำเสียจากห้องน้ำ โดยคิด 90% ของน้ำใช้	=	49.23	ลบ.ม./วัน
เลือกถังบำบัดน้ำเสีย จำนวน 1 ชุด	=	***49.230***	ลบ.ม./วัน

หมายเหตุ

1. ทางโครงการได้จัดเตรียมน้ำสำรองสำหรับดับเพลิงที่ชั้นดาดฟ้าของอาคารขนาด 6.0 ลบ.ม จำนวน 2 ถัง สามารถสำรองการใช้ดับเพลิง
- สำรองการใช้ดับเพลิงโดยใช้สายดับเพลิงขนาด 1 นิ้ว ประเภทที่ 2 @ อัตราการไหลประมาณ 100 ลิตรต่อนาที ได้ 60 นาที
- สำรองการใช้ดับเพลิงโดยใช้สายดับเพลิงขนาด 2.1/2 นิ้ว x 1 ตู้ ประเภทที่ 1 @ อัตราการไหลประมาณ 950 ลิตรต่อนาที ได้ 6.31 นาที
  -ตู้ประเภทที่ 1 สำหรับผู้ใช้อาคารสามารถใช้ในการดับเพลิงขนาดเล็ก
  -ตู้ดับเพลิง ประเภทที่ 2 สำหรับพนักงานดับเพลิงหรือผู้ได้รับการฝึกฝนจะเป็นผู้ใช้สำหรับดับเพลิงขนาดใหญ่

2. ทางโครงการได้จัดเตรียมเครื่องสูบน้ำสำหรับสูบน้ำจากถังพักน้ำชั้น 1 ไปยัง ถังเก็บน้ำชั้น ดาดฟ้า จำนวน 2 ชุด การทำงานจะสลับกันทำงาน ขนาด 60 ลบ.เมตร ต่อชั่วโมง ที่แรงดัน 30 เมตรเฮด ขนาดมอเตอร์ 15.0 hp.

3. ทางโครงการได้จัดเตรียมเครื่องสูบน้ำเพิ่มแรงดันสำหรับจ่ายให้ห้องพัก ชั้น 6-7 จำนวน 1 ชุด ขนาด 30 ลบ.เมตร ต่อชั่วโมง ที่แรงดัน 25 เมตรเฮด ขนาดมอเตอร์ 5 hp.

ธธ.454

รายการคำนวณปริมาณน้ำใช้ อาคารที่ 2

1. จำนวนห้องพักในโครงการ

ปริมาณน้ำใช้ 39.85 ลบ.เมตร สำหรับอาคารที่พักอาศัยรวม 96 ห้อง โดยประเมินจากประชากรตามเกณฑ์ การประเมินตามแนวทางการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการที่พักอาศัยบริการชุมชน (สำนักงานนโยบาย และ แผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม , 2560) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ประเภทของอาคาร

อาคาร ที่พักอาศัยรวม สูง 7 ชั้น

2. เกณฑ์การออกแบบ

อัตราการใช้น้ำ สำหรับห้องชุดที่พักอาศัย	=	200.00	ลิตร/คน/วัน	(เกณฑ์จาก สผ.)
อัตราการใช้น้ำ สำหรับพนักงานทำงานในอาคาร	=	75.00	ลิตร/คน/วัน	(เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ ,วิศวกรรมประปา)
อัตราการใช้น้ำ สำหรับรดน้ำพื้นที่สีเขียว	=	1.70	ลิตร/ตร.เมตร/วัน	(เกณฑ์จาก สผ.)
อัตราการใช้น้ำ สำหรับน้ำล้างห้องพักขยะ	=	3.00	ลิตร/ตร.เมตร/วัน	(เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ ,วิศวกรรมประปา)

3. คำนวณปริมาณน้ำใช้ภายในอาคาร

3.1 ส่วนห้องชุดที่พักอาศัย

3.1.1 ปริมาณการใช้น้ำส่วนห้องชุดที่พักอาศัย

จำนวนห้อง

1. ชั้นที่ 1	จำนวนห้อง	12 ห้อง จำนวนคนพัก	=	2	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	24 คน
2. ชั้นที่ 2	จำนวนห้อง	14 ห้อง จำนวนคนพัก	=	2	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	28 คน
3. ชั้นที่ 3	จำนวนห้อง	14 ห้อง จำนวนคนพัก	=	2	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	28 คน
4. ชั้นที่ 4	จำนวนห้อง	14 ห้อง จำนวนคนพัก	=	2	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	28 คน
5. ชั้นที่ 5	จำนวนห้อง	14 ห้อง จำนวนคนพัก	=	2	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	28 คน
6. ชั้นที่ 6	จำนวนห้อง	14 ห้อง จำนวนคนพัก	=	2	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	28 คน
7. ชั้นที่ 7	จำนวนห้อง	14 ห้อง จำนวนคนพัก	=	2	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	28 คน

: ดังนั้น จำนวนห้องชุดที่พักอาศัยของอาคารทั้งหมด 192 คน

(จำนวนคนต่อห้อง : ข้อมูลจาก ทางโรงพยาบาล)

อัตราการใช้น้ำ	=	200.00	ลิตร/คน/วัน		
ดังนั้น ปริมาณการใช้น้ำทั้งในอาคาร	=	38.40	**ลบ.ม./วัน**	(a)	****

3.2 พื้นที่ส่วนกลาง

สำหรับพนักงานทำงานในอาคาร

2. ชั้นที่ 1

จำนวนพนักงานทำงานในอาคาร	=	4.00	คน
อัตราการใช้น้ำ	=	75.00	ลิตร/คน/วัน
ปริมาณการใช้น้ำของพนักงานที่ทำงานในอาคาร	=	0.30	ลบ.ม./วัน

ปริมาณการใช้น้ำสำหรับหัวข้อที่ 3.2	=	0.30	**ลบ.ม./ วัน**	(b)	****
ดังนั้น ปริมาณการใช้น้ำทั้งในอาคาร	=	38.70	**ลบ.ม./วัน**	(a) + (b)	****

สร.454

5. คำนวณปริมาตรถังเก็บน้ำของอาคาร

ปริมาณถังเก็บน้ำสำหรับ 1 วัน	=	38.70	ลบ.ม.	
รวมปริมาณน้ำสำรองของอาคารที่ต้องการ	=	38.70	**ลบ.ม.**	****

ขนาดถังเก็บน้ำดาดฟ้า

ปริมาณน้ำเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (คิดเวลาใช้น้ำ 10 ชม./วัน)	=	3.87	ลบ.ม.
จำนวนการใช้น้ำสูงสุด 3 เท่าของการใช้น้ำเฉลี่ย	=	11.61	ลบ.ม.
ปริมาณน้ำสำหรับดับเพลิง	=	6.00	ลบ.ม.
รวมปริมาณถังเก็บน้ำบนดาดฟ้าของอาคารที่ต้องการ	=	17.61	*ลบ.ม.*
ขนาดถังเก็บน้ำบนดาดฟ้าของอาคารที่เลือกใช้	=	*18.00*	***ลบ.ม.*** ****

(จัดเตรียมถังเก็บน้ำขนาด 3.0 ลบ.เมตร จำนวน 6 ถัง, 4 ถังสำหรับน้ำใช้, 2 ถังสำหรับน้ำดับเพลิง)

ขนาดถังเก็บน้ำใต้ดิน

ปริมาณน้ำสำรองใช้ภายในอาคาร	=	20.70	ลบ.ม.
ปริมาณน้ำสำหรับดับเพลิง	=	-	ลบ.ม.
ขนาดถังเก็บน้ำใต้ดินที่ต้องการ	=	*20.70*	*ลบ.ม.*
ขนาดถังเก็บน้ำใต้ดินที่ใช้	=	*100.00*	***ลบ.ม.*** ****

6.) การคำนวณหาขนาดถังเก็บน้ำใต้ดิน

ออกแบบถังเก็บน้ำใต้ดินจำนวน 1 บ่อ ปริมาตร	=	100.00	ลูกบาศก์เมตร
ความกว้างถัง	=	4.00	เมตร
ความยาวถัง	=	10.00	เมตร
ความลึกถัง	=	2.85	เมตร
ความลึกน้ำ	=	2.50	เมตร
ปริมาณน้ำกักเก็บในถังน้ำใต้ดิน ลูกบาศก์เมตร	=	100.00	ลูกบาศก์เมตร

สรุป

A) ปริมาณน้ำใช้ที่ทำให้เกิดน้ำเสีย (ไม่รวมน้ำสำหรับรดน้ำต้นไม้)

** ปริมาณน้ำเสียจากห้องน้ำ โดยคิด 90% ของน้ำใช้ = 34.83 ลบ.ม./วัน

หมายเหตุ

1. ทางโครงการได้จัดเตรียมน้ำสำรองสำหรับดับเพลิงที่ชั้นดาดฟ้าของอาคารขนาด 6.0 ลบ.ม จำนวน 2 ถัง สามารถสำรองการใช้ดับเพลิง

- สำรองการใช้ดับเพลิงโดยใช้สายดับเพลิงขนาด 1 นิ้ว ประเภทที่ 2 @ อัตราการไหลประมาณ 100 ลิตรต่อนาที ได้ 60 นาที
- สำรองการใช้ดับเพลิงโดยใช้สายดับเพลิงขนาด 2.1/2 นิ้ว x 1 ตู้ ประเภทที่ 1 @ อัตราการไหลประมาณ 950 ลิตรต่อนาที ได้ 6.31 นาที
  - -ตู้ประเภทที่ 1 สำหรับผู้ใช้อาคารสามารถใช้ในการดับเพลิงขนาดเล็ก
  - -ตู้ดับเพลิง ประเภทที่ 2 สำหรับพนักงานดับเพลิงหรือผู้ได้รับการฝึกฝนจะเป็นผู้ใช้สำหรับดับเพลิงขนาดใหญ่

2. ทางโครงการได้จัดเตรียมเครื่องสูบน้ำสำหรับสูบน้ำจากถังพักน้ำชั้น 1 ไปยัง ถังเก็บน้ำชั้น ดาดฟ้า จำนวน 2 ชุด การทำงานจะสลับกันทำงาน ขนาด 60 ลบ.เมตร ต่อชั่วโมง ที่แรงดัน 30 เมตรเฮด ขนาดมอเตอร์ 15.0 hp.

3. ทางโครงการได้จัดเตรียมเครื่องสูบน้ำเพิ่มแรงดันสำหรับจ่ายให้ห้องพัก ชั้น 6-7 จำนวน 1 ชุด ขนาด 30 ลบ.เมตร ต่อชั่วโมง ที่แรงดัน 25 เมตรเฮด ขนาดมอเตอร์ 5 hp.

ธร. 454

รายการคำนวณปริมาณน้ำใช้ อาคารที่ 3

1. จำนวนห้องพักในโครงการ

ปริมาณน้ำใช้ 38.70 ลบ.เมตร สำหรับอาคารที่พักอาศัยรวม 96 ห้อง โดยประเมินจากประชากรตามเกณฑ์ การประเมินตามแนวทางการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการที่พักอาศัยบริการชุมชน (สำนักงานนโยบาย และ แผนทรัพยากรธรรมชาติแและสิ่งแวดล้อม , 2560) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ประเภทของอาคาร

อาคาร ที่พักอาศัยรวม สูง 7 ชั้น

2. เกณฑ์การออกแบบ

อัตราการใช้น้ำ สำหรับห้องชุดที่พักอาศัย	=	200.00	ลิตร/คน/วัน	(เกณฑ์จาก สผ.)
อัตราการใช้น้ำ สำหรับพนักงานทำงานในอาคาร	=	75.00	ลิตร/คน/วัน	(เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ ,วิศวกรรมประปา)
อัตราการใช้น้ำ สำหรับรดน้ำพื้นที่สีเขียว	=	1.70	ลิตร/ตร.เมตร/วัน	(เกณฑ์จาก สผ.)
อัตราการใช้น้ำ สำหรับน้ำล้างห้องพักขยะ	=	3.00	ลิตร/ตร.เมตร/วัน	(เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ ,วิศวกรรมประปา)

3. คำนวณปริมาณน้ำใช้ภายในอาคาร

3.1 ส่วนห้องชุดที่พักอาศัย

3.1.1 ปริมาณการใช้น้ำส่วนห้องชุดที่พักอาศัย

จำนวนห้อง

1. ชั้นที่ 1	จำนวนห้อง	12 ห้อง จำนวนคนพัก	=	2	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	24 คน
2. ชั้นที่ 2	จำนวนห้อง	14 ห้อง จำนวนคนพัก	=	2	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	28 คน
3. ชั้นที่ 3	จำนวนห้อง	14 ห้อง จำนวนคนพัก	=	2	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	28 คน
4. ชั้นที่ 4	จำนวนห้อง	14 ห้อง จำนวนคนพัก	=	2	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	28 คน
5. ชั้นที่ 5	จำนวนห้อง	14 ห้อง จำนวนคนพัก	=	2	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	28 คน
6. ชั้นที่ 6	จำนวนห้อง	14 ห้อง จำนวนคนพัก	=	2	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	28 คน
7. ชั้นที่ 7	จำนวนห้อง	14 ห้อง จำนวนคนพัก	=	2	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	28 คน
: ดังนั้น จำนวนห้องชุดที่พักอาศัยของอาคารทั้งหมด							192 คน

(จำนวนคนต่อห้อง : ข้อมูลจาก ทางโรงพยาบาล)

อัตราการใช้น้ำ	=	200.00	ลิตร/คน/วัน		
ดังนั้น ปริมาณการใช้น้ำทั้งในอาคาร	=	38.40	**ลบ.ม./วัน**	(a)	****

3.2 พื้นที่ส่วนกลาง

สำหรับพนักงานทำงานในอาคาร

2. ชั้นที่ 1

จำนวนพนักงานทำงานในอาคาร	=	4.00	คน
อัตราการใช้น้ำ	=	75.00	ลิตร/คน/วัน
ปริมาณการใช้น้ำของพนักงานที่ทำงานในอาคาร	=	0.30	ลบ.ม./วัน

ปริมาณการใช้น้ำสำหรับหัวข้อที่ 3.2	=	0.30	**ลบ.ม./ วัน**	(b)	****
ดังนั้น ปริมาณการใช้น้ำทั้งในอาคาร	=	38.70	**ลบ.ม./วัน**	(a) + (b)	

ส.ส. ๔๕๔

5. คำนวณปริมาตรถังเก็บน้ำของอาคาร

ปริมาณถังเก็บน้ำสำหรับ 1 วัน	=	38.70	ลบ.ม.	
รวมปริมาณน้ำสำรองของอาคารที่ต้องการ	=	38.70	**ลบ.ม.**	****

ขนาดถังเก็บน้ำดาดฟ้า

ปริมาณน้ำเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (คิดเวลาใช้น้ำ 10 ชม./วัน)	=	3.87	ลบ.ม.	
จำนวนการใช้น้ำสูงสุด 3 เท่าของการใช้น้ำเฉลี่ย	=	11.61	ลบ.ม.	
ปริมาณน้ำสำหรับดับเพลิง	=	6.00	ลบ.ม.	
รวมปริมาณถังเก็บน้ำบนดาดฟ้าของอาคารที่ต้องการ	=	17.61	*ลบ.ม.*	
ขนาดถังเก็บน้ำบนดาดฟ้าของอาคารที่เลือกใช้	=	*18.00*	***ลบ.ม.***	****

(จัดเตรียมถังเก็บน้ำขนาด 3.0 ลบ.เมตร จำนวน 6 ถัง, 4 ถังสำหรับน้ำใช้, 2 ถังสำหรับน้ำดับเพลิง)

ขนาดถังเก็บน้ำใต้ดิน

ปริมาณน้ำสำรองใช้ภายในอาคาร	=	20.70	ลบ.ม.	
ปริมาณน้ำสำหรับดับเพลิง	=	-	ลบ.ม.	
ขนาดถังเก็บน้ำใต้ดินที่ต้องการ	=	*20.70*	*ลบ.ม.*	
ขนาดถังเก็บน้ำใต้ดินที่ใช้	=	*100.00*	***ลบ.ม.***	****

6.) การคำนวณหาขนาดถังเก็บน้ำใต้ดิน

ออกแบบถังเก็บน้ำใต้ดินจำนวน 1 บ่อ ปริมาตร	=	100.00	ลูกบาศก์เมตร
ความกว้างถัง	=	4.00	เมตร
ความยาวถัง	=	10.00	เมตร
ความลึกถัง	=	2.85	เมตร
ความลึกน้ำ	=	2.50	เมตร
ปริมาณน้ำกักเก็บในถังน้ำใต้ดิน ลูกบาศก์เมตร	=	100.00	ลูกบาศก์เมตร

สรุป

A) ปริมาณน้ำใช้ที่ทำให้เกิดน้ำเสีย (ไม่รวมน้ำสำหรับรดน้ำต้นไม้)

** ปริมาณน้ำเสียจากห้องน้ำ โดยคิด 90% ของน้ำใช้	=	34.83	ลบ.ม./วัน
เลือกถังบำบัดน้ำเสีย จำนวน 1 ชุด	=	***34.830***	ลบ.ม./วัน

หมายเหตุ

1. ทางโครงการได้จัดเตรียมน้ำสำรองสำหรับดับเพลิงที่ชั้นดาดฟ้าของอาคารขนาด 6.0 ลบ.ม จำนวน 2 ถัง สามารถสำรองการใช้ดับเพลิง
- สำรองการใช้ดับเพลิงโดยใช้สายดับเพลิงขนาด 1 นิ้ว ประเภทที่ 2 @ อัตราการไหลประมาณ 100 ลิตรต่อนาที ได้ 60 นาที
- สำรองการใช้ดับเพลิงโดยใช้สายดับเพลิงขนาด 2.1/2 นิ้ว x 1 ตู้ ประเภทที่ 1 @ อัตราการไหลประมาณ 950 ลิตรต่อนาที ได้ 6.31 นาที
  -ตู้ประเภทที่ 1 สำหรับผู้ใช้อาคารสามารถใช้ในการดับเพลิงขนาดเล็ก
  -ตู้ดับเพลิง ประเภทที่ 2 สำหรับพนักงานดับเพลิงหรือผู้ได้รับการฝึกฝนจะเป็นผู้ใช้สำหรับดับเพลิงขนาดใหญ่

2. ทางโครงการได้จัดเตรียมเครื่องสูบน้ำสำหรับสูบน้ำจากถังพักน้ำชั้น 1 ไปยัง ถังเก็บน้ำชั้น ดาดฟ้า จำนวน 2 ชุด การทำงานจะสลับกันทำงาน ขนาด 60 ลบ.เมตร ต่อชั่วโมง ที่แรงดัน 30 เมตรเฮด ขนาดมอเตอร์ 15.0 hp.

3. ทางโครงการได้จัดเตรียมเครื่องสูบน้ำเพิ่มแรงดันสำหรับจ่ายให้ห้องพัก ชั้น 6-7 จำนวน 1 ชุด ขนาด 30 ลบ.เมตร ต่อชั่วโมง ที่แรงดัน 25 เมตรเฮด ขนาดมอเตอร์ 5 hp.

ลส. 454

รายการคำนวณปริมาณน้ำใช้ อาคารที่ 4

1. จำนวนห้องพักในโครงการ

ปริมาณน้ำใช้ 38.70 ลบ.เมตร สำหรับอาคารที่พักอาศัยรวม 96 ห้อง โดยประเมินจากประชากรตามเกณฑ์ การประเมินตามแนวทางการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการที่พักอาศัยบริการชุมชน (สำนักงานนโยบาย และ แผนทรัพยากรธรรมชาติ แและสิ่งแวดล้อม , 2560) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ประเภทของอาคาร

อาคาร ที่พักอาศัยรวม สูง 7 ชั้น

2. เกณฑ์การออกแบบ

อัตราการใช้น้ำ สำหรับห้องชุดที่พักอาศัย	=	200.00	ลิตร/คน/วัน	(เกณฑ์จาก สผ.)
อัตราการใช้น้ำ สำหรับพนักงานทำงานในอาคาร	=	75.00	ลิตร/คน/วัน	(เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ ,วิศวกรรมประปา)
อัตราการใช้น้ำ สำหรับรดน้ำพื้นที่สีเขียว	=	1.70	ลิตร/ตร.เมตร/วัน	(เกณฑ์จาก สผ.)
อัตราการใช้น้ำ สำหรับน้ำล้างห้องพักขยะ	=	3.00	ลิตร/ตร.เมตร/วัน	(เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ ,วิศวกรรมประปา)

3. คำนวณปริมาณน้ำใช้ภายในอาคาร

3.1 ส่วนห้องชุดที่พักอาศัย

3.1.1 ปริมาณการใช้น้ำส่วนห้องชุดที่พักอาศัย

จำนวนห้อง

1. ชั้นที่ 1	จำนวนห้อง	12 ห้อง จำนวนคนพัก	=	2	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	24 คน
2. ชั้นที่ 2	จำนวนห้อง	14 ห้อง จำนวนคนพัก	=	2	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	28 คน
3. ชั้นที่ 3	จำนวนห้อง	14 ห้อง จำนวนคนพัก	=	2	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	28 คน
4. ชั้นที่ 4	จำนวนห้อง	14 ห้อง จำนวนคนพัก	=	2	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	28 คน
5. ชั้นที่ 5	จำนวนห้อง	14 ห้อง จำนวนคนพัก	=	2	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	28 คน
6. ชั้นที่ 6	จำนวนห้อง	14 ห้อง จำนวนคนพัก	=	2	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	28 คน
7. ชั้นที่ 7	จำนวนห้อง	14 ห้อง จำนวนคนพัก	=	2	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	28 คน
: ดังนั้น จำนวนห้องชุดที่พักอาศัยของอาคารทั้งหมด							192 คน

(จำนวนคนต่อห้อง : ข้อมูลจาก ทางโรงพยาบาล)

อัตราการใช้น้ำ	=	200.00	ลิตร/คน/วัน	
ดังนั้น ปริมาณการใช้น้ำทั้งในอาคาร	=	38.40	**ลบ.ม./วัน**	(a) ****

3.2 พื้นที่ส่วนกลาง

สำหรับพนักงานทำงานในอาคาร

2. ชั้นที่ 1

จำนวนพนักงานทำงานในอาคาร	=	4.00	คน
อัตราการใช้น้ำ	=	75.00	ลิตร/คน/วัน
ปริมาณการใช้น้ำของพนักงานที่ทำงานในอาคาร	=	0.30	ลบ.ม./วัน

ปริมาณการใช้น้ำสำหรับหัวข้อที่ 3.2	=	0.30	**ลบ.ม./ วัน**	(b) ****
ดังนั้น ปริมาณการใช้น้ำทั้งในอาคาร	=	38.70	**ลบ.ม./วัน**	(a) + (b)

ลง.454

5. คำนวณปริมาตรถังเก็บน้ำของอาคาร

ปริมาณถังเก็บน้ำสำหรับ 1 วัน	=	38.70	ลบ.ม.	
รวมปริมาณน้ำสำรองของอาคารที่ต้องการ	=	38.70	**ลบ.ม.**	****

ขนาดถังเก็บน้ำดาดฟ้า

ปริมาณน้ำเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (คิดเวลาใช้น้ำ 10 ชม./วัน)	=	3.87	ลบ.ม.
จำนวนการใช้น้ำสูงสุด 3 เท่าของการใช้น้ำเฉลี่ย	=	11.61	ลบ.ม.
ปริมาณน้ำสำหรับดับเพลิง	=	6.00	ลบ.ม.
รวมปริมาณถังเก็บน้ำบนดาดฟ้าของอาคารที่ต้องการ	=	17.61	*ลบ.ม.*
ขนาดถังเก็บน้ำบนดาดฟ้าของอาคารที่เลือกใช้	=	*18.00*	***ลบ.ม.*** ****

(จัดเตรียมถังเก็บน้ำขนาด 3.0 ลบ.เมตร จำนวน 6 ถัง, 4 ถังสำหรับน้ำใช้, 2 ถังสำหรับน้ำดับเพลิง)

ขนาดถังเก็บน้ำใต้ดิน

ปริมาณน้ำสำรองใช้ภายในอาคาร	=	20.70	ลบ.ม.
ปริมาณน้ำสำหรับดับเพลิง	=	-	ลบ.ม.
ขนาดถังเก็บน้ำใต้ดินที่ต้องการ	=	*20.70*	*ลบ.ม.*
ขนาดถังเก็บน้ำใต้ดินที่ใช้	=	*100.00*	***ลบ.ม.*** ****

6.) การคำนวณหาขนาดถังเก็บน้ำใต้ดิน

ออกแบบถังเก็บน้ำใต้ดินจำนวน 1 บ่อ ปริมาตร = 100.00 ลูกบาศก์เมตร

ความกว้างถัง	=	4.00	เมตร
ความยาวถัง	=	10.00	เมตร
ความลึกถัง	=	2.85	เมตร
ความลึกน้ำ	=	2.50	เมตร

ปริมาณน้ำกักเก็บในถังน้ำใต้ดิน ลูกบาศก์เมตร = 100.00 ลูกบาศก์เมตร

สรุป

A) ปริมาณน้ำใช้ที่ทำให้เกิดน้ำเสีย (ไม่รวมน้ำสำหรับรดน้ำต้นไม้)

** ปริมาณน้ำเสียจากห้องน้ำ โดยคิด 90% ของน้ำใช้	=	34.83	ลบ.ม./วัน
เลือกถังบำบัดน้ำเสีย จำนวน 1 ชุด	=	***34.830***	ลบ.ม./วัน

หมายเหตุ

1. ทางโครงการได้จัดเตรียมน้ำสำรองสำหรับดับเพลิงที่ชั้นดาดฟ้าของอาคารขนาด 6.0 ลบ.ม จำนวน 2 ถัง สามารถสำรองการใช้ดับเพลิง

- สำรองการใช้ดับเพลิงโดยใช้สายดับเพลิงขนาด 1 นิ้ว ประเภทที่ 2 @ อัตราการไหลประมาณ 100 ลิตรต่อนาที ได้ 60 นาที
- สำรองการใช้ดับเพลิงโดยใช้สายดับเพลิงขนาด 2.1/2 นิ้ว x 1 ตู้ ประเภทที่ 1 @ อัตราการไหลประมาณ 950 ลิตรต่อนาที ได้ 6.31 นาที

-ตู้ประเภทที่ 1 สำหรับผู้ใช้อาคารสามารถใช้ในการดับเพลิงขนาดเล็ก

-ตู้ดับเพลิง ประเภทที่ 2 สำหรับพนักงานดับเพลิงหรือผู้ได้รับการฝึกฝนจะเป็นผู้ใช้สำหรับดับเพลิงขนาดใหญ่

2. ทางโครงการได้จัดเตรียมเครื่องสูบน้ำสำหรับสูบน้ำจากถังพักน้ำชั้น 1 ไปยัง ถังเก็บน้ำชั้น ดาดฟ้า จำนวน 2 ชุด การทำงานจะสลับกันทำงาน ขนาด 60 ลบ.เมตร ต่อชั่วโมง ที่แรงดัน 30 เมตรเฮด ขนาดมอเตอร์ 15.0 hp.

3. ทางโครงการได้จัดเตรียมเครื่องสูบน้ำเพิ่มแรงดันสำหรับจ่ายให้ห้องพัก ชั้น 6-7 จำนวน 1 ชุด ขนาด 30 ลบ.เมตร ต่อชั่วโมง ที่แรงดัน 25 เมตรเฮด ขนาดมอเตอร์ 5 hp.

สง. 454

รายการคำนวณปริมาณน้ำใช้ อาคารที่ 5

1. จำนวนห้องพักในโครงการ

ปริมาณน้ำใช้ 49.14 ลบ.เมตร สำหรับอาคารที่พักอาศัยรวม 96 ห้อง โดยประเมินจากประชากรตามเกณฑ์ การประเมินตามแนวทางการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการที่พักอาศัยบริการชุมชน (สำนักงานนโยบาย และ แผนทรัพยากรธรรมชาติ แและสิ่งแวดล้อม , 2560) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ประเภทของอาคาร

อาคาร ที่พักอาศัยรวม สูง 7 ชั้น

2. เกณฑ์การออกแบบ

อัตราการใช้น้ำ สำหรับห้องชุดที่พักอาศัย	=	200.00	ลิตร/คน/วัน	(เกณฑ์จาก สผ.)
อัตราการใช้น้ำ สำหรับพนักงานทำงานในอาคาร	=	75.00	ลิตร/คน/วัน	(เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ ,วิศวกรรมประปา)
อัตราการใช้น้ำ สำหรับรดน้ำพื้นที่สีเขียว	=	1.70	ลิตร/ตร.เมตร/วัน	(เกณฑ์จาก สผ.)
อัตราการใช้น้ำ สำหรับน้ำล้างห้องพักขยะ	=	1.50	ลิตร/ตร.เมตร/วัน	(เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ ,วิศวกรรมประปา)

3. คำนวณปริมาณน้ำใช้ภายในอาคาร

3.1 ส่วนห้องชุดที่พักอาศัย

3.1.1 ปริมาณการใช้น้ำส่วนห้องชุดที่พักอาศัย

จำนวนห้อง

1. ชั้นที่ 1	จำนวนห้อง	12 ห้อง จำนวนคนพัก	=	4	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	48 คน
2. ชั้นที่ 2	จำนวนห้อง	14 ห้อง จำนวนคนพัก	=	4	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	56 คน
3. ชั้นที่ 3	จำนวนห้อง	14 ห้อง จำนวนคนพัก	=	2	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	28 คน
4. ชั้นที่ 4	จำนวนห้อง	14 ห้อง จำนวนคนพัก	=	2	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	28 คน
5. ชั้นที่ 5	จำนวนห้อง	14 ห้อง จำนวนคนพัก	=	2	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	28 คน
6. ชั้นที่ 6	จำนวนห้อง	14 ห้อง จำนวนคนพัก	=	2	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	28 คน
7. ชั้นที่ 7	จำนวนห้อง	14 ห้อง จำนวนคนพัก	=	2	คน/ห้อง	จำนวนคนพัก	28 คน
	: ดังนั้น จำนวนห้องชุดที่พักอาศัยของอาคารทั้งหมด						244 คน

(จำนวนคนต่อห้อง : ข้อมูลจาก ทางโรงพยาบาล)

อัตราการใช้น้ำ	=	200.00	ลิตร/คน/วัน
ดังนั้น ปริมาณการใช้น้ำทั้งในอาคาร	=	48.80	**ลบ.ม./วัน**

3.2 พื้นที่ส่วนกลาง

สำหรับพนักงานทำงานในอาคาร

2. ชั้นที่ 1

จำนวนพนักงานทำงานในอาคาร	=	4.00	คน
อัตราการใช้น้ำ	=	75.00	ลิตร/คน/วัน
ปริมาณการใช้น้ำของพนักงานที่ทำงานในอาคาร	=	0.30	ลบ.ม./วัน

ปริมาณการใช้น้ำสำหรับหัวข้อที่ 3.2	=	0.30	**ลบ.ม./ วัน**	(b)	****

ลร. 454

3.3 ปริมาณการใช้น้ำสำหรับห้องขยะ

น้ำสำหรับน้ำล้างห้องขยะ

พื้นที่ห้องขยะ	=	27.00	ตารางเมตร		
อัตรา การใช้น้ำสำหรับล้างห้องขยะ	=	1.50	ลิตร/ตารางเมตร/วัน		
ปริมาณน้ำสำหรับห้องขยะ	=	0.041	ลบ.ม./ วัน		
ปริมาณการใช้น้ำสำหรับส่วนหัวข้อ 3.3	=	0.041	**ลบ.ม./ วัน**	(c)	****
ดังนั้น ปริมาณการใช้น้ำทั้งในอาคาร	=	49.14	**ลบ.ม./วัน**	(a) + (b) +(c)+ (d)	

3.4 ปริมาณการใช้น้ำสำหรับรดน้ำต้นไม้

ปริมาณน้ำสำหรับรดน้ำต้นไม้

พื้นที่สีเขียว	=	0.00	ตารางเมตร		
อัตรา การใช้น้ำสำหรับรดน้ำต้นไม้	=	1.70	ลิตร/ตารางเมตร/วัน		
ปริมาณน้ำสำหรับรดน้ำต้นไม้	=	-	ลบ.ม./ วัน		
ปริมาณการใช้น้ำสำหรับส่วนหัวข้อ 3.4	=	-	**ลบ.ม./ วัน**	(c)	****
ดังนั้น ปริมาณการใช้น้ำทั้งในอาคาร	=	49.14	**ลบ.ม./วัน**	(a) + (b) +(c)+ (d)	

5. คำนวณปริมาตรถังเก็บน้ำของอาคาร

ปริมาณถังเก็บน้ำสำหรับ 1 วัน	=	49.14	ลบ.ม.	
รวมปริมาณน้ำสำรองของอาคารที่ต้องการ	=	49.14	**ลบ.ม.**	****

ขนาดถังเก็บน้ำดาดฟ้า

ปริมาณน้ำเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (คิดเวลาใช้น้ำ 10 ชม./วัน)	=	4.91	ลบ.ม.	
จำนวนการใช้น้ำสูงสุด 3 เท่าของการใช้น้ำเฉลี่ย	=	14.74	ลบ.ม.	
ปริมาณน้ำสำหรับดับเพลิง	=	6.00	ลบ.ม.	
รวมปริมาณถังเก็บน้ำบนดาดฟ้าของอาคารที่ต้องการ	=	20.74	*ลบ.ม.*	
ขนาดถังเก็บน้ำบนดาดฟ้าของอาคารที่เลือกใช้	=	*18.00*	***ลบ.ม.***	****

(จัดเตรียมถังเก็บน้ำขนาด 3.0 ลบ.เมตร จำนวน 6 ถัง, 4 ถังสำหรับน้ำใช้, 2 ถังสำหรับน้ำดับเพลิง)

ขนาดถังเก็บน้ำใต้ดิน

ปริมาณน้ำสำรองใช้ภายในอาคาร	=	31.14	ลบ.ม.
ปริมาณน้ำสำหรับดับเพลิง	=	-	ลบ.ม.
ขนาดถังเก็บน้ำใต้ดินที่ต้องการ	=	*31.14*	*ลบ.ม.*
ขนาดถังเก็บน้ำใต้ดินที่ใช้	=	*100.00*	***ลบ.ม.***

6.) การคำนวณหาขนาดถังเก็บน้ำใต้ดิน

ออกแบบถังเก็บน้ำใต้ดินจำนวน 1 บ่อ ปริมาตร		=	100.00	ลูกบาศก์เมตร
	ความกว้างถัง	=	4.00	เมตร
	ความยาวถัง	=	10.00	เมตร
	ความลึกถัง	=	2.85	เมตร
	ความลึกน้ำ	=	2.50	เมตร
ปริมาณน้ำกักเก็บในถังน้ำใต้ดิน	ลูกบาศก์เมตร	=	100.00	ลูกบาศก์เมตร

รศ. 454

สรุป

A) ปริมาณน้ำใช้ที่ทำให้เกิดน้ำเสีย (ไม่รวมน้ำสำหรับรดน้ำต้นไม้)

** ปริมาณน้ำเสียจากห้องน้ำ โดยคิด 90% ของน้ำใช้	=	44.19	ลบ.ม./วัน
** ปริมาณน้ำเสียจากห้องพักขยะ โดยคิด 100% ของน้ำใช้	=	***0.04***	ลบ.ม./วัน
เลือกถังบำบัดน้ำเสีย จำนวน 1 ชุด	=	***44.23***	ลบ.ม./วัน

หมายเหตุ

1. ทางโครงการได้จัดเตรียมน้ำสำรองสำหรับดับเพลิงที่ชั้นดาดฟ้าของอาคารขนาด 6.0 ลบ.ม จำนวน 2 ถัง สามารถสำรองการใช้ดับเพลิง

- สำรองการใช้ดับเพลิงโดยใช้สายดับเพลิงขนาด 1 นิ้ว ประเภทที่ 2 @ อัตราการไหลประมาณ 100 ลิตรต่อนาที ได้ 60 นาที
- สำรองการใช้ดับเพลิงโดยใช้สายดับเพลิงขนาด 2.1/2 นิ้ว x 1 ตู้ ประเภทที่ 1 @ อัตราการไหลประมาณ 950 ลิตรต่อนาที ได้ 6.31 นาที

-ตู้ประเภทที่ 1 สำหรับผู้ใช้อาคารสามารถใช้ในการดับเพลิงขนาดเล็ก

-ตู้ดับเพลิง ประเภทที่ 2 สำหรับพนักงานดับเพลิงหรือผู้ได้รับการฝึกฝนจะเป็นผู้ใช้สำหรับดับเพลิงขนาดใหญ่

2. ทางโครงการได้จัดเตรียมเครื่องสูบน้ำสำหรับสูบน้ำจากถังพักน้ำชั้น 1 ไปยัง ถังเก็บน้ำชั้น ดาดฟ้า จำนวน 2 ชุด การทำงานจะสลับกันทำงาน ขนาด 60 ลบ.เมตร ต่อชั่วโมง ที่แรงดัน 30 เมตรเฮด ขนาดมอเตอร์ 15.0 hp.

3. ทางโครงการได้จัดเตรียมเครื่องสูบน้ำเพิ่มแรงดันสำหรับจ่ายให้ห้องพัก ชั้น 6-7 จำนวน 1 ชุด ขนาด 30 ลบ.เมตร ต่อชั่วโมง ที่แรงดัน 25 เมตรเฮด ขนาดมอเตอร์ 5 hp.

ลร.454

[redacted]

ภาคผนวก ค.2
รายการคำนวณระบบบำบัดน้ำเสีย
ระบบบำบัดมีเทน และละอองลอย

Model Selection					
โครงการ โรงพยาบาลราชบุรี อาคารพักเจ้าหน้าที่					
วิศวกร		EP	288-2022	วันที่	18/5/2022
ฝ่ายขายและการตลาด	-	Revise	0	แหล่งน้ำเสีย	อาคารพักอาศัย

1. ข้อมูลออกแบบ

ข้อมูลจากลูกค้า 13/5/2022

1.ออกแบบอ้างอิงข้อมูลโครงการ หอพักเจ้าหน้าที่ รพ.ราชบุรี ราชบุรี สำหรับยื่น EIA

2.อาคาร 1: 50.00 m3/day, กำหนดค่า BODinf 250 mg/L

3.อาคาร 2 ถึง อาคาร 4: 35.00 m3/day, กำหนดค่า BODinf 250 mg/L

4.อาคาร 5: 44.19 m3/day, กำหนดค่า BODinf 250 mg/L และ ห้องขยะ 0.04 m^3/day, กำหนดค่า BODinf 3000 mg/L ออกแบบ ปริมาณน้ำเสีย 45.00 m3/day

2. ประเมินปริมาณน้ำเสีย

WWTP-01

ปริมาณน้ำเสียสำหรับออกแบบ	≤	50.00	m^3/day
กำหนด BOD สำหรับออกแบบ	≤	250	mg/L

WWTP-02 to 04

ปริมาณน้ำเสียสำหรับออกแบบ	≤	35.00	m^3/day
กำหนด BOD สำหรับออกแบบ	≤	250	mg/L

WWTP-05

ปริมาณน้ำเสียห้องน้ำ

ปริมาณน้ำเสียสำหรับออกแบบ	≤	44.19	m^3/day
กำหนด BOD สำหรับออกแบบ	≤	250	mg/L

ปริมาณน้ำเสียห้องขยะ

ปริมาณน้ำเสียสำหรับออกแบบ	≤	0.04	m^3/day
กำหนด BOD สำหรับออกแบบ	≤	3000	mg/L
เลือก ปริมาณน้ำเสียสำหรับออกแบบ	≤	45.00	m^3/day
เลือก BOD สำหรับออกแบบ	≤	252	mg/L

ส.ส.414

Model Selection								
โครงการ โรงพยาบาลราชบุรี อาคารพักเจ้าหน้าที่								
วิศวกร			EP	288-2022		วันที่	18/5/2022	
ฝ่ายขายและการตลาด	-		Revise	0		แหล่งน้ำเสีย	อาคารพักอาศัย	
3. ตารางสรุปเลือกรุ่น								
ตำแหน่ง	รุ่น	รายละเอียด	อัตราการไหล (m^3/day)	BODinf (mg/L)	BODeff (mg/L)	ปริมาตรถัง (m^3 per set)	จำนวน (set)	หมายเหตุ
WWTP-01	EQ-CAB-50-D3.0-EJ	ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดแยกกากตะกอนและกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส	50	250	20	65.17	1	
	SJA-N-4	Submersible ejector (EQ)					1	Capacity 0.17-0.32 kg O_2/hr, Air Flow 7 m^3/hr Head 3.0 m, Motor 0.37 kW, 50Hz., 3Phase, 380 Volt
		Timer					1	1-Duty: Run 5 hr, Stop 1 hr
	SNC-505-0.4T	Submersible pump (EQ)					2	Capacity 0.2 m^3/min, Head 5.5 m, Motor 0.4 kW, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt
		Float switch					2	1-Duty, 1-Standby: Low-Level: Stop Medium-Level: Start (P1 to P2 to P1)
	SJA-N-15	Submersible ejector (AT)					1	Capacity 1.32-1.53 kg O_2/hr, Air Flow 30 m^3/hr Head 3.0 m, Motor 1.50 kW, 50Hz., 3Phase, 380 Volt
		Timer					1	1-Duty: Run 5 hr, Stop 1 hr
	SNC-505-0.4T	Submersible pump (SED)					1	Capacity 0.2 m^3/min, Head 5.5 m, Motor 0.4 kW, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt
		Timer					1	1-Duty: Run 15 min, Stop 30 min
		Control panel					1	

ธส.454

Model Selection								
โครงการ โรงพยาบาลราชบุรี อาคารพักเจ้าหน้าที่								
วิศวกร			EP	288-2022		วันที่		18/5/2022
ฝ่ายขายและการตลาด	-		Revise	0		แหล่งน้ำเสีย		อาคารพักอาศัย
WWTP-02 to 04	EQ-CAB-35-D2.5-EJ	ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดแยกกากตะกอนและกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส	35	250	20	60.22	3	
	SJA-N-4	Submersible ejector (EQ)					3	Capacity 0.17-0.32 kg O_2/hr, Air Flow 7 m^3/hr Head 3.0 m, Motor 0.37 kW, 50Hz., 3Phase, 380 Volt
		Timer					3	1-Duty: Run 5 hr, Stop 1 hr
	SNC-505-0.4T	Submersible pump (EQ)					6	Capacity 0.2 m^3/min, Head 5.5 m, Motor 0.4 kW, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt
		Float switch					6	1-Duty, 1-Standby: Low-Level: Stop Medium-Level: Start (P1 to P2 to P1)
	SJA-N-15	Submersible ejector (AT)					3	Capacity 1.32-1.53 kg O_2/hr, Air Flow 30 m^3/hr Head 3.0 m, Motor 1.50 kW, 50Hz., 3Phase, 380 Volt
		Timer					3	1-Duty: Run 5 hr, Stop 1 hr
	SNC-505-0.4T	Submersible pump (SED)					3	Capacity 0.2 m^3/min, Head 5.5 m, Motor 0.4 kW, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt
		Timer					3	1-Duty: Run 15 min, Stop 30 min
		Control panel					3	

ส.ส. 454

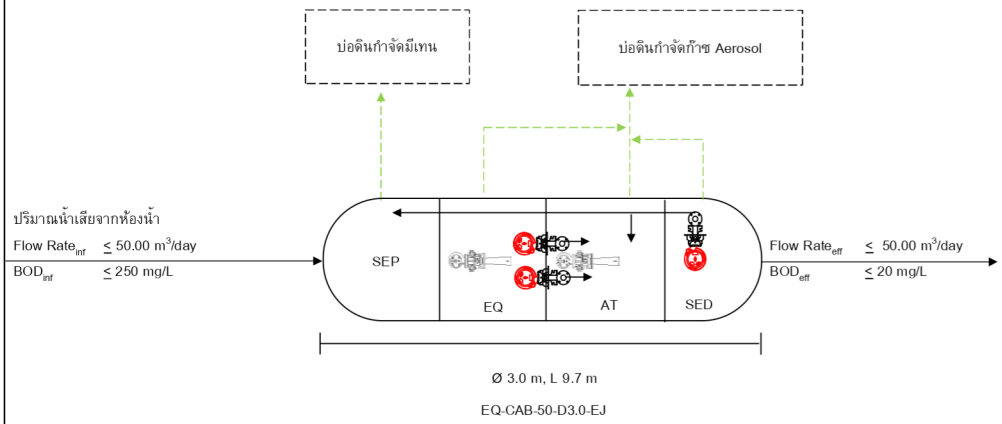
Model Selection								
โครงการ โรงพยาบาลราชบุรี อาคารพักเจ้าหน้าที่								
วิศวกร			EP	288-2022		วันที่		18/5/2022
ฝ่ายขายและการตลาด	-		Revise	0		แหล่งน้ำเสีย		อาคารพักอาศัย
WWTP-05	EQ-CAB-45-D3.0-EJ	ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดแยกกากตะกอนและกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส	45.00	252	20	60.22	1	
	SJA-N-4	Submersible ejector (EQ)					1	Capacity 0.17-0.32 kg O_2/hr, Air Flow 7 m^3/hr Head 3.0 m, Motor 0.37 kW, 50Hz., 3Phase, 380 Volt
		Timer					1	1-Duty: Run 5 hr, Stop 1 hr
	SNC-505-0.4T	Submersible pump (EQ)					2	Capacity 0.2 m^3/min, Head 5.5 m, Motor 0.4 kW, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt
		Float switch					2	1-Duty, 1-Standby: Low-Level: Stop Medium-Level: Start (P1 to P2 to P1)
	SJA-N-15	Submersible ejector (AT)					1	Capacity 1.32-1.53 kg O_2/hr, Air Flow 30 m^3/hr Head 3.0 m, Motor 1.50 kW, 50Hz., 3Phase, 380 Volt
		Timer					1	1-Duty: Run 5 hr, Stop 1 hr
	SNC-505-0.4T	Submersible pump (SED)					1	Capacity 0.2 m^3/min, Head 5.5 m, Motor 0.4 kW, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt
		Timer					1	1-Duty: Run 15 min, Stop 30 min
		Control panel					1	

สร. 454

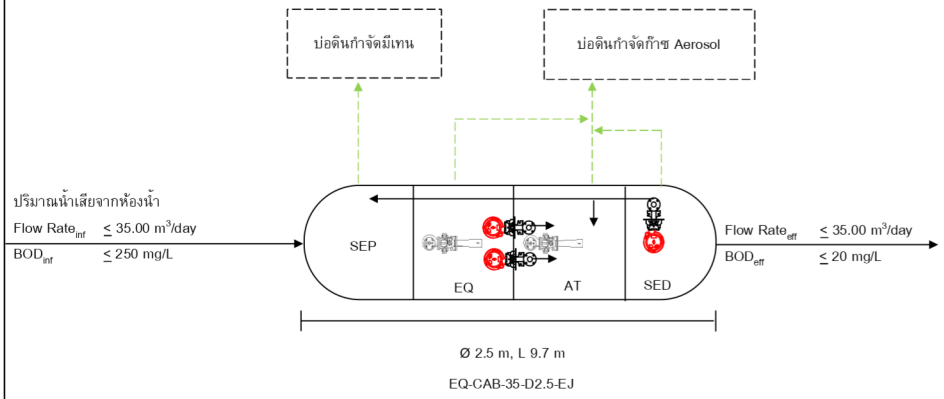
Model Selection					
โครงการ โรงพยาบาลราชบุรี อาคารพักเจ้าหน้าที่					
วิศวกร		EP	288-2022	วันที่	18/5/2022
ฝ่ายขายและการตลาด	-	Revise	0	แหล่งน้ำเสีย	อาคารพักอาศัย

4. แผนผังการเดินระบบ

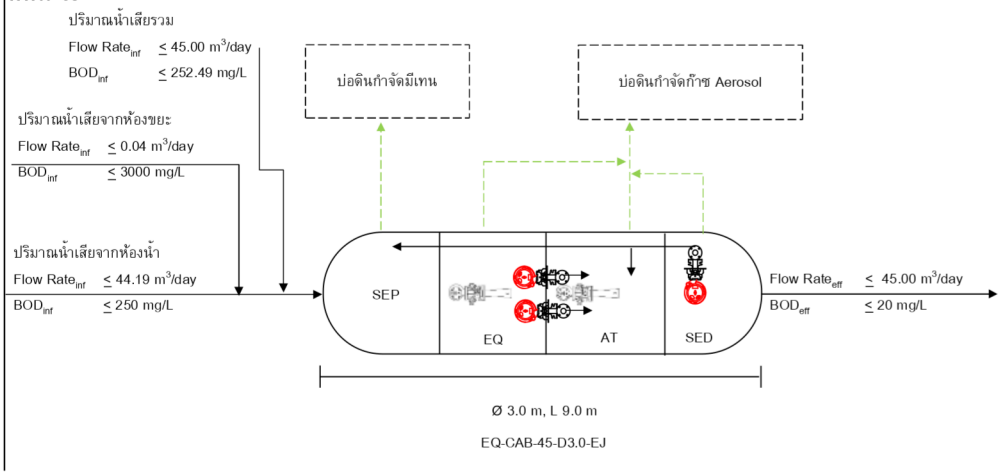
WWTP-01



WWTP-02 to 04



WWTP-05



รส.454

ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดแยกกากตะกอน-ปรับสมดุลและกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส (Contact Aeration Biofilter) model : EQ-CAB-50-D3.0-EJ

1 รายละเอียดโดยทั่วไป

1.1 เป็นระบบบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปแบบชีวภาพชนิด แยกกากตะกอนและ กรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส (Contact Aeration Biofilter, CAB) โดยอาศัยจุลินทรีย์ชนิดใช้อากาศ (Aerobic bacteria) ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งที่ไหลเข้าระบบโดยการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ด้วยสื่อชีวภาพ (Biomedia) ในถังสำเร็จรูปรูปร่างแบบแค๊ปซูลผลิตจากไฟเบอร์กลาส (Fiberglass Reinforce Plastic,FRP) ป้องกันการกัดกร่อนของกรด-ด่าง ได้เป็นอย่างดี และสามารถรับน้ำเสียรวมได้ในอัตราไม่เกิน 50 m3/day และภาระบรรทุกบีโอดีได้ไม่เกิน 12.5 kg BOD/day

1.2 ค่า BOD เข้าสู่ระบบมีค่า 250 mg/L และสามารถบำบัดให้มีค่า BOD ออกจากระบบไม่น้อยกว่า 20 mg/L

2 วัสดุและโครงสร้างของระบบบำบัดน้ำเสีย

2.1 ถังบำบัดน้ำเสีย

วัสดุ		:	ไฟเบอร์กลาสเสริมแรง ชนิดพันไขว้แนวเฉียง
รูปทรง		:	กระบอกแนวนอน
จำนวนถัง		:	1 tank
ขนาดถัง			
	- เส้นผ่านศูนย์กลาง	:	3.000 m
	- ความสูง	:	3.250 m
	- ความยาวรวม	:	9.700 m
	- ความหนา	:	ความหนาโดยเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 12 mm
ฝาถัง		:	ผลิตจากวัสดุพลาสติก เอบีเอส (ABS) กรณีติดตั้งถังบำบัดน้ำเสียใต้พื้นที่สีเขียว
		:	ผลิตจากวัสดุเหล็กหล่อ (Cast iron) กรณีติดตั้งถังบำบัดน้ำเสียใต้พื้นที่ที่มีการจราจร
ขาถัง		:	ขาในตัวยึดติดกับตัวถัง
การยึดถัง		:	มีสายสลิงยึดถังกับเหล็กยึดที่ฐาน คสล.

รร. 454

2.2 สื่อชีวภาพ

สำหรับให้จุลินทรีย์ยึดเกาะและป้องกันตะกอนหลุดออกจากระบบ

ชนิด	:	เคลื่อนที่ได้	
รุ่น	:	วงแหวนทรงกระบอก	
วัสดุ	:	โพลี่เอทธีลีน (PE)	
พื้นที่ผิวจำเพาะ	:	105	m^2/m^3
ปริมาตรบรรจุ	:	10.42	m^3

2.3 เครื่องเติมอากาศ

ส่วนปรับสมดุล (Equalizing chamber)

ชนิด	:	Submersible Ejector, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	:	1	set
อัตราการจ่ายอากาศ	:	7	m3/hr
อัตราการถ่ายเทออกซิเจน	:	0.17 - 0.32	kg O2/hr - set
แรงดัน	:	3.0	m
มอเตอร์	:	0.37	kW

Control by Timer

2.4 เครื่องเติมอากาศ

ส่วนกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส (Contact Aeration Biofilter chamber , CAB)

ชนิด	:	Submersible Ejector, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	:	1	set
อัตราการจ่ายอากาศ	:	30	m3/hr
อัตราการถ่ายเทออกซิเจน	:	1.32-1.53	kg O2/hr - set
แรงดัน	:	3.0	m
มอเตอร์	:	1.50	kW

Control by Timer

2.5 เครื่องสูบน้ำ

ส่วนปรับสมดุล (Equalizing chamber)

ชนิด	:	Submersible pump , 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	:	2	sets
อัตราการสูบ	:	0.20	m3/min
แรงดัน	:	5.5	m
มอเตอร์	:	0.40	kW

1-Duty, 1-Standby Control by float switch 2 levels

2.6 เครื่องสูบตะกอน

ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)

ชนิด	:	Submersible pump , 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	:	1	set
อัตราการสูบ	:	0.20	m3/min
แรงดัน	:	5.5	m
มอเตอร์	:	0.40	kW

Control by Timer

2.7 ท่อและข้อต่อ

ทำด้วยโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) Class 13.5 สำหรับท่อรับแรง

ทำด้วยโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) Class 8.5 สำหรับท่อที่ไม่รับแรงดัน

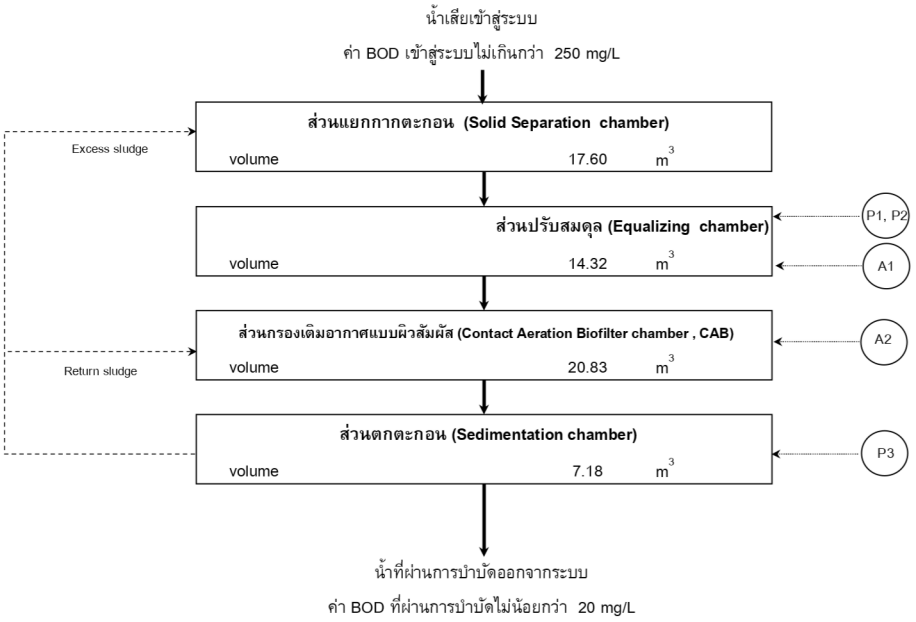
2.8 ตู้ควบคุมไฟฟ้าสำเร็จรูป

ชนิดติดตั้งภายนอกอาคาร จำนวน 1 ชุด

รายการคำนวณ model: EQ-CAB-50-D3.0-EJ

1 ข้อมูลในการออกแบบ

ขบวนการ : ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดแยกกากตะกอน-ปรับสมดุลและกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส (Contact Aeration Biofilter) model : EQ-CAB-50-D3.0-EJ



กลไกในการควบคุมระบบการทำงาน

P1, P2	- ปรับอัตราการไหล ด้วยเครื่องสูบน้ำ
A1	- การเติมอากาศสำหรับกวนผสมในส่วนปรับสมดุล
A2	- การเติมอากาศในส่วนกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส
P3	- การคืนตะกอนจากส่วนตกตะกอนไปยังส่วนกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส
	- การทิ้งตะกอนจากส่วนตกตะกอนไปยังส่วนแยกกากตะกอน

อัตราการไหล	≤	50.00	m^3 / day
อัตราการไหลโดยเฉลี่ย	=	2.08	m^3/hr
ค่า BOD เข้าสู่ระบบ	≤	250	mg/L
ค่า BOD ออกจากระบบ ; ค่าเฉลี่ย	≤	20	mg/L
ประสิทธิภาพในการลดค่า BOD	≥	92.0	%
ค่า SS เข้าสู่ระบบ	≤	300	mg/L
ค่า SS ออกจากระบบ ; ค่าเฉลี่ย	≤	30	mg/L
ประสิทธิภาพในการลดค่า SS	≥	90.0	%

รร. 454

2 ส่วนแยกกากตะกอน (Solid Separation chamber)

ส่วนแยกกากตะกอนนี้เป็นส่วนบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น ทำหน้าที่แยกของแข็งออกจากของเหลว และเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์หรือสิ่งสกปรก ในระดับหนึ่ง กากตะกอนส่วนหนึ่งซึ่งเป็นสารอินทรีย์จะถูกย่อยสลายไป ส่วนที่เหลือจะสะสมอยู่ที่ก้นถัง และมีบางส่วนลอยตัวอยู่บนผิวน้ำ สิ่งสกปรกในน้ำเสียที่ถูกกักอยู่ในส่วนแยกกากตะกอน ซึ่งเป็นสารอินทรีย์จะเกิดการย่อยสลายโดยแบคทีเรียจำพวกไม่ใช้อากาศ

อัตราการไหล		≤	50.00	m^3 / day	
เลือกใช้ ค่า HRT	8 hr	=	0.33	day	
ปริมาตรที่ต้องการ		=	16.67	m^3	
ปริมาตรจริง		=	17.60	m^3	**OK**
ประสิทธิภาพในการบำบัดสำหรับส่วนนี้		≥	20	%	
ค่า BOD ที่ผ่านการบำบัด		≤	200	mg/L	

3 ส่วนปรับสมดุล (Equalizing chamber)

ทำหน้าที่ปรับอัตราการไหลและกวนผสมความเข้มข้นน้ำเสียโดยเครื่องเติมอากาศ ก่อนถูกสูบไปยังส่วนกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัสด้วยเครื่องสูบน้ำ

อัตราการไหล	≤	50.00	m^3/day	
อัตราการไหลโดยเฉลี่ย	=	2.08	m^3/hr	
อัตราการไหลสูงสุด	=	2		
	=	4.17	m^3/hr	
เลือกใช้ ค่า HRT	=	3.0	hr	
ปริมาตรที่ต้องการ	=	12.50	m^3	
ปริมาตรจริง	=	14.32	m^3	**OK**
ความต้องการพลังงานในการผสม	อยู่ในช่วง	15-25	Hp/1000 m^3	
	กำหนด	20	Hp/1000 m^3	
	=	0.29	Hp	
	=	0.21	kW	
เลือกใช้เครื่องเติมอากาศกำลังมอเตอร์	=	0.37	kW	**OK**

รายละเอียดของเครื่องเติมอากาศ :-

ชนิด	:	Submersible Ejector, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	:	1	set
อัตราการจ่ายอากาศ	:	7	m3/hr
อัตราการถ่ายเทออกซิเจน	:	0.17 - 0.32	kg O2/hr - set
แรงดัน	:	3.0	m
มอเตอร์	:	0.37	kW

Control by Timer

รายละเอียดของเครื่องสูบน้ำ :-

ชนิด	:	Submersible pump , 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	:	2	sets
อัตราการสูบ	:	0.20	m3/min
แรงดัน	:	5.5	m
มอเตอร์	:	0.40	kW

1-Duty, 1-Standby Control by float switch 2 levels

ธร.454

4 ส่วนกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส (Contact Aeration Biofilter chamber , CAB)

ส่วนกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัสทำหน้าที่บำบัดน้ำเสียจากส่วนแยกกากตะกอนอีกครั้ง ในส่วนบำบัดส่วนนี้เป็นส่วนบำบัดโดยใช้สื่อชีวภาพเป็นตัวกลางเพื่อให้จุลินทรีย์ชนิดใช้อากาศ (Aerobic Bacteria) ที่ช่วยในการย่อยสลายสารอินทรีย์ยึดเกาะเป็นฟิล์มชีวภาพ

ค่า BOD เข้าสู่ระบบ	≤		200		mg/L	
ค่า BOD ออกจากระบบ ; ค่าเฉลี่ย BOD	≤		20		mg/L	
BOD ที่ถูกกำจัด	=	200	-	20		
	=		180		mg/L	
คิดเป็นปริมาณ BOD ที่ถูกกำจัด	=		180 x 50 / 1000			
	=		9.000		kg BOD / 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	=		*1.275*		*kg BOD/m^3-day*	
ปริมาตรของตัวกลางที่ต้องการ	=	9.000	/	1.275		
	=		7.06		m^3	
พื้นที่ผิวที่ต้องการ	=	7.06	x	105		
	=		741.18		m^2	

รายละเอียดของตัวกลางพลาสติก :-

ชนิดของตัวกลาง	:	เคลื่อนที่ได้	
รูป	:	วงแหวนทรงกระบอก	
วัสดุ	:	โพลี่เอทธีลีน (PE)	
พื้นที่ผิวจำเพาะ	:	105	m^2/m^3
ปริมาตรความจุในส่วนกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส	=	20.83	m^3
ปริมาตรจริงสำหรับตัวกลาง	=	10.42	m^3
พื้นที่ผิวของตัวกลางที่เลือกใช้จริง	=	1,093.6	m^2
	>	741.2	m^2 **OK**

รร.4ฯ

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

reference - Bunjarat Jolanun, Master Field civil Engineering, 1994

ภาระบรรทุกทางชลศาสตร์	=	*0.10*		*m^3/m^2-day*

<u>ตรวจสอบ</u> ;

(1) ภาระบรรทุกทางชลศาสตร์	=	อัตราการไหล / พื้นที่ผิวของตัวกลาง			
	=	50.00	/	1094	
	=	0.0457		m^3/m^2-day	
	<	0.10		m^3/m^2-day	**OK**
(2) ระยะเวลาเก็บกัก, HRT	=	20.83	/	50.00	
	=	0.42		day	
	=	10.0		hr	
(3) อัตราส่วน F / M	=	BOD inf / (HRT x MLVSS)			
	=	200 / (0.42 x 3200)			
	=	0.15		mg BOD/mg MLVSS-day	
	อยู่ในช่วง	0.1 - 0.3		mg BOD/mg MLVSS-day	**OK**

การคำนวณหาออกซิเจนที่ต้องการโดยสูตร Biofilm formular

ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ **O_2 = a' Q Lr + b' P**

a'	=	Oxygen demand for oxidation 1 kg BOD_5 (0.48	=	0.53		kg O_2/ kg BOD
b'	=	Oxygen demand for self oxidation (0.11 - 0.188	=	0.17		kg O_2/ kg MLSS
V	=	ปริมาตรของตัวกลาง	=	10.42		m^3
P'	=	Equivalent biofilm concentration or MLSS	=	4,000		mg/L
P	=	น้ำหนักของฟิล์มจุลินทรีย์ (VP')	=	10.42	x 4,000	
			=	41,680		gm
Lr	=	(Li - Le)	=	200	- 20	
			=	180		mg/L

ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ	=	(0.53 x 50 x 180) + (0.17 x 41680)	
	=	11856	gm O_2 / day
	=	11.856	kg O_2 / day
	=	0.494	kg O_2 / hr
ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ SF	กำหนด	2	
	=	0.99	kg O_2 / hr

รายละเอียดของเครื่องเติมอากาศ :-

ชนิด	:	Submersible Ejector, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt		
จำนวน	:	1	set	**OK**
อัตราการถ่ายเทออกซิเจน	:	1.32-1.53	kg O2/hr - set	
แรงดัน	:	3.0	m	
มอเตอร์	:	1.50	kW	

Control by Timer

รส. 454

5 ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)

น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วไหลเข้ามายังส่วนตกตะกอน เพื่อแยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำใส ตะกอนจุลินทรีย์จะตกลงก้นถังและจะถูกสูบกลับไปยังส่วนเก็บตะกอน และตะกอนบางส่วนถูกสูบกลับไปยังส่วนเติมอากาศโดยเครื่องสูบตะกอน ส่วนน้ำใสจะไหลออกจากระบบ

อัตราการไหลโดยเฉลี่ย	=		2.08		m^3/hr	
เลือกใช้ค่า surface overflow rate	=		1.00		m^3/m^2-hr	
พื้นที่ผิวที่ต้องการ	=	2.08	/	1.00		
	=		2.08		m^2	
พื้นที่ผิวจริงของส่วนตกตะกอน	=		2.24		m^2	**OK**
ปริมาตรจริง	=		7.18		m^3	
ระยะเวลาเก็บกักจริง	=		3.4		hr	

รายละเอียดของเครื่องสูบตะกอน :-

ชนิด	:	Submersible pump , 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	:	1	set
อัตราการสูบ	:	0.2	m3/min
แรงดัน	:	5.5	m
มอเตอร์	:	0.40	kW

Control by Timer

ธร.454

Sludge production

Design criteria : WEIGHT OF SLUDGE PRODUCTION

reference - Wastewater Treatment By Biological Contact Oxidation Process

Yu Ganshen & Zhejiang ,Press of Science & Technology, 1983 (p - 86)

BOD loading (kg BOD / m^3 day)	Sludge weight (kg sludge / kg BOD-removed)
1.0	0.18
1.5	0.31
2.0	0.35
2.5	0.42

BOD loading	=	200 x 50 / 1000		
	=	10.0		kg BOD/ day
Volumetric loading	=	10.0 / 20.83		
	=	0.48		kg BOD /m^3 day
น้ำหนักตะกอน	=	0.18		(kg sludge / kg BOD-removed)
คิดเป็นปริมาณ BOD ที่ถูกกำจัด	=	9.00		kg BOD / day
น้ำหนักตะกอนแห้ง	=	0.18 x 9.00		
	=	1.620		kg sludge / day
ความหนาแน่นของน้ำ	=	1,000		kg / m^3
ค่าความถ่วงจำเพาะของตะกอน	=	1.005		
% ความเข้มข้นของตะกอน	=	0.0180		
คำนวณปริมาณตะกอนที่ถูกกำจัด	=	Ws / (D S Ps)		
	=	1.62 / (1000 * 1.005 * 0.018)		
	=	0.090		m^3/day
สมมุติประสิทธิภาพการดักจับของแข็ง	=	60		%
สมมุติสลัดจ์ข้น	=	4.5		%
น้ำหนักจำเพาะ	=	1.03		
ปริมาณตะกอนส่วนเกิน	=	0.05		kg/day
ปริมาณตะกอนส่วนเกินที่ต้องกำจัดจริง	=	0.001		m^3/day
	=	0.035		m^3/month
คำนวณปริมาตรตะกอนสะสมของสิ่งปฏิกูล				
อัตราการเกิดตะกอนในถัง	=	0.04		m^3/person - year
ปริมาณน้ำเสียรวม	=	50.00		m^3/day
สมมุติอัตราการเกิดน้ำเสีย	=	160		L/person -day
สมมุติว่าเกิดเป็นจำนวนผู้พักอาศัย	=	313		person
ปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นในถัง	=	12.52		m^3/year
	=	1.04		m^3/month
ปริมาณตะกอนสะสมทั้งหมด	=	1.07		m^3/month
ปริมาณตะกอนสะสมต้องไม่เกิน 1/3 ของปริมาตรส่วนแยกกากตะกอน	=	5.87		m^3
คิดเป็นระยะเวลาในการสูบตะกอนสะสมออกจากระบบทุก	=	5		month

หมายเหตุ

1. ระยะเวลาความถี่ในสูบตะกอน(สิ่งปฏิกูล)ออกจากส่วนแยกกากตะกอนขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานของทางโครงการ
2. การสูบตะกอน(สิ่งปฏิกูล) เพื่อนำไปกำจัด โดยรถสูบสิ่งปฏิกูล

ภส.454

6 สรุปขนาดและปริมาตรความจุ (Volume & Sizing)

ขนาด :	เส้นผ่าศูนย์กลาง	:	3.00	m
	ความยาวรวม	:	9.70	m
จำนวนถัง		:	1	tank
ปริมาตรถังรวม		:	65.17	m^3

ส่วนบำบัด	ปริมาตร	ระยะเวลาเก็บกัก	
	m^3	day	hr
ส่วนแยกกากตะกอน (Solid Separation chamber)	17.60	0.35	8.45
ส่วนปรับสมดุล (Equalizing chamber)	14.32	0.29	6.87
ส่วนกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส (Contact Aeration Biofilter chamber , CAB)	20.83	0.42	10.00
ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)	7.18	0.14	3.45
ปริมาตรบำบัดรวม	59.92	1.20	28.76

เอกสารอ้างอิง

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

Bunjarat Jolanun,The Treatment Efficiency of Aerobic Packed Bed for Cafeteria Wastewater, Master Field civil Engineering, Kasetsart University, 1994.

Shigehisa Iwai & Takane Kitao, Wastewater Treatment with Microbial Films, Technomic Publishing AG, 1994.

ธร. 454

รายการคำนวณปริมาณก๊าซมีเทนจากระบบบำบัดน้ำเสีย

การประมาณปริมาณก๊าซมีเทนที่อาจเกิดขึ้นจากระบบบำบัดน้ำเสีย

(IPCC 2006; Guildline for National Greenhouse Gas Inventories; Chapter 6 : Wastewater Treatment and Discharge)

ระบบบำบัดน้ำเสีย

Max CH_4 Producing capacity for Domestic Wastewater (B_0)	=	0.25	kg CH_4/kg COD
Methane correction factor (MCF)	=	0.4	
Methane emission	=	B_0 x MCF (kg CH_4/kg COD)	
โดยที่สำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย มีความเข้มข้น BOD เฉลี่ยเข้าส่วนแยกกากตะกอน	=	250	mg/L
เมื่อคิดประสิทธิภาพการบำบัด 20% ความเข้มข้น BOD ออกจากส่วนแยกกากตะกอน	=	200	mg/L
ปริมาณ BOD ที่ถูกกักไว้ภายในระบบ	=	50	mg/L
เมื่ออัตราการไหลที่ออกแบบ	=	50	m^3/day
คิดเป็นปริมาณ BOD ที่ถูกกักไว้ภายในระบบ	=	2.50	kg BOD/day
	=	3.73	kg COD/day

เนื่องจากไม่ได้ควบคุมให้เกิดสภาพไร้อากาศแบบสมบูรณ์ ปฏิกิริยาการย่อยสลายแบบแอนแอโรบิคอาจเกิดได้ไม่ครบขั้นตอนจากจุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสียทั้ง 2 กลุ่ม จนได้ผลผลิตสุดท้ายเป็นก๊าซมีเทน ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นภายในถัง โดยสมมุติประสิทธิภาพของย่อยสลายที่ 50%

ปริมาณ COD ที่ถูกย่อยสลายภายในระบบ	=	1.87	kg COD/day
คิดเป็นปริมาณ CH_4 ที่เกิดขึ้นจากระบบ	=	1.87 x 0.25 x 0.4	
	=	0.19	kg CH_4/day
CH_4 1 โมล เท่ากับ 16 กรัม, 22.4 ลิตร ที่ STP ($0^{\circ}C$, 1 atm)			
ปริมาณ CH_4 ที่เกิดขึ้น	=	0.19 x 1000/16	
	=	11.66	mol/day
ที่อุณหภูมิ 30 $^{\circ}C$, 1 atm	=	[11.67 x 0.082 x (273.15+30)] / 1	
	=	290	L/day
	=	0.290	m^3/day

<u>ปริมาณ CH_4</u>

อัตรามีเทนออกซิเดชัน	=	186.57	gCH_4/day
ขนาดบ่อ	=	378.15	gCH_4/m^3-day
	=	0.5	m^3

<u>บ่อบำบัดก๊าซ CH_4</u>

ความกว้างบ่อ	=	1.0	m	
ความยาวบ่อ	=	1.0	m	
ความลึกบ่อ	=	1.0	m	
ปริมาตรบ่อรวม	=	1.0	m^3	**OK**

References

1. 2006 IPCC Guildlines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, Chapter 6 : Wastewater treatment and Discharge.
2. "Technical Support Document for Wastewater Treatment : Proposed Rule for Mandatory Reporting of Greenhouse Gases" Climate Change Division, Office of Atmospheric Programs, U.S. Environmental Protection Agency.
3. "CH_4 and N_2O Emission from Wastewater Handling" Good Practice Guildance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories.

ร.ร. 454

รายการคำนวนระบบบำบัดละอองไอด้วยการกรองชีวะโดยใช้ชั้นดินเป็นวัสดุกรอง

ระบบบำบัดน้ำเสีย

ปริมาตรอากาศที่เติมในระบบเติมอากาศ	=	37	m^3/hr

ปริมาณอากาศที่ไม่ละลายน้ำคิดเป็น 80% ของปริมาณอากาศทั้งหมด (ตามประสิทธิภาพเครื่องเติมอากาศ)

ปริมาณอากาศส่วนที่แยกตัวจากน้ำในส่วนปรับอัตราการไหล และส่วนเติมอากาศ	=	29.60	m^3/hr
จำนวนโมลของอากาศต่อหน่วยปริมาตร	=	22.4	L/mol
จำนวนโมลในอากาศเหนือผิวน้ำของส่วนเติมอากาศที่เพิ่มขึ้น	=	1,321	mol/hr
ปริมาตรอากาศเหนือผิวน้ำในถังเติมอากาศ	=	3.69	m^3
หาความดันเหนือผิวน้ำของถังเติมอากาศที่เพิ่มขึ้นจากสูตร P	=	nRT / V	
	=	(1321 x 8.314 x 300) / (3.69 x 1000)	
	=	893	kPa/hr

กำหนดค่า Pressure Drop จากเส้นท่อและอุปกรณ์ต่าง ๆ ประมาณ 50%

ผลต่างความดันที่เหลืออยู่เพื่อให้อากาศออกจากถัง	=	447	kPa/hr
คิดเป็นจำนวนโมลอากาศ	=	661	mol/hr
ปริมาณอากาศที่ระบายออกจากระบบ	=	15	m^3/hr
	=	296	m^3/day (20 hr per day)

ข้อกำหนดการออกแบบ

ความสูงชั้นกรองชีวะ	0.5	-	2.5	m
เลือกใช้ความสูงชั้นกรอง (ค่าทั่วไป)		0.8		m
เลือกใช้ความลึกของชั้นกรวดรองรับ		0.2		m
วัสดุกรอง = ดิน หรือ ปุ๋ยหมัก (composted)				
เลือกใช้วัสดุกรอง		ดิน		
เลือกใช้ชั้นรองรับวัสดุกรอง		กรวด		
ระบบกระจายละอองไอ		ท่อ PVC เจาะรู		
อัตราภาระการไหล (Surface Loading Rate)	0.3	-	1.6	m^3/m^2-min
เลือกอัตราภาระการไหล		0.3		m^3/m^2-min
เวลาเก็บกัก, absorb residence time (30 วินาที - 1 นาที)		1		min

การออกแบบหน่วยปฏิบัติการ Unit operation design of Aerosol Biofiltration

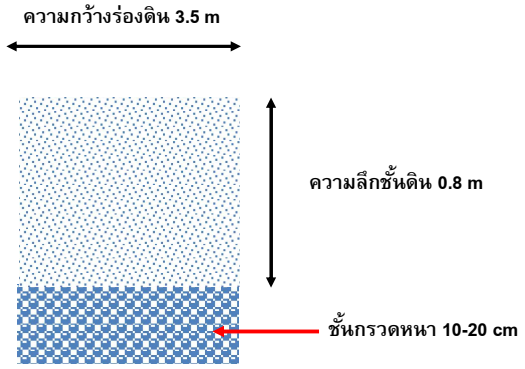
ขนาดระบบบำบัดน้ำเสีย	=	50.00	m^3/day
อัตราการไหลของละอองไอ	=	296	m^3/day
	=	12.333	m^3/hr
	=	0.2056	m^3/min
เลือกอัตราภาระการไหล	=	0.3	m^3/m^2-min
เลือกค่า SF	=	1.5	
พื้นที่ชั้นกรองชีวะที่ต้องการ	=	1.5 x 0.2056 / 0.3	
	=	1.028	m^2
ความยาวของร่องขุด	=	3.5	m
ความกว้างของร่องขุด	=	1	m
พื้นที่ชั้นกรองชีวะจริง	=	3.5	m^2 **OK**
ตรวจสอบเวลาเก็บกัก	=	1.028 x 0.8 / 0.2056	

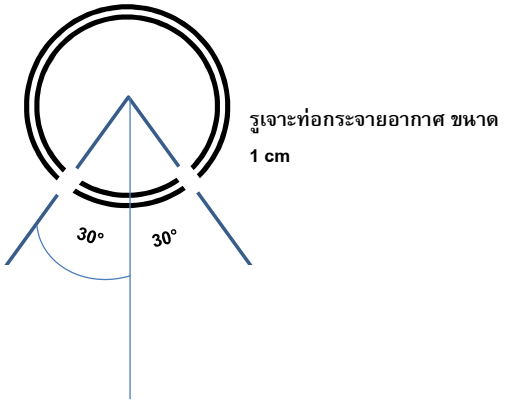
ฉ ฉร. 454

	=	4	mins	**OK**

ขนาดร่องดินขุดสำหรับบำบัดละอองไอจากระบบบำบัดน้ำเสีย

ความกว้างร่องดิน	=	3.5	m
ความยาวร่องดิน	=	1	m
ความลึกร่องดิน	=	1	m
ปริมาตรรวมของร่องดิน	=	3.5	m^3
วัสดุตัวกลาง	=	ดิน	
วัสดุชั้นรองรับ	=	กรวด	
ท่อกระจายอากาศ	=	ท่อ PVC เจาะรู	





เอกสารอ้างอิง

Karl B.R., et al. (2016). Air Pollution Control Technology Handbook. 2nd Ed.

Zarook Shareefdeen and Ajay Singh (Eds.) (2005). Biotechnology for Odor and Air Pollution Control.

ฉ สร.454

ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดแยกกากตะกอน-ปรับสมดุลและกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส (Contact Aeration Biofilter) model : EQ-CAB-35-D2.5-EJ

1 รายละเอียดโดยทั่วไป

1.1 เป็นระบบบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปแบบชีวภาพชนิด แยกกากตะกอนและ กรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส (Contact Aeration Biofilter, CAB) โดยอาศัยจุลินทรีย์ชนิดใช้อากาศ (Aerobic bacteria) ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งที่ไหลเข้าระบบโดยการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ด้วยสื่อชีวภาพ (Biomedia) ในถังสำเร็จรูปรูปร่างแบบแค๊ปซูลผลิตจากไฟเบอร์กลาส (Fiberglass Reinforce Plastic,FRP) ป้องกันการกัดกร่อนของกรด-ด่าง ได้เป็นอย่างดี และสามารถรับน้ำเสียรวมได้ในอัตราไม่เกิน 35 m3/day และภาระบรรทุกบีโอดีได้ไม่เกิน 8.75 kg BOD/day

กระบวนการ	:	Contact Aeration Biofilter, CAB				
ปริมาณน้ำเสียรวม	:	35.00	m^3/day	2.50		2.725
ภาระบรรทุกบีโอดี	:	8.75	kg/day			
					9.70	

ตารางการเลือกใช้ค่าอัตราการไหลและค่าบีโอดีให้สอดคล้องกับการใช้งาน

ค่าบีโอดีเข้าสู่ระบบ BOD inflow (mg/L)	อัตราการไหล Flow rate ,Q (m^3/day)	คำแนะนำในการเลือกใช้ค่า Recommendation
140	62.50	น้ำอาบ Recommend for only Wastewater from shower
190	46.05	
220	39.77	
250	**35.00**	น้ำทิ้งรวม Our standard design for mixed wastewater from all activity (Soil & Waste)
290	30.17	
390	22.44	น้ำจากโถส้วมและโถฉี่ Recommend for only Soil from urinal & water closet)

1.2 ค่า BOD เข้าสู่ระบบมีค่า 250 mg/L และสามารถบำบัดให้มีค่า BOD ออกจากระบบไม่น้อยกว่า 20 mg/L

2 วัสดุและโครงสร้างของระบบบำบัดน้ำเสีย

2.1 ถังบำบัดน้ำเสีย

วัสดุ		:	ไฟเบอร์กลาสเสริมแรง ชนิดพันไขว้แนวเฉียง
รูปทรง		:	กระบอกแนวนอน
จำนวนถัง		:	1 tank
ขนาดถัง			
	- เส้นผ่านศูนย์กลาง	:	2.500 m
	- ความสูง	:	2.725 m
	- ความยาวรวม	:	9.700 m
	- ความหนา	:	ความหนาโดยเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 8 mm
ฝาถัง		:	ผลิตจากวัสดุพลาสติก เอบีเอส (ABS) กรณีติดตั้งถังบำบัดน้ำเสียใต้พื้นที่สีเขียว
		:	ผลิตจากวัสดุเหล็กหล่อ (Cast iron) กรณีติดตั้งถังบำบัดน้ำเสียใต้พื้นที่ที่มีการจราจร
	- เส้นผ่านศูนย์กลาง	:	0.5 m.
ขาถัง		:	ขาในตัวยึดติดกับตัวถัง
การยึดถัง		:	มีสายสลิงยึดถังกับเหล็กยึดที่ฐาน คสล.
สลิง		:	GALVANIZED หนา 8 mm.

รศ. ๔๕๔

2.2 สื่อชีวภาพ

สำหรับให้จุลินทรีย์ยึดเกาะและป้องกันตะกอนหลุดออกจากระบบ

ชนิด	:	เคลื่อนที่ได้	
รุ่น	:	วงแหวนทรงกระบอก	
วัสดุ	:	โพลี่เอทธีลีน (PE)	
พื้นที่ผิวจำเพาะ	:	105	m^2/m^3
ปริมาตรบรรจุ	:	7.49	m^3

2.3 เครื่องเติมอากาศ

ส่วนปรับสมดุล (Equalizing chamber)

ชนิด	:	Submersible Ejector, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	:	1	set
อัตราการจ่ายอากาศ	:	7	m3/hr
อัตราการถ่ายเทออกซิเจน	:	0.17 - 0.32	kg O2/hr - set
แรงดัน	:	3.0	m
มอเตอร์	:	0.37	kW

Control by Timer

2.4 เครื่องเติมอากาศ

ส่วนกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส (Contact Aeration Biofilter chamber , CAB)

ชนิด	:	Submersible Ejector, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	:	1	set
อัตราการจ่ายอากาศ	:	30	m3/hr
อัตราการถ่ายเทออกซิเจน	:	1.32-1.53	kg O2/hr - set
แรงดัน	:	3.0	m
มอเตอร์	:	1.50	kW

Control by Timer

2.5 เครื่องสูบน้ำ

ส่วนปรับสมดุล (Equalizing chamber)

ชนิด	:	Submersible pump , 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	:	2	sets
อัตราการสูบ	:	0.20	m3/min
แรงดัน	:	5.5	m
มอเตอร์	:	0.40	kW

1-Duty, 1-Standby Control by float switch 2 levels

2.6 เครื่องสูบตะกอน

ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)

ชนิด	:	Submersible pump , 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	:	1	set
อัตราการสูบ	:	0.20	m3/min
แรงดัน	:	5.5	m
มอเตอร์	:	0.40	kW

Control by Timer

2.7 ท่อและข้อต่อ

ทำด้วยโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) Class 13.5 สำหรับท่อรับแรง

ทำด้วยโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) Class 8.5 สำหรับท่อที่ไม่รับแรงดัน

2.8 ตู้ควบคุมไฟฟ้าสำเร็จรูป

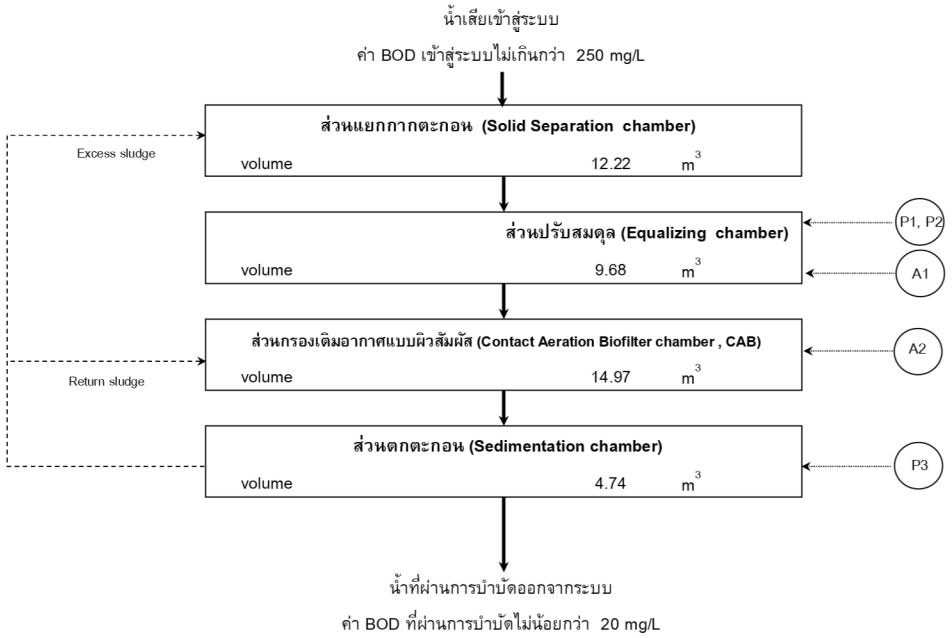
ชนิดติดตั้งภายนอกอาคาร จำนวน 1 ชุด

รร. ๔๕๔

รายการคำนวณ model: EQ-CAB-35-D2.5-EJ

1 ข้อมูลในการออกแบบ

ขบวนการ : ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดแยกกากตะกอน-ปรับสมดุลและกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส (Contact Aeration Biofilter) model : EQ-CAB-35-D2.5-EJ



กลไกในการควบคุมระบบการทำงาน

P1, P2	- ปรับอัตราการไหล ด้วยเครื่องสูบน้ำ
A1	- การเติมอากาศสำหรับกวนผสมในส่วนปรับสมดุล
A2	- การเติมอากาศในส่วนกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส
P3	- การคืนตะกอนจากส่วนตกตะกอนไปยังส่วนกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส
	- การทิ้งตะกอนจากส่วนตกตะกอนไปยังส่วนแยกกากตะกอน

อัตราการไหล	≤	35.00	m^3 / day
อัตราการไหลโดยเฉลี่ย	=	1.46	m^3/hr
ค่า BOD เข้าสู่ระบบ	≤	250	mg/L
ค่า BOD ออกจากระบบ ; ค่าเฉลี่ย	≤	20	mg/L
ประสิทธิภาพในการลดค่า BOD	≥	92.0	%
ค่า SS เข้าสู่ระบบ	≤	300	mg/L
ค่า SS ออกจากระบบ ; ค่าเฉลี่ย	≤	30	mg/L
ประสิทธิภาพในการลดค่า SS	≥	90.0	%

2 ส่วนแยกกากตะกอน (Solid Separation chamber)

ส่วนแยกกากตะกอนนี้เป็นส่วนบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น ทำหน้าที่แยกของแข็งออกจากของเหลว และเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์หรือสิ่งสกปรกในระดับหนึ่ง กากตะกอนส่วนหนึ่งซึ่งเป็นสารอินทรีย์จะถูกย่อยสลายไป ส่วนที่เหลือจะสะสมอยู่ที่ก้นถัง และมีบางส่วนลอยตัวอยู่บนผิวน้ำ สิ่งสกปรกในน้ำเสียที่ถูกกักอยู่ในส่วนแยกกากตะกอน ซึ่งเป็นสารอินทรีย์จะเกิดการย่อยสลายโดยแบคทีเรียจำพวกไม่ใช้อากาศ

อัตราการไหล		≤	35.000	m^3 / day	
เลือกใช้ ค่า HRT	8 hr	=	0.33	day	
ปริมาตรที่ต้องการ		=	11.67	m^3	
ปริมาตรจริง		=	12.22	m^3	**OK**
ประสิทธิภาพในการบำบัดสำหรับส่วนนี้		≥	20	%	
ค่า BOD ที่ผ่านการบำบัด		≤	200	mg/L	

3 ส่วนปรับสมดุล (Equalizing chamber)

ทำหน้าที่ปรับอัตราการไหลและกวนผสมความเข้มข้นน้ำเสียโดยเครื่องเติมอากาศ ก่อนถูกสูบไปยังส่วนกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัสด้วยเครื่องสูบน้ำ

อัตราการไหล	≤	35.000	m^3/day	
อัตราการไหลโดยเฉลี่ย	=	1.46	m^3/hr	
อัตราการไหลสูงสุด	=	2		
	=	2.92	m^3/hr	
เลือกใช้ ค่า HRT	=	3.0	hr	
ปริมาตรที่ต้องการ	=	8.75	m^3	
ปริมาตรจริง	=	9.68	m^3	**OK**
ความต้องการพลังงานในการผสม	อยู่ในช่วง	15-25	Hp/1000 m^3	
	กำหนด	20	Hp/1000 m^3	
	=	0.20	Hp	
	=	0.15	kW	
เลือกใช้เครื่องเติมอากาศกำลังมอเตอร์	=	0.37	kW	**OK**

รายละเอียดของเครื่องเติมอากาศ :-

ชนิด	:	Submersible Ejector, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	:	1	set
อัตราการจ่ายอากาศ	:	7	m3/hr
อัตราการถ่ายเทออกซิเจน	:	0.17 - 0.32	kg O2/hr - set
แรงดัน	:	3.0	m
มอเตอร์	:	0.37	kW

Control by Timer

รายละเอียดของเครื่องสูบน้ำ :-

ชนิด	:	Submersible pump , 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	:	2	sets
อัตราการสูบ	:	0.20	m3/min
แรงดัน	:	5.5	m
มอเตอร์	:	0.40	kW

1-Duty, 1-Standby Control by float switch 2 levels

ฉ สห.454

4 ส่วนกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส (Contact Aeration Biofilter chamber , CAB)

ส่วนกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัสทำหน้าที่บำบัดน้ำเสียจากส่วนแยกกากตะกอนอีกครั้ง ในส่วนบำบัดส่วนนี้เป็นส่วนบำบัดโดยใช้สื่อชีวภาพเป็นตัวกลางเพื่อให้จุลินทรีย์ชนิดใช้อากาศ (Aerobic Bacteria) ที่ช่วยในการย่อยสลายสารอินทรีย์ยึดเกาะเป็นฟิล์มชีวภาพ

ค่า BOD เข้าสู่ระบบ	≤		200			mg/L
ค่า BOD ออกจากระบบ ; ค่าเฉลี่ย BOD	≤		20			mg/L
BOD ที่ถูกกำจัด	=	200	-	20		
	=		180			mg/L
คิดเป็นปริมาณ BOD ที่ถูกกำจัด	=		180 x 35 / 1000			
	=		6.300			kg BOD / 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	=		*1.275*			*kg BOD/m^3-day*
ปริมาตรของตัวกลางที่ต้องการ	=	6.300	/	1.275		
	=		4.94			m^3
พื้นที่ผิวที่ต้องการ	=	4.94	x	105		
	=		518.82			m^2

รายละเอียดของตัวกลางพลาสติก :-

ชนิดของตัวกลาง	:	เคลื่อนที่ได้		
รุ่น	:	วงแหวนทรงกระบอก		
วัสดุ	:	โพลี่เอทธีลีน (PE)		
พื้นที่ผิวจำเพาะ	:	105	m^2/m^3	
ปริมาตรความจุในส่วนกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส	=	14.97	m^3	
ปริมาตรจริงสำหรับตัวกลาง	=	7.49	m^3	
พื้นที่ผิวของตัวกลางที่เลือกใช้จริง	=	785.9	m^2	
	>	518.8	m^2	**OK**

รร.454

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

reference - Bunjarat Jolanun, Master Field civil Engineering, 1994

ภาระบรรทุกทางชลศาสตร์	=	*0.10*	*m^3/m^2-day*	

<u>ตรวจสอบ</u> ;

(1) ภาระบรรทุกทางชลศาสตร์	=	อัตราการไหล / พื้นที่ผิวของตัวกลาง		
	=	35.00 / 786		
	=	0.0445	m^3/m^2-day	
	<	0.10	m^3/m^2-day	**OK**
(2) ระยะเวลาเก็บกัก, HRT	=	14.97 / 35.00		
	=	0.43	day	
	=	10.3	hr	
(3) อัตราส่วน F / M	=	BOD inf / (HRT x MLVSS)		
	=	200 / (0.43 x 3200)		
	=	0.15	mg BOD/mg MLVSS-day	
	อยู่ในช่วง	0.1 - 0.3	mg BOD/mg MLVSS-day	**OK**

การคำนวณหาออกซิเจนที่ต้องการโดยสูตร Biofilm formular

ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ **O_2 = a' Q Lr + b' P**

a'	=	Oxygen demand for oxidation 1 kg BOD_5 (0.48	=	0.53		kg O_2/ kg BOD
b'	=	Oxygen demand for self oxidation (0.11 - 0.188	=	0.17		kg O_2/ kg MLSS
V	=	ปริมาตรของตัวกลาง	=	7.49		m^3
P'	=	Equivalent biofilm concentration or MLSS	=	4,000		mg/L
P	=	น้ำหนักของฟิล์มจุลินทรีย์ (VP')	=	7.49 x 4,000		
			=	29,960		gm
Lr	=	(Li - Le)	=	200 - 20		
			=	180		mg/L

ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ	=	(0.53 x 35 x 180) + (0.17 x 29960)	
	=	8432	gm O_2 / day
	=	8.432	kg O_2 / day
	=	0.351	kg O_2 / hr
ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ SF	กำหนด	2	
	=	0.71	kg O_2 / hr
ประมาณการว่าอากาศประกอบด้วย	=	23.2	% oxygen by weight
น้ำหนักของอากาศ	=	1.2015	kg/m^3
ปริมาณอากาศที่ต้องการตามทฤษฎี	=	8.432 / (0.232 x 1.2015)	
	=	30.25	m^3/day
ประสิทธิภาพของหัวจ่ายอากาศ	=	3.5	%
ปริมาณอากาศที่ต้องการ	=	30.25 / 0.035	
	=	864	m^3/day
	=	0.600	m^3/min

รายละเอียดของเครื่องเติมอากาศ :-

ชนิด	:	Submersible Ejector, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt		
จำนวน	:	1	set	**OK**
อัตราการจ่ายอากาศ	:	30	m3/hr	
อัตราการถ่ายเทออกซิเจน	:	1.32-1.53	kg O2/hr - set	
แรงดัน	:	3.0	m	
ขนาดช่องจ่ายลม	:	40	mm	

ภ สส.454

มอเตอร์	:	1.50	kW

Control by Timer

5 ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)

น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วไหลเข้ามายังส่วนตกตะกอน เพื่อแยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำใส ตะกอนจุลินทรีย์จะตกลงก้นถังและจะถูกสูบกลับไปยังส่วนเก็บตะกอน และตะกอนบางส่วนถูกสูบกลับไปยังส่วนเติมอากาศโดยเครื่องสูบตะกอน ส่วนน้ำใสจะไหลออกจากระบบ

อัตราการไหลโดยเฉลี่ย	=	1.46		m^3/hr	
เลือกใช้ค่า surface overflow rate	=	1.00		m^3/m^2-hr	
พื้นที่ผิวที่ต้องการ	=	1.46 / 1.00			
	=	1.46		m^2	
พื้นที่ผิวจริงของส่วนตกตะกอน	=	1.74		m^2	**OK**
ปริมาตรจริง	=	4.74		m^3	
ระยะเวลาเก็บกักจริง	=	3.3		hr	

รายละเอียดของเครื่องสูบตะกอน :-

ชนิด	:	Submersible pump , 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	:	1	set
อัตราการสูบ	:	0.2	m3/min
แรงดัน	:	5.5	m
มอเตอร์	:	0.40	kW

Control by Timer

รง.454

Sludge production

Design criteria : WEIGHT OF SLUDGE PRODUCTION

reference - Wastewater Treatment By Biological Contact Oxidation Process

Yu Ganshen & Zhejiang ,Press of Science & Technology, 1983 (p - 86)

BOD loading (kg BOD / m^3 day)	Sludge weight (kg sludge / kg BOD-removed)
1.0	0.18
1.5	0.31
2.0	0.35
2.5	0.42

BOD loading	=	200 x 35 / 1000	
	=	7.0	kg BOD/ day
Volumetric loading	=	7.0 / 14.97	
	=	0.47	kg BOD /m^3 day
น้ำหนักตะกอน	=	0.18	(kg sludge / kg BOD-removed)
คิดเป็นปริมาณ BOD ที่ถูกกำจัด	=	6.30	kg BOD / day
น้ำหนักตะกอนแห้ง	=	0.18 x 6.30	
	=	1.134	kg sludge / day
ความหนาแน่นของน้ำ	=	1,000	kg / m^3
ค่าความถ่วงจำเพาะของตะกอน	=	1.005	
% ความเข้มข้นของตะกอน	=	0.0180	
คำนวณปริมาณตะกอนที่ถูกกำจัด	=	Ws / (D S Ps)	
	=	1.134 / (1000 * 1.005 * 0.018)	
	=	0.063	m^3/day
สมมุติประสิทธิภาพการดักจับของแข็ง	=	60	%
สมมุติสลัดจ์ข้น	=	4.5	%
น้ำหนักจำเพาะ	=	1.03	
ปริมาณตะกอนส่วนเกิน	=	0.04	kg/day
ปริมาณตะกอนส่วนเกินที่ต้องกำจัดจริง	=	0.001	m^3/day
	=	0.024	m^3/month
คำนวณปริมาตรตะกอนสะสมของสิ่งปฏิกูล			
อัตราการเกิดตะกอนในถัง	=	0.04	m^3/person - year
ปริมาณน้ำเสียรวม	=	35.00	m^3/day
สมมุติอัตราการเกิดน้ำเสีย	=	160	L/person -day
สมมุติว่าเกิดเป็นจำนวนผู้พักอาศัย	=	219	person
ปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นในถัง	=	8.76	m^3/year
	=	0.73	m^3/month
ปริมาณตะกอนสะสมทั้งหมด	=	0.75	m^3/month
ปริมาณตะกอนสะสมต้องไม่เกิน 1/3 ของปริมาตรส่วนแยกกากตะกอน	=	4.07	m^3
คิดเป็นระยะเวลาในการสูบตะกอนสะสมออกจากระบบทุก	=	5	month

หมายเหตุ

1. ระยะเวลาความถี่ในสูบตะกอน(สิ่งปฏิกูล)ออกจากส่วนแยกกากตะกอนขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานของทางโครงการ
2. การสูบตะกอน(สิ่งปฏิกูล) เพื่อนำไปกำจัด โดยรถสูบสิ่งปฏิกูล

ร.ร. ๔๕๔

6 สรุปขนาดและปริมาตรความจุ (Volume & Sizing)

ขนาด :	เส้นผ่าศูนย์กลาง	:	2.50	m
	ความยาวรวม	:	9.70	m
จำนวนถัง		:	1	tank
ปริมาตรถังรวม		:	46.41	m^3

ส่วนบำบัด	ปริมาตร	ระยะเวลาเก็บกัก	
	m^3	day	hr
ส่วนแยกกากตะกอน (Solid Separation chamber)	12.22	0.35	8.38
ส่วนปรับสมดุล (Equalizing chamber)	9.68	0.28	6.64
ส่วนกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส (Contact Aeration Biofilter chamber , CAB)	14.97	0.43	10.26
ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)	4.74	0.14	3.25
ปริมาตรบำบัดรวม	41.62	1.19	28.54

เอกสารอ้างอิง

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

Bunjarat Jolanun,The Treatment Efficiency of Aerobic Packed Bed for Cafeteria Wastewater, Master Field civil Engineering, Kasetsart University, 1994.

Shigehisa Iwai & Takane Kitao, Wastewater Treatment with Microbial Films, Technomic Publishing AG, 1994.

รศ. 454

รายการคำนวณปริมาณก๊าซมีเทนจากระบบบำบัดน้ำเสีย

การประมาณปริมาณก๊าซมีเทนที่อาจเกิดขึ้นจากระบบบำบัดน้ำเสีย

(IPCC 2006; Guildline for National Greenhouse Gas Inventories; Chapter 6 : Wastewater Treatment and Discharge)

ระบบบำบัดน้ำเสีย

Max CH_4 Producing capacity for Domestic Wastewater (B_0)	=	0.25	kg CH_4/kg COD
Methane correction factor (MCF)	=	0.4	
Methane emission	=	B_0 x MCF (kg CH_4/kg COD)	
โดยที่สำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย มีความเข้มข้น BOD เฉลี่ยเข้าส่วนแยกกากตะกอน	=	250	mg/L
เมื่อคิดประสิทธิภาพการบำบัด 20% ความเข้มข้น BOD ออกจากส่วนแยกกากตะกอน	=	200	mg/L
ปริมาณ BOD ที่ถูกกักไว้ภายในระบบ	=	50	mg/L
เมื่ออัตราการไหลที่ออกแบบ	=	34.83	m^3/day
คิดเป็นปริมาณ BOD ที่ถูกกักไว้ภายในระบบ	=	1.74	kg BOD/day
	=	2.60	kg COD/day

เนื่องจากไม่ได้ควบคุมให้เกิดสภาพไร้อากาศแบบสมบูรณ์ ปฏิกิริยาการย่อยสลายแบบแอนแอโรบิคอาจเกิดได้ไม่ครบขั้นตอนจากจุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสียทั้ง 2 กลุ่ม จนได้ผลผลิตสุดท้ายเป็นก๊าซมีเทน ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นภายในถัง โดยสมมุติประสิทธิภาพของย่อยสลายที่ 50%

ปริมาณ COD ที่ถูกย่อยสลายภายในระบบ	=	1.30	kg COD/day
คิดเป็นปริมาณ CH_4 ที่เกิดขึ้นจากระบบ	=	1.3 x 0.25 x 0.4	
	=	0.13	kg CH_4/day
CH_4 1 โมล เท่ากับ 16 กรัม, 22.4 ลิตร ที่ STP (0 °C, 1 atm)			
ปริมาณ CH_4 ที่เกิดขึ้น	=	0.13 x 1000/16	
	=	8.12	mol/day
ที่อุณหภูมิ 30 °C, 1 atm	=	[8.13 x 0.082 x (273.15+30)] / 1	
	=	202	L/day
	=	0.202	m^3/day

<u>ปริมาณ CH_4</u>

อัตรามีเทนออกซิเดชัน	=	129.96	gCH_4/day
ขนาดบ่อ	=	378.15	gCH_4/m^3-day
	=	0.3	m^3

<u>บ่อบำบัดก๊าซ CH_4</u>

ความกว้างบ่อ	=	1.0	m	
ความยาวบ่อ	=	1.0	m	
ความลึกบ่อ	=	1.0	m	
ปริมาตรบ่อรวม	=	1.0	m^3	**OK**

References

1. 2006 IPCC Guildlines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, Chapter 6 : Wastewater treatment and Discharge.
2. "Technical Support Document for Wastewater Treatment : Proposed Rule for Mandatory Reporting of Greenhouse Gases" Climate Change Division, Office of Atmospheric Programs, U.S. Environmental Protection Agency.
3. "CH_4 and N_2O Emission from Wastewater Handling" Good Practice Guildance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories.

ธร.454

รายการคำนวนระบบบำบัดละอองไอด้วยการกรองชีวะโดยใช้ชั้นดินเป็นวัสดุกรอง

ระบบบำบัดน้ำเสีย

ปริมาตรอากาศที่เติมในระบบเติมอากาศ	=	37	m^3/hr

ปริมาณอากาศที่ไม่ละลายน้ำคิดเป็น 80% ของปริมาณอากาศทั้งหมด (ตามประสิทธิภาพเครื่องเติมอากาศ)

ปริมาณอากาศส่วนที่แยกตัวจากน้ำในส่วนปรับอัตราการไหล และส่วนเติมอากาศ	=	29.60	m^3/hr
จำนวนโมลของอากาศต่อหน่วยปริมาตร	=	22.4	L/mol
จำนวนโมลในอากาศเหนือผิวน้ำของส่วนเติมอากาศที่เพิ่มขึ้น	=	1,321	mol/hr
ปริมาตรอากาศเหนือผิวน้ำในถังเติมอากาศ	=	3.39	m^3
หาความดันเหนือผิวน้ำของถังเติมอากาศที่เพิ่มขึ้นจากสูตร P	=	nRT / V	
	=	(1321 x 8.314 x 300) / (3.39 x 1000)	
	=	972	kPa/hr

กำหนดค่า Pressure Drop จากเส้นท่อและอุปกรณ์ต่าง ๆ ประมาณ 50%

ผลต่างความดันที่เหลืออยู่เพื่อให้อากาศออกจากถัง	=	486	kPa/hr
คิดเป็นจำนวนโมลอากาศ	=	661	mol/hr
ปริมาณอากาศที่ระบายออกจากระบบ	=	15	m^3/hr
	=	296	m^3/day (20 hr per day)

ข้อกำหนดการออกแบบ

ความสูงชั้นกรองชีวะ	0.5	-	2.5	m
เลือกใช้ความสูงชั้นกรอง (ค่าทั่วไป)		0.8		m
เลือกใช้ความลึกของชั้นกรวดรองรับ		0.2		m
วัสดุกรอง = ดิน หรือ ปุ๋ยหมัก (composted)				
เลือกใช้วัสดุกรอง		ดิน		
เลือกใช้ชั้นรองรับวัสดุกรอง		กรวด		
ระบบกระจายละอองไอ		ท่อ PVC เจาะรู		
อัตราภาระการไหล (Surface Loading Rate)	0.3	-	1.6	m^3/m^2-min
เลือกอัตราภาระการไหล		0.3		m^3/m^2-min
เวลาเก็บกัก, absorb residence time (30 วินาที - 1 นาที)		1		min

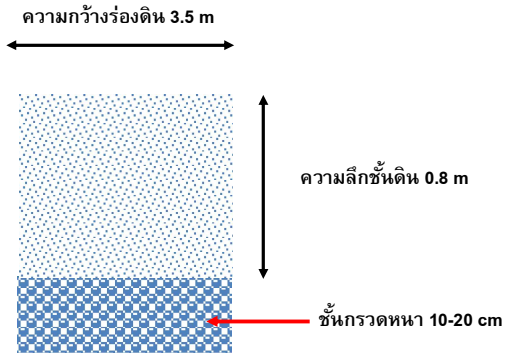
การออกแบบหน่วยปฏิบัติการ Unit operation design of Aerosol Biofiltration

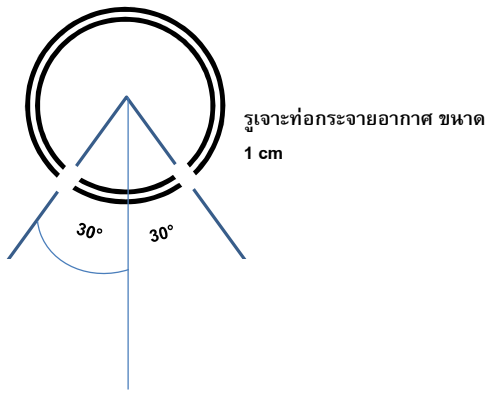
ขนาดระบบบำบัดน้ำเสีย	=	35.00	m^3/day	
อัตราการไหลของละอองไอ	=	296	m^3/day	
	=	12.333	m^3/hr	
	=	0.2056	m^3/min	
เลือกอัตราภาระการไหล	=	0.3	m^3/m^2-min	
เลือกค่า SF	=	1.5		
พื้นที่ชั้นกรองชีวะที่ต้องการ	=	1.5 x 0.2056 / 0.3		
	=	1.028	m^2	
ความยาวของร่องขุด	=	3.5	m	
ความกว้างของร่องขุด	=	1	m	
พื้นที่ชั้นกรองชีวะจริง	=	3.5	m^2	**OK**
ตรวจสอบเวลาเก็บกัก	=	1.028 x 0.8 / 0.2056		
	=	4	mins	**OK**

ฉ ลร. 454

ขนาดร่องดินขุดสำหรับบำบัดละอองไอจากระบบบำบัดน้ำเสีย

ความกว้างร่องดิน	=	3.5	m
ความยาวร่องดิน	=	1	m
ความลึกร่องดิน	=	1	m
ปริมาตรรวมของร่องดิน	=	3.5	m^3
วัสดุตัวกลาง	=	ดิน	
วัสดุชั้นรองรับ	=	กรวด	
ท่อกระจายอากาศ	=	ท่อ PVC เจาะรู	





เอกสารอ้างอิง

Karl B.R., et al. (2016). Air Pollution Control Technology Handbook. 2nd Ed.

Zarook Shareefdeen and Ajay Singh (Eds.) (2005). Biotechnology for Odor and Air Pollution Control.

ณ. ๔๕๔

ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดแยกกากตะกอน-ปรับสมดุลและกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส (Contact Aeration Biofilter) model : EQ-CAB-45-D3.0-EJ

1 รายละเอียดโดยทั่วไป

1.1 เป็นระบบบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปแบบชีวภาพชนิด แยกกากตะกอนและ กรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส (Contact Aeration Biofilter, CAB) โดยอาศัยจุลินทรีย์ชนิดใช้อากาศ (Aerobic bacteria) ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งที่ไหลเข้าระบบโดยการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ด้วยสื่อชีวภาพ (Biomedia) ในถังสำเร็จรูปรูปร่างแบบแค๊ปซูลผลิตจากไฟเบอร์กลาส (Fiberglass Reinforce Plastic,FRP) ป้องกันการกัดกร่อนของกรด-ด่าง ได้เป็นอย่างดี และสามารถรับน้ำเสียรวมได้ในอัตราไม่เกิน 45 m3/day และภาระบรรทุกบีโอดีได้ไม่เกิน 11.25 kg BOD/day

1.2 ค่า BOD เข้าสู่ระบบมีค่า 250 mg/L และสามารถบำบัดให้มีค่า BOD ออกจากระบบไม่น้อยกว่า 20 mg/L

2 วัสดุและโครงสร้างของระบบบำบัดน้ำเสีย

2.1 ถังบำบัดน้ำเสีย

วัสดุ		:	ไฟเบอร์กลาสเสริมแรง ชนิดพันไขว้แนวเฉียง
รูปทรง		:	กระบอกแนวนอน
จำนวนถัง		:	1 tank
ขนาดถัง			
	- เส้นผ่านศูนย์กลาง	:	3.000 m
	- ความสูง	:	3.250 m
	- ความยาวรวม	:	9.000 m
	- ความหนา	:	ความหนาโดยเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 12 mm
ฝาถัง		:	ผลิตจากวัสดุพลาสติก เอบีเอส (ABS) กรณีติดตั้งถังบำบัดน้ำเสียใต้พื้นที่สีเขียว
		:	ผลิตจากวัสดุเหล็กหล่อ (Cast iron) กรณีติดตั้งถังบำบัดน้ำเสียใต้พื้นที่ที่มีการจราจร
ขาถัง		:	ขาในตัวยึดติดกับตัวถัง
การยึดถัง		:	มีสายสลิงยึดถังกับเหล็กยึดที่ฐาน คสล.

รร.456

2.2 สื่อชีวภาพ

สำหรับให้จุลินทรีย์ยึดเกาะและป้องกันตะกอนหลุดออกจากระบบ

ชนิด	:	เคลื่อนที่ได้	
รุ่น	:	วงแหวนทรงกระบอก	
วัสดุ	:	โพลีเอทธีลีน (PE)	
พื้นที่ผิวจำเพาะ	:	105	m^2/m^3
ปริมาตรบรรจุ	:	9.76	m^3

2.3 เครื่องเติมอากาศ

ส่วนปรับสมดุล (Equalizing chamber)

ชนิด	:	Submersible Ejector, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	:	1	set
อัตราการจ่ายอากาศ	:	7	m3/hr
อัตราการถ่ายเทออกซิเจน	:	0.17 - 0.32	kg O2/hr - set
แรงดัน	:	3.0	m
มอเตอร์	:	0.37	kW

Control by Timer

2.4 เครื่องเติมอากาศ

ส่วนกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส (Contact Aeration Biofilter chamber , CAB)

ชนิด	:	Submersible Ejector, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	:	1	set
อัตราการจ่ายอากาศ	:	30	m3/hr
อัตราการถ่ายเทออกซิเจน	:	1.32-1.53	kg O2/hr - set
แรงดัน	:	3.0	m
มอเตอร์	:	1.50	kW

Control by Timer

2.5 เครื่องสูบน้ำ

ส่วนปรับสมดุล (Equalizing chamber)

ชนิด	:	Submersible pump , 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	:	2	sets
อัตราการสูบ	:	0.20	m3/min
แรงดัน	:	5.5	m
มอเตอร์	:	0.40	kW

1-Duty, 1-Standby Control by float switch 2 levels

2.6 เครื่องสูบตะกอน

ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)

ชนิด	:	Submersible pump , 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	:	1	set
อัตราการสูบ	:	0.20	m3/min
แรงดัน	:	5.5	m
มอเตอร์	:	0.40	kW

Control by Timer

2.7 ท่อและข้อต่อ

ทำด้วยโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) Class 13.5 สำหรับท่อรับแรง

ทำด้วยโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) Class 8.5 สำหรับท่อที่ไม่รับแรงดัน

2.8 ตู้ควบคุมไฟฟ้าสำเร็จรูป

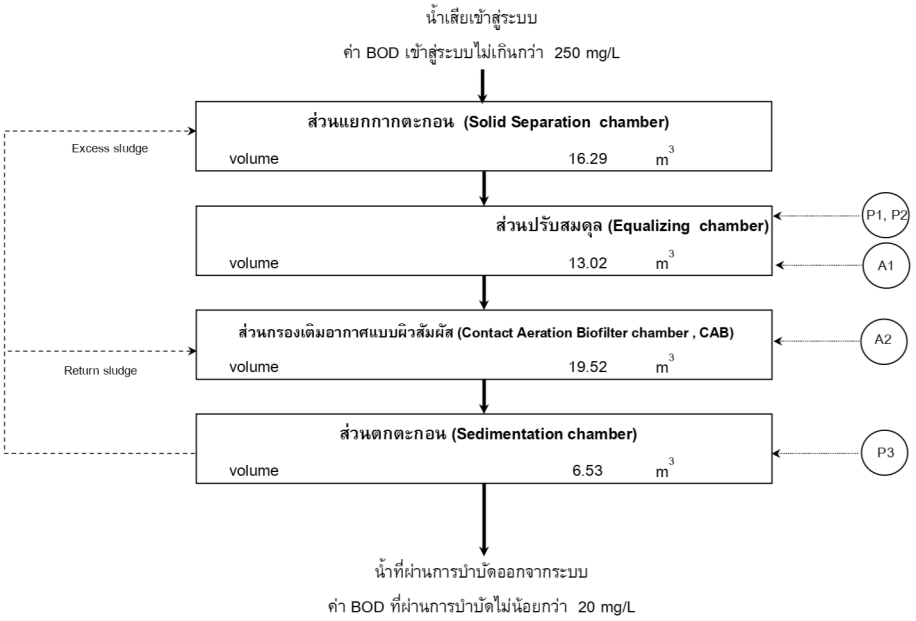
ชนิดติดตั้งภายนอกอาคาร จำนวน 1 ชุด

ธร. ๔๖๔

รายการคำนวณ model: EQ-CAB-45-D3.0-EJ

1 ข้อมูลในการออกแบบ

ขบวนการ : ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดแยกกากตะกอน-ปรับสมดุลและกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส (Contact Aeration Biofilter) model : EQ-CAB-45-D3.0-EJ



กลไกในการควบคุมระบบการทำงาน

P1, P2	- ปรับอัตราการไหล ด้วยเครื่องสูบน้ำ
A1	- การเติมอากาศสำหรับกวนผสมในส่วนปรับสมดุล
A2	- การเติมอากาศในส่วนกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส
P3	- การคืนตะกอนจากส่วนตกตะกอนไปยังส่วนกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส
	- การทิ้งตะกอนจากส่วนตกตะกอนไปยังส่วนแยกกากตะกอน

ปริมาณน้ำเสียจากห้องน้ำ	≤	44.19	m^3/ day
ค่า BOD เข้าสู่ระบบ	≤	250	mg/L
ปริมาณน้ำเสียจากห้องพักขยะ	≤	0.04	m^3/ day
ค่า BOD เข้าสู่ระบบ	≤	3000	mg/L
อัตราการไหลรวม	≤	44.2	m^3/ day
เลือก อัตราการไหล	≤	45.0	m^3/ day
อัตราการไหลโดยเฉลี่ย	=	1.88	m^3/hr
ค่า BOD_{mix} เข้าสู่ระบบ	≤	250	mg/L
ค่า BOD ออกจากระบบ ; ค่าเฉลี่ย	≤	20	mg/L
ประสิทธิภาพในการลดค่า BOD	≥	92.0	%
ค่า SS เข้าสู่ระบบ	≤	300	mg/L
ค่า SS ออกจากระบบ ; ค่าเฉลี่ย	≤	30	mg/L
ประสิทธิภาพในการลดค่า SS	≥	90.0	%

รร.454

2 ส่วนแยกกากตะกอน (Solid Separation chamber)

ส่วนแยกกากตะกอนนี้เป็นส่วนบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น ทำหน้าที่แยกของแข็งออกจากของเหลว และเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์หรือสิ่งสกปรกในระดับหนึ่ง กากตะกอนส่วนหนึ่งซึ่งเป็นสารอินทรีย์จะถูกย่อยสลายไป ส่วนที่เหลือจะสะสมอยู่ที่ก้นถัง และมีบางส่วนลอยตัวอยู่บนผิวน้ำ สิ่งสกปรกในน้ำเสียที่ถูกกักอยู่ในส่วนแยกกากตะกอน ซึ่งเป็นสารอินทรีย์จะเกิดการย่อยสลายโดยแบคทีเรียจำพวกไม่ใช้อากาศ

อัตราการไหล	≤	45.000	m^3 / day	
เลือกใช้ ค่า HRT 8 hr	=	0.33	day	
ปริมาตรที่ต้องการ	=	15.00	m^3	
ปริมาตรจริง	=	16.29	m^3	**OK**
ประสิทธิภาพในการบำบัดสำหรับส่วนนี้	≥	20	%	
ค่า BOD ที่ผ่านการบำบัด	≤	200	mg/L	

3 ส่วนปรับสมดุล (Equalizing chamber)

ทำหน้าที่ปรับอัตราการไหลและกวนผสมความเข้มข้นน้ำเสียโดยเครื่องเติมอากาศ ก่อนถูกสูบไปยังส่วนกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัสด้วยเครื่องสูบน้ำ

อัตราการไหล	≤	45.000	m^3/day	
อัตราการไหลโดยเฉลี่ย	=	1.88	m^3/hr	
อัตราการไหลสูงสุด	=	2		
	=	3.75	m^3/hr	
เลือกใช้ ค่า HRT	=	3.0	hr	
ปริมาตรที่ต้องการ	=	11.25	m^3	
ปริมาตรจริง	=	13.02	m^3	**OK**
ความต้องการพลังงานในการผสม	อยู่ในช่วง	15-25	Hp/1000 m^3	
	กำหนด	20	Hp/1000 m^3	
	=	0.27	Hp	
	=	0.20	kW	
เลือกใช้เครื่องเติมอากาศกำลังมอเตอร์	=	0.37	kW	**OK**

รายละเอียดของเครื่องเติมอากาศ :-

ชนิด	:	Submersible Ejector, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	:	1	set
อัตราการจ่ายอากาศ	:	7	m3/hr
อัตราการถ่ายเทออกซิเจน	:	0.17 - 0.32	kg O2/hr - set
แรงดัน	:	3.0	m
มอเตอร์	:	0.37	kW

Control by Timer

รายละเอียดของเครื่องสูบน้ำ :-

ชนิด	:	Submersible pump , 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	:	2	sets
อัตราการสูบ	:	0.20	m3/min
แรงดัน	:	5.5	m
มอเตอร์	:	0.40	kW

1-Duty, 1-Standby Control by float switch 2 levels

รส. 454

4 ส่วนกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส (Contact Aeration Biofilter chamber , CAB)

ส่วนกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัสทำหน้าที่บำบัดน้ำเสียจากส่วนแยกกากตะกอนอีกครั้ง ในส่วนบำบัดส่วนนี้เป็นส่วนบำบัดโดยใช้สื่อชีวภาพเป็นตัวกลางเพื่อให้จุลินทรีย์ชนิดใช้อากาศ (Aerobic Bacteria) ที่ช่วยในการย่อยสลายสารอินทรีย์ยึดเกาะเป็นฟิล์มชีวภาพ

ค่า BOD เข้าสู่ระบบ	≤		200		mg/L	
ค่า BOD ออกจากระบบ ; ค่าเฉลี่ย BOD	≤		20		mg/L	
BOD ที่ถูกกำจัด	=	200	-	20		
	=		180		mg/L	
คิดเป็นปริมาณ BOD ที่ถูกกำจัด	=		180 x 45 / 1000			
	=		8.100		kg BOD / 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	=		*1.275*		*kg BOD/m^3-day*	
ปริมาตรของตัวกลางที่ต้องการ	=	8.100	/	1.275		
	=		6.35		m^3	
พื้นที่ผิวที่ต้องการ	=	6.35	x	105		
	=		667.06		m^2	

รายละเอียดของตัวกลางพลาสติก :-

ชนิดของตัวกลาง	:	เคลื่อนที่ได้	
รูป	:	วงแหวนทรงกระบอก	
วัสดุ	:	โพลีเอทธีลีน (PE)	
พื้นที่ผิวจำเพาะ	:	105	m^2/m^3
ปริมาตรความจุในส่วนกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส	=	19.52	m^3
ปริมาตรจริงสำหรับตัวกลาง	=	9.76	m^3
พื้นที่ผิวของตัวกลางที่เลือกใช้จริง	=	1,024.8	m^2
	>	667.1	m^2 **OK**

ธร. ๔๕๔

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

reference - Bunjarat Jolanun, Master Field civil Engineering, 1994

ภาระบรรทุกทางชลศาสตร์	=	*0.10*	*m^3/m^2-day*	

<u>ตรวจสอบ</u> ;

(1) ภาระบรรทุกทางชลศาสตร์	=	อัตราการไหล / พื้นที่ผิวของตัวกลาง		
	=	45.00 / 1025		
	=	0.0439	m^3/m^2-day	
	<	0.10	m^3/m^2-day	**OK**
(2) ระยะเวลาเก็บกัก, HRT	=	19.52 / 45.00		
	=	0.43	day	
	=	10.4	hr	
(3) อัตราส่วน F / M	=	BOD inf / (HRT x MLVSS)		
	=	200 / (0.43 x 3200)		
	=	0.14	mg BOD/mg MLVSS-day	
	อยู่ในช่วง	0.1 - 0.3	mg BOD/mg MLVSS-day	**OK**

การคำนวณหาออกซิเจนที่ต้องการโดยสูตร Biofilm formular

ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ **O_2 = a' Q Lr + b' P**

a'	=	Oxygen demand for oxidation 1 kg BOD_5 (0.48	=	0.53	kg O_2/ kg BOD	
b'	=	Oxygen demand for self oxidation (0.11 - 0.188	=	0.17	kg O_2/ kg MLSS	
V	=	ปริมาตรของตัวกลาง	=	9.76	m^3	
P'	=	Equivalent biofilm concentration or MLSS	=	4,000	mg/L	
P	=	น้ำหนักของฟิล์มจุลินทรีย์ (VP')	=	9.76 x 4,000		
			=	39,040	gm	
Lr	=	(Li - Le)	=	200 - 20		
			=	180	mg/L	
ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ			=	(0.53 x 45 x 180) + (0.17 x 39040)		
			=	10930	gm O_2 / day	
			=	10.930	kg O_2 / day	
			=	0.455	kg O_2 / hr	
ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ SF			กำหนด	2		
			=	0.92	kg O_2 / hr	

รายละเอียดของเครื่องเติมอากาศ :-

ชนิด	:	Submersible Ejector, 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt		
จำนวน	:	1	set	**OK**
อัตราการถ่ายเทออกซิเจน	:	1.32-1.53	kg O2/hr - set	
แรงดัน	:	3.0	m	
มอเตอร์	:	1.50	kW	

Control by Timer

ss.454

5 ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)

น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วไหลเข้ามายังส่วนตกตะกอน เพื่อแยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำใส ตะกอนจุลินทรีย์จะตกลงก้นถังและจะถูกสูบกลับไปยังส่วนเก็บตะกอน และตะกอนบางส่วนถูกสูบกลับไปยังส่วนเติมอากาศโดยเครื่องสูบตะกอน ส่วนน้ำใสจะไหลออกจากระบบ

อัตราการไหลโดยเฉลี่ย	=		1.88		m^3/hr	
เลือกใช้ค่า surface overflow rate	=		1.00		m^3/m^2-hr	
พื้นที่ผิวที่ต้องการ	=	1.88	/	1.00		
	=		1.88		m^2	
พื้นที่ผิวจริงของส่วนตกตะกอน	=		2.04		m^2	**OK**
ปริมาตรจริง	=		6.53		m^3	
ระยะเวลาเก็บกักจริง	=		3.5		hr	

รายละเอียดของเครื่องสูบตะกอน :-

ชนิด	:	Submersible pump , 50 Hz., 3 Phase, 380 Volt	
จำนวน	:	1	set
อัตราการสูบ	:	0.2	m3/min
แรงดัน	:	5.5	m
มอเตอร์	:	0.40	kW

Control by Timer

ร.ร. 454

Sludge production

Design criteria : WEIGHT OF SLUDGE PRODUCTION

reference - Wastewater Treatment By Biological Contact Oxidation Process

Yu Ganshen & Zhejiang ,Press of Science & Technology, 1983 (p - 86)

BOD loading (kg BOD / m^3 day)	Sludge weight (kg sludge / kg BOD-removed)
1.0	0.18
1.5	0.31
2.0	0.35
2.5	0.42

BOD loading	=	200 x 45 / 1000	
	=	9.0	kg BOD/ day
Volumetric loading	=	9.0 / 19.52	
	=	0.46	kg BOD /m^3 day
น้ำหนักตะกอน	=	0.18	(kg sludge / kg BOD-removed)
คิดเป็นปริมาณ BOD ที่ถูกกำจัด	=	8.10	kg BOD / day
น้ำหนักตะกอนแห้ง	=	0.18 x 8.10	
	=	1.458	kg sludge / day
ความหนาแน่นของน้ำ	=	1,000	kg / m^3
ค่าความถ่วงจำเพาะของตะกอน	=	1.005	
% ความเข้มข้นของตะกอน	=	0.0180	
คำนวณปริมาณตะกอนที่ถูกกำจัด	=	Ws / (D S Ps)	
	=	1.458 / (1000 * 1.005 * 0.018)	
	=	0.081	m^3/day
สมมุติประสิทธิภาพการดักจับของแข็ง	=	60	%
สมมุติสลัดจ์ข้น	=	4.5	%
น้ำหนักจำเพาะ	=	1.03	
ปริมาณตะกอนส่วนเกิน	=	0.05	kg/day
ปริมาณตะกอนส่วนเกินที่ต้องกำจัดจริง	=	0.001	m^3/day
	=	0.031	m^3/month
คำนวณปริมาตรตะกอนสะสมของสิ่งปฏิกูล			
อัตราการเกิดตะกอนในถัง	=	0.04	m^3/person - year
ปริมาณน้ำเสียรวม	=	45.00	m^3/day
สมมุติอัตราการเกิดน้ำเสีย	=	160	L/person -day
สมมุติว่าเกิดเป็นจำนวนผู้พักอาศัย	=	282	person
ปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นในถัง	=	11.28	m^3/year
	=	0.94	m^3/month
ปริมาณตะกอนสะสมทั้งหมด	=	0.97	m^3/month
ปริมาณตะกอนสะสมต้องไม่เกิน 1/3 ของปริมาตรส่วนแยกกากตะกอน	=	5.43	m^3
คิดเป็นระยะเวลาในการสูบตะกอนสะสมออกจากระบบทุก	=	5	month

หมายเหตุ

1. ระยะเวลาความถี่ในสูบตะกอน(สิ่งปฏิกูล)ออกจากส่วนแยกกากตะกอนขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานของทางโครงการ
2. การสูบตะกอน(สิ่งปฏิกูล) เพื่อนำไปกำจัด โดยรถสูบสิ่งปฏิกูล

ส.ส.454

6 สรุปขนาดและปริมาตรความจุ (Volume & Sizing)

ขนาด :	เส้นผ่าศูนย์กลาง	:	3.00	m
	ความยาวรวม	:	9.00	m
จำนวนถัง		:	1	tank
ปริมาตรถังรวม		:	60.22	m^3

ส่วนบำบัด	ปริมาตร	ระยะเวลาเก็บกัก	
	m^3	day	hr
ส่วนแยกกากตะกอน (Solid Separation chamber)	16.29	0.36	8.69
ส่วนปรับสมดุล (Equalizing chamber)	13.02	0.29	6.94
ส่วนกรองเติมอากาศแบบผิวสัมผัส (Contact Aeration Biofilter chamber , CAB)	19.52	0.43	10.41
ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)	6.53	0.15	3.48
ปริมาตรบำบัดรวม	55.37	1.23	29.53

เอกสารอ้างอิง

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

Bunjarat Jolanun,The Treatment Efficiency of Aerobic Packed Bed for Cafeteria Wastewater, Master Field civil Engineering, Kasetsart University, 1994.

Shigehisa Iwai & Takane Kitao, Wastewater Treatment with Microbial Films, Technomic Publishing AG, 1994.

สส. ๔๒๔

รายการคำนวณปริมาณก๊าซมีเทนจากระบบบำบัดน้ำเสีย

การประมาณปริมาณก๊าซมีเทนที่อาจเกิดขึ้นจากระบบบำบัดน้ำเสีย

(IPCC 2006; Guildline for National Greenhouse Gas Inventories; Chapter 6 : Wastewater Treatment and Discharge)

ระบบบำบัดน้ำเสีย

Max CH_4 Producing capacity for Domestic Wastewater (B_0)	=	0.25	kg CH_4/kg COD
Methane correction factor (MCF)	=	0.4	
Methane emission	=	B_0 x MCF (kg CH_4/kg COD)	
โดยที่สำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย มีความเข้มข้น BOD เฉลี่ยเข้าส่วนแยกกากตะกอน	=	250	mg/L
เมื่อคิดประสิทธิภาพการบำบัด 20% ความเข้มข้น BOD ออกจากส่วนแยกกากตะกอน	=	200	mg/L
ปริมาณ BOD ที่ถูกกักไว้ภายในระบบ	=	50	mg/L
เมื่ออัตราการไหลที่ออกแบบ	=	44.23	m^3/day
คิดเป็นปริมาณ BOD ที่ถูกกักไว้ภายในระบบ	=	2.21	kg BOD/day
	=	3.30	kg COD/day

เนื่องจากไม่ได้ควบคุมให้เกิดสภาพไร้อากาศแบบสมบูรณ์ ปฏิกิริยาการย่อยสลายแบบแอนแอโรบิคอาจเกิดได้ไม่ครบขั้นตอนจากจุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสียทั้ง 2 กลุ่ม จนได้ผลผลิตสุดท้ายเป็นก๊าซมีเทน ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นภายในถัง โดยสมมุติประสิทธิภาพของย่อยสลายที่ 50%

ปริมาณ COD ที่ถูกย่อยสลายภายในระบบ	=	1.65	kg COD/day
คิดเป็นปริมาณ CH_4 ที่เกิดขึ้นจากระบบ	=	1.65 x 0.25 x 0.4	
	=	0.17	kg CH_4/day
CH_4 1 โมล เท่ากับ 16 กรัม, 22.4 ลิตร ที่ STP (0°C, 1 atm)			
ปริมาณ CH_4 ที่เกิดขึ้น	=	0.17 x 1000/16	
	=	10.31	mol/day
ที่อุณหภูมิ 30 °C, 1 atm	=	[10.32 x 0.082 x (273.15+30)] / 1	
	=	256	L/day
	=	0.256	m^3/day

รส. ๔๑๔

ปริมาณ CH_4

อัตรามีเทนออกซิเดชัน	=	165.04	gCH_4/day	
ขนาดบ่อ	=	378.15	gCH_4/m^3-day	
	=	0.4	m^3	

บ่อบำบัดก๊าซ CH_4

ความกว้างบ่อ	=	1.0	m	
ความยาวบ่อ	=	1.0	m	
ความลึกบ่อ	=	1.0	m	
ปริมาตรบ่อรวม	=	1.0	m^3	**OK**

References

1. 2006 IPCC Guildlines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, Chapter 6 : Wastewater treatment and Discharge.

2. "Technical Support Document for Wastewater Treatment : Proposed Rule for Mandatory Reporting of Greenhouse Gases" Climate Change Division, Office of Atmospheric Programs, U.S. Environmental Protection Agency.

3. "CH_4 and N_2O Emission from Wastewater Handling" Good Practice Guildance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories.

รร. ๔๕๔

รายการคำนวนระบบบำบัดละอองไอด้วยการกรองชีวะโดยใช้ชั้นดินเป็นวัสดุกรอง

ระบบบำบัดน้ำเสีย

ปริมาตรอากาศที่เติมในระบบเติมอากาศ	=	37	m^3/hr

ปริมาณอากาศที่ไม่ละลายน้ำคิดเป็น 80% ของปริมาณอากาศทั้งหมด (ตามประสิทธิภาพเครื่องเติมอากาศ)

ปริมาณอากาศส่วนที่แยกตัวจากน้ำในส่วนปรับอัตราการไหล และส่วนเติมอากาศ	=	29.60	m^3/hr
จำนวนโมลของอากาศต่อหน่วยปริมาตร	=	22.4	L/mol
จำนวนโมลในอากาศเหนือผิวน้ำของส่วนเติมอากาศที่เพิ่มขึ้น	=	1,321	mol/hr
ปริมาตรอากาศเหนือผิวน้ำในถังเติมอากาศ	=	3.41	m^3
หาความดันเหนือผิวน้ำของถังเติมอากาศที่เพิ่มขึ้นจากสูตร P	=	nRT / V	
	=	(1321 x 8.314 x 300) / (3.41 x 1000)	
	=	967	kPa/hr

กำหนดค่า Pressure Drop จากเส้นท่อและอุปกรณ์ต่าง ๆ ประมาณ 50%

ผลต่างความดันที่เหลืออยู่เพื่อให้อากาศออกจากถัง	=	483	kPa/hr
คิดเป็นจำนวนโมลอากาศ	=	661	mol/hr
ปริมาณอากาศที่ระบายออกจากระบบ	=	15	m^3/hr
	=	296	m^3/day (20 hr per day)

ข้อกำหนดการออกแบบ

ความสูงชั้นกรองชีวะ	0.5	-	2.5	m
เลือกใช้ความสูงชั้นกรอง (ค่าทั่วไป)		0.8		m
เลือกใช้ความลึกของชั้นกรวดรองรับ		0.2		m
วัสดุกรอง = ดิน หรือ ปุ๋ยหมัก (composted)				
เลือกใช้วัสดุกรอง		ดิน		
เลือกใช้ชั้นรองรับวัสดุกรอง		กรวด		
ระบบกระจายละอองไอ		ท่อ PVC เจาะรู		
อัตราภาระการไหล (Surface Loading Rate)	0.3	-	1.6	m^3/m^2-min
เลือกอัตราภาระการไหล		0.3		m^3/m^2-min
เวลาเก็บกัก, absorb residence time (30 วินาที - 1 นาที)		1		min

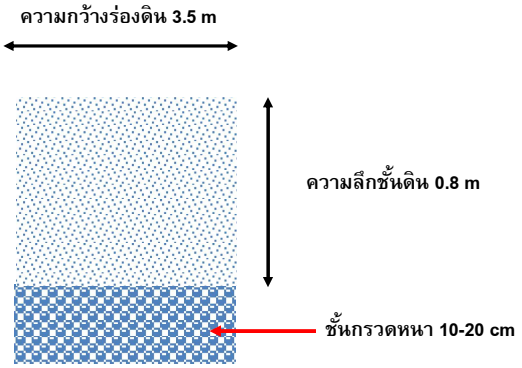
การออกแบบหน่วยปฏิบัติการ Unit operation design of Aerosol Biofiltration

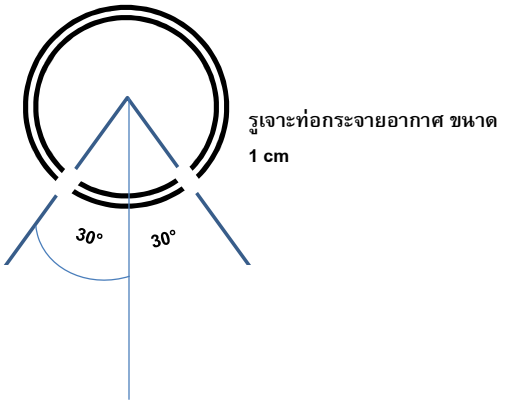
ขนาดระบบบำบัดน้ำเสีย	=	45	m^3/day	
อัตราการไหลของละอองไอ	=	296	m^3/day	
	=	12.333	m^3/hr	
	=	0.2056	m^3/min	
เลือกอัตราภาระการไหล	=	0.3	m^3/m^2-min	
เลือกค่า SF	=	1.5		
พื้นที่ชั้นกรองชีวะที่ต้องการ	=	1.5 x 0.2056 / 0.3		
	=	1.028	m^2	
ความยาวของร่องขุด	=	3.5	m	
ความกว้างของร่องขุด	=	1	m	
พื้นที่ชั้นกรองชีวะจริง	=	3.5	m^2	**OK**
ตรวจสอบเวลาเก็บกัก	=	1.028 x 0.8 / 0.2056		
	=	4	mins	**OK**

สร.454

ขนาดร่องดินขุดสำหรับบำบัดละอองไอจากระบบบำบัดน้ำเสีย

ความกว้างร่องดิน	=	3.5	m
ความยาวร่องดิน	=	1	m
ความลึกร่องดิน	=	1	m
ปริมาตรรวมของร่องดิน	=	3.5	m^3
วัสดุตัวกลาง	=	ดิน	
วัสดุชั้นรองรับ	=	กรวด	
ท่อกระจายอากาศ	=	ท่อ PVC เจาะรู	





เอกสารอ้างอิง

Karl B.R., et al. (2016). Air Pollution Control Technology Handbook. 2nd Ed.

Zarook Shareefdeen and Ajay Singh (Eds.) (2005). Biotechnology for Odor and Air Pollution Control.

ภ ภภ. ๔๕๔

ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดแยกกากตะกอน-กรองเติมอากาศสำหรับช่วงระหว่างการก่อสร้าง

1 รายละเอียดโดยทั่วไป

1.1 เป็นระบบบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปแบบชีวภาพ โดยอาศัยระบบบำบัดชนิดแยกกากตะกอน - กรองเติมอากาศ โดยการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ด้วยสื่อชีวภาพ (Biomedia) ในถังสำเร็จรูป ทำด้วยไฟเบอร์กลาส (FRP) ป้องกันการกัดกร่อนของกรด-ด่างได้เป็นอย่างดี

1.2 สามารถรับน้ำเสียได้ในอัตราไม่เกิน 6 m3/day ได้ไม่เกิน 1.5 kg BOD/day ซึ่งสามารถรับปริมาณความสกปรกของน้ำทิ้งในรูปของค่า BOD ได้ 250 mg/L และสามารถบำบัดให้มีค่า BOD น้ำทิ้งไม่เกินกว่า 20 mg/L

รายละเอียดส่วนประกอบระบบบำบัดน้ำเสีย มีดังนี้

- ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber)	ปริมาตรไม่น้อยกว่า	3.10	m^3
- ส่วนกรองเติมอากาศ (Aerobic filter chamber)	ปริมาตรไม่น้อยกว่า	2.20	m^3
- ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)	ปริมาตรไม่น้อยกว่า	0.90	m^3
	ปริมาตรรวมไม่น้อยกว่า	6.20	m^3

2 วัสดุและโครงสร้างของระบบบำบัดน้ำเสีย

2.1 วัสดุ : ตัวถังไฟเบอร์กลาสเสริมแรง

ระบบภายใน : แบ่งการทำงานเป็นห้องๆสำหรับช่วยในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ภายในตัวถังบรรจุ สื่อชีวภาพ (Biomedia) เพื่อเป็นที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์

รูปทรง : กลมรีแนวตั้ง

ขนาดถังที่ 1 : เส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 2.035 m และความสูงไม่น้อยกว่า 2.64 m

: ความหนาโดยเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 5 mm

ขนาดถังที่ 2 : เส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 0.868 m และความสูงไม่น้อยกว่า 0.679 m

: ความหนาโดยเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 5 mm

ฝาถัง : ผลิตจากวัสดุพลาสติก เอบีเอส (ABS) กรณีติดตั้งถังบำบัดน้ำเสียใต้พื้นที่สีเขียว

: ผลิตจากวัสดุเหล็กหล่อ (Cast iron) กรณีติดตั้งถังบำบัดน้ำเสียใต้พื้นที่ที่มีการจราจร

2.2 สื่อชีวภาพ สำหรับให้จุลินทรีย์ยึดเกาะและป้องกันตะกอนหลุดออกจากระบบ

ชนิด : เคลื่อนที่ได้

รูปทรง : วงแหวนทรงกระบอก

วัสดุ : โพลีเอทธีลีน (PE)

พื้นที่ผิวจำเพาะ : ไม่น้อยกว่า 105 m^2/m^3

ปริมาตรบรรจุ : ไม่น้อยกว่า 0.99 m^3

2.3 เครื่องเติมอากาศ

ชนิด : Diaphragm, 50 Hz., 1 phase, 220 Volt

จำนวน : 2 sets

อัตราการจ่ายลม : 120 L/min

แรงดัน : 0.2 kg/cm2

มอเตอร์ : 110 watt

1-Duty, 1-Standby

ฉ ฉ.ร. 454

2.4 ระบบจ่ายคลอรีน

เครื่องจ่ายคลอรีน

ชนิด	:	Metering pump, 50 Hz., 1 phase, 220 Volt	
จำนวน	:	1	set
อัตราจ่าย	:	0.74	L/hr
แรงดัน	:	10	Bar
มอเตอร์	:	10 - 15	Watt

ถังจ่ายคลอรีน

วัสดุ	:	PE	
จำนวน	:	1	tank
ปริมาตรบรรจุ	:	100	L

2.5 ท่อและข้อต่อ

ทำด้วยโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) Class 13.5 สำหรับท่อรับแรง เช่น ท่อจ่ายอากาศ

ทำด้วยโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) Class 8.5 สำหรับท่อที่ไม่รับแรงดัน เช่น ท่อน้ำเสียภายในถัง และท่อระบายอากาศ

2.6 ตู้ควบคุมไฟฟ้าสำเร็จรูป

ชนิด Outdoor จำนวน 1 set

ส.ร. ๔๕๔

รายการคำนวณ ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป รุ่น BO-6000-M2

1 ข้อมูลในการออกแบบ

ขบวนการ :

น้ำเสียเข้าสู่ระบบ

ค่า BOD เข้าสู่ระบบไม่เกินกว่า 250 mg/L

↓

ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber)

↓

ส่วนกรองเติมอากาศ (Aerobic filter chamber) ← Air pump

↓

ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)

↓

น้ำเสียออกจากระบบ

ค่า BOD ที่ผ่านการบำบัดไม่เกินกว่า 20 mg/L

อัตราการไหล	≤	6.00	m^3/day
อัตราการไหลโดยเฉลี่ย	=	0.250	m^3/hr
ค่า BOD เข้าสู่ระบบ	≤	250	mg/L
ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ในรูป BOD	=	1.500	kg BOD/day
ค่า BOD ออกจากระบบ ; ค่าเฉลี่ย	≤	20	mg/L
ประสิทธิภาพในการลดค่า BOD	≥	92.0	%
ค่า SS เข้าสู่ระบบ ; ค่าเฉลี่ย	≤	300	mg/L
ค่า SS ออกจากระบบ ; ค่าเฉลี่ย	≤	30	mg/L
ประสิทธิภาพในการลดค่า SS	≥	90	%

2 ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber)

อัตราการไหล	≤		6.00	m^3/day	
	≤		0.25	m^3/hr	
อัตราการไหลสูงสุด	=		3		
	=		0.75	m^3/hr	
เลือกใช้ ค่า HRT	=		4	hr	
ปริมาตรที่ต้องการ	=		3.00	m^3	
ปริมาตรจริงสำหรับส่วนแยกกากตะกอน	=		3.10	m^3	**OK**

Reference - Syed R.Qasim Guang Zhu: Wastewater Treatment and Reuse Theory and Design Examples Volume 2

ประสิทธิภาพในการบำบัดสำหรับส่วนนี้	≥		30	%	
ค่า BOD ที่ผ่านการบำบัด	≤		175	mg/L	
ประสิทธิภาพในการบำบัดสำหรับส่วนนี้	≥		80	%	
ค่า SS ที่ผ่านการบำบัด	≤		60	mg/L	

Reference - Decentralized Water Reclamation Engineering

หมายเหตุ ค่า SS ผ่านการบำบัดลดที่ส่วนตกตะกอน

3 ส่วนกรองเติมอากาศ (Aerobic filter chamber)

ค่า BOD เข้าสู่ระบบ	≤		175		mg/L
ค่า BOD ออกจากระบบ ; ค่าเฉลี่ย	≤		20		mg/L
BOD ที่ถูกกำจัด	=	175	-	20	
	=		155		mg/L
คิดเป็นน้ำหนักของ BOD ที่ถูกกำจัด	=		(155 x 6) / 1000		
	=		0.930		kg BOD/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	=		*1.275*		*kg BOD/m^3-day*
ปริมาตรของตัวกลางที่ต้องการ	=	0.930	/	1.275	
	=		0.73		m^3
พื้นที่ผิวที่ต้องการ	=	0.73	x	105.00	
	=		76.59		m^2

รายละเอียดของตัวกลางพลาสติก :-

ชนิดของตัวกลาง	:	เคลื่อนที่ได้	
วัสดุ	:	โพลีเอทธีลีน (PE)	
พื้นที่ผิวจำเพาะ	:	105	m^2/m^3

เลือกใช้ค่า HRT	=		8	hr	
	=		0.33	day	
ปริมาตรที่ต้องการ	=		2.00	m^3	
ปริมาตรจริงสำหรับส่วนกรองเติมอากาศ	=		2.20	m^3	**OK**
ปริมาตรจริงสำหรับตัวกลาง	=		0.99	m^3	
พื้นที่ผิวของตัวกลางที่เลือกใช้จริง	=		103.95	m^2	
	>		76.59	m^2	**OK**

ฉ สร. 454

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

Reference - Bunjarat Jolanun, Master Field civil Engineering, 1994

ภาระบรรทุกทางชลศาสตร์	=		***0.10***	*m^3/m^2-day*

ตรวจสอบ ;

(1)	ภาระบรรทุกทางชลศาสตร์	=	อัตราการไหล / พื้นที่ผิวของตัวกลาง			
		=	6.00	/	104	
		=		0.0577		m^3/m^2-day
		<		0.1000		m^3/m^2-day **OK**
(2)	ระยะเวลาเก็บกัก, HRT	=	2.20	/	6.00	
		=		0.37		day
		=		8.8		hr
(3)	อัตราส่วน F / M	=	BOD inf / (HRT x MLVSS)			
		=	175 / (0.37x2800)			
		=		0.17		mg BOD/mg MLVSS-day
		อยู่ในช่วง		0.1-0.3		mg BOD/mg MLVSS-day **OK**

Reference - Syed R.Qasim Guang Zhu: Wastewater Treatment and Reuse Theory and Design Examples Volume 2

การคำนวณหาออกซิเจนที่ต้องการโดยสูตร Biofilm formular

ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ $O_2 = a' Q Lr + b' P$

Reference - Marcos von Sperling, Activated sludge and Aerobic biofilm reactors, Volume 5

a'	=	Oxygen demand for oxidation 1 kg BOD_5 (0.48 - 0.53)			=	0.53	kg O_2/kg BOD
b'	=	Oxygen demand for self oxidation (0.11 - 0.188)			=	0.17	kg O_2/kg MLSS
V	=	ปริมาตรของตัวกลาง			=	0.99	m^3
P'	=	Equivalent biofilm concentration or MLSS			=	3,500	mg/L
P	=	น้ำหนักของฟิล์มจุลินทรีย์ (VP'	=	0.99	x	3,500	
			=		3,465		gm
Lr	=	(Li - Le)	=	175	-	20	
			=		155		mg/L

ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ	=	(0.53 x 6 x 155) + (0.17 x 3465)		
	=		1082	g O_2 /day
	=		1.082	kg O_2 /day
ประมาณการว่าอากาศประกอบด้วย	=		23.2	% O_2 by weight
น้ำหนักของอากาศ	=		1.2015	kg/m^3
ปริมาณอากาศที่ต้องการตามทฤษฎี	=	1.082 / (0.232 x 1.2015)		
	=		3.88	m^3/day
ประสิทธิภาพของหัวจ่ายลม	=		3.5	%
ปริมาณอากาศที่ต้องการ	=	3.88 / 0.035		
	=		111	m^3/day
	=		0.077	m^3/min
	=		77	L/min
เลือกใช้	>		77	L/min

ส.ส. ๔๕๔

เลือกใช้เครื่องเติมอากาศ

รายละเอียดของเครื่องเติมอากาศ :-

ชนิด	:	Diaphragm, 50 Hz., 1 phase, 220 Volt		
จำนวน	:	2	sets	**OK**
อัตราการจ่ายอากาศ	:	120	L/min	
แรงดัน	:	0.2	kg/cm2	
มอเตอร์	:	110	watt	

1-Duty, 1-Standby

4 ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)

อัตราการไหล	=	0.25	m^3/hr	
เลือกใช้ค่า surface overflow rate	=	1.00	m^3/m^2-hr	
พื้นที่ผิวของส่วนตกตะกอนที่ต้องการ	=	0.25 / 1.00		
	=	0.250	m^2	
พื้นที่ผิวจริงของส่วนตกตะกอน	=	0.325	m^2	**OK**
ปริมาตรที่ต้องการ ที่ระยะเวลาเก็บกัก	=	3.5	hr	
	=	0.88	m^3	
ปริมาตรจริงสำหรับส่วนตกตะกอน	=	0.90	m^3	**OK**
ระยะเวลาเก็บกักจริง	=	3.6	hr	

รร.ฯ

5 ตารางสรุปข้อกำหนดในการออกแบบและปริมาตรที่ใช้จริง

ปริมาณน้ำเสียเข้าสู่ระบบ	≤	6.00	m^3/day
บีโอดีน้ำเข้า	≤	250	mg/L
บีโอดีน้ำทิ้ง	≤	20	mg/L
ประสิทธิภาพถังบำบัด	≥	92	%
วัสดุถัง	:	ไฟเบอร์กลาส (FRP)	
จำนวน	:	1	Tanks

ปริมาตรบำบัด	หน่วย	ค่าออกแบบ	ค่าที่ใช้จริง
ส่วนแยกกากตะกอน (Solid separation chamber)	m^3	3.00	3.10
ส่วนกรองเติมอากาศ (Aerobic filter chamber)	m^3	2.00	2.20
ส่วนตกตะกอน (Sedimentation chamber)	m^3	0.88	0.90
ระยะเวลาเก็บกัก (HRT)	hr	15.50	16.50

เอกสารอ้างอิง

Bunjarat Jolanun,The Treatment Efficiency of Aerobic Packed Bed for Cafeteria Wastewater, Master Field civil Engineering, Kasetsart University, 1994.

Shigehisa Iwai & Takane Kitao, Wastewater Treatment with Microbial Films, Technomic Publishing AG, 1994.

[redacted]

ภาคผนวก ค.3
รายการคำนวณระบบระบายน้ำและบ่อหน่วงน้ำ

โครงการ ก่อสร้างอาคารห้องพักเจ้าหน้าที่ สูง 7 ชั้น 96 ห้อง โรงพยาบาลราชบุรี จ.ราชบุรี

รายการคำนวณการหน่วงน้ำ

1)การคำนวณหาปริมาณน้ำหลากส่วนเกิน

		ไร่	งาน	ตารางวา
ขนาดพื้นที่ (A)	=	6.00	3	98

= 11,192.00 ตารางเมตร

สมการความเข้มฝน จ.ราชบุรี คาบความถี่ 5 ปี $I = 3{,}038/(Tc+20)^{0.89}$ อ.บ้านบึง จ.ราชบุรี (อ้างอิง หนังสือ อ.ธงชัย พรรณสวัสดิ์)

2) สามารถคำนวณหาปริมาณน้ำส่วนเกินที่ต้องหน่วงได้ดังนี้

ข้อมูลก่อนการพัฒนาโครงการ

อัตราการไหลของน้ำผิวดินช่วงก่อนการพัฒนาโครงการ

$Q = 0.278 \times CIA \times 10^{-6}$

Q = **อัตราการระบายน้ำ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)**

C = **ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนองของพื้นที่**

I = **ความเข้มฝนที่คาบอุบัติ 5 ปี (มิลลิเมตร/ชั่วโมง)**

A = **พื้นที่การระบายน้ำ (ตารางเมตร)**

C ก่อนพัฒนา = 0.30

สมการความเข้มฝน จังหวัดราชบุรี คาบความถี่ 5 ปี

$I = 3{,}038/(t+20)^{0.89}$

Tc = เวลาการรวมตัวของน้ำ

ระยะทางไกลที่สุดก่อนออกโครงการ = 100.00 เมตร

I = 328.00 ฟุต

ในแนวระนาบก่อนพัฒนา (l)

n' (สัมประสิทธิ์การไหล) จากตารางที่ 1 = 0.2

S (ความลาดชันของพื้นที่ผิว) = 1 : 1000

= 0.0010

TCก่อนพัฒนา = $(2/3n'l/(S^{1/2})^{0.467}$

= 29.29 นาที

ความเข้มฝนก่อนพัฒนา (I) = $3{,}038/(t+20)^{0.89}$

= 94.63 มม./ชม.

Q ก่อนพัฒนา = $0.278 \times CIA \times 10^{-6}$ ลบ.ม./วินาที

= (0.278x0.30x 94.63 x 11,192)/1,000,000) ลบ.ม./วินาที

= 0.088 ลบ.ม./วินาที

ลส.๙๔

<u>ข้อมูลหลังการพัฒนาโครงการ</u>

<u>หาค่า C เฉลี่ย หลังมีโครงการ</u>

C พื้นคอนกรีต และ หลังคา (ตารางที่ 2)	=	0.8	พื้นที่คอนกรีต	9,512.19	ตารางเมตร
C พื้นดิน (พื้นที่สีเขียว) , (ตารางที่ 2)	=	0.2	พื้นที่ดิน	1,679.81	ตารางเมตร
			พื้นที่รวม	11,192.00	ตารางเมตร
C หลังมีโครงการ	=	**0.71**			

ความยาวสุดของพื้นที่ระบายน้ำ = 30.0 เมตร

= 98.4 ฟุต

ก่อนน้ำฝนลงสู่ท่อของโครงการ (l)

n' (สัมประสิทธิ์การไหล) จากตารางที่ 1 = 0.02 (ดูในตารางที่ 1, พื้นที่โครงการเป็นถนนและอาคาร)

S (ความลาดชันของพื้นที่ผิว) = 1 : 200

= 0.0050

เวลาที่น้ำฝนไหลก่อนลงท่อ (Ti) = $(2/3n'l / (S^{1/2}))^{0.467}$

= 3.91 นาที

หาเวลาน้ำไหลในท่อระบายน้ำ

เวลาไหลในท่อระบายน้ำ = ความยาวของท่อระบายน้ำ/ความเร็วของน้ำในท่อ

จากสูตร V = $(1/n')x(R^{2/3}S^{1/2})$

เมื่อ V = ความเร็วของการไหล (เมตร ต่อวินาที)

n' = ค่าสัมประสิทธิ์ของความขรุขระ (0.016)

R = A/P

P = เส้นขอบเปียก (เมตร)

A = พื้นที่หน้าตัดของท่อระบายน้ำ (ตารางเมตร)

S = ความลาดชันของท่อระบายน้ำ (1 : 400)

ความยาวของท่อระบายน้ำ L = 169.0 เมตร (พิจารณาท่อที่ยาวที่สุด)

แบ่งเป็น

พื้นที่หน้าตัดของท่อระบายน้ำ = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.6 เมตร

A = 0.28 ตารางเมตร

P = 1.88 เมตร

R = 0.15 เมตร

แทนค่า ในสูตร V = $(1/n')x(R^{2/3}S^{1/2})$

= 0.88 เมตร/วินาที

= 169.00 เมตร

ดังนั้น รวมเวลาไหลในท่อ $T_{รวมในท่อ}$ = 191.56 วินาที

หรือ = 3.19 นาที

ก่อนเข้าบ่อหน่วงน้ำ (L)

ดังนั้นเวลาการรวมตัวของน้ำ Tc = 3.91 + 3.19 นาที

Tc = 7.10 นาที

สส.454

ความเข้มฝนหลังพัฒนา (I) = $3{,}038/(t+20)^{0.89}$

= $3{,}038/(7.10+20)^{0.89}$

= 161.15 มม./ชม.

Q หลังพัฒนา = $0.278 \times CIA \times 10^{-6}$ ลบ.ม./วินาที

= (0.278x0.68 x 161.15 x 11,192)/(1,000,000) ลบ.ม./วินาที

= 0.356 ลบ.ม./วินาที

<u>สรุปข้อมูลจากการคำนวณ</u>

Q ระบายน้ำออก(การระบายออกของเครื่องสูบน้ำ) = 0.084 ลบ.ม./วินาที

Q หลังพัฒนา (Q = $0.278 \times CIA \times 10^{-6}$) = 0.356 ลบ.ม./วินาที

$TC_{ก่อนพัฒนา}$ = 29.29 นาที

ปริมาตรบ่อหน่วงน้ำ (V) = (Qหลังพัฒนา-Qระบายน้ำออก) x Tcก่อนพัฒนา)

= (0.339-0.084) x 29.29 x 60

ปริมาตรบ่อหน่วงน้ำ (V) = **478.01 ลบ.ม.**

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์ของการต้านการไหลสำหรับหาเวลาน้ำท่าไหลเข้าท่อ

ชนิดของพื้นที่ผิว	สัมประสิทธิ์ของการต้านการไหล
พื้นที่ผิวที่น้ำซึมลงดินไม่ได้	0.02 (หลังพัฒนา)
พื้นที่ที่ไม่มีสิ่งปกคลุมและราบเรียบ	0.10
พื้นที่ที่ไม่มีสิ่งปกคลุมและมีความขรุขระพอสมควร	0.20 (ก่อนพัฒนา)
พื้นที่ที่มีหญ้าปกคลุมไม่หนาแน่นหรือเขตเกษตรกรรม	0.20
พื้นที่ที่มีหญ้าขนาดใหญ่ เช่น ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์	0.40
พื้นที่ที่เป็นป่าที่มีต้นไม้ใหญ่	0.60
พื้นที่ที่เป็นป่าที่มีต้นไม้ใหญ่และมีใบไม้ปกคลุมด้วย	0.80
พื้นที่ที่เป็นป่าสนหรือปกคลุมด้วยต้นไม้ใหญ่	0.80
พื้นที่ที่มีหญ้าปกคลุมอย่างหนาแน่น	0.80

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ "สรุปเกณฑ์แนะนำการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนเล่ม 1* กรุงเทพฯ. พ.ศ.2546

ส.ส. ๔๕๔

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์การไหลนองของพื้นที่ต่างๆ (ค่า C)

ลักษณะพื้นที่ใช้สอย	สัมประสิทธิ์การไหลนอง	
พื้นที่หลังคา	0.70-0.95	(เลือก = 0.80)
พื้นที่ลาดยางมะตอยที่เรียบร้อยดี	0.85-0.90	(เลือก = 0.80)
พื้นที่ลาดหิน อิฐ หรือไม้ที่ยารอยต่อสนิทแล้ว	0.75-0.85	
พื้นที่ตามข้อข้างบนแต่ไม่ได้ยารอยต่อ	0.50-0.70	
พื้นตามข้อข้างบนที่ทำไม่เรียบร้อย	0.40-0.40	
ถนนลาดยางมะตอย	0.25-0.60	
ถนนหินไม่ลาดยางและทางเดิน	0.15-0.30	
พื้นที่ไม่ได้แต่งผิวหน้า ที่ว่าง และลานขนส่งสินค้า	0.10-0.30	
สวนดอกไม้ สนามเด็กเล่น สนามหญ้า และทุ่งหญ้า	0.05-0.25	(เลือก = 0.20)
พิจารณาตามความลาดเอียงและลักษณะดิน ประกอบด้วย (Parks, Gardens, Laws and Meadows, Depending on Surface Slope and Characteristics of Subsoil)	0.05-0.25	
พื้นที่ซึ่งมีต้นไม้และป่าไม้ โดยพิจารณาความลาดเอียงและลักษณะดิน ประกอบด้วย (Wooded Area or Forest Land, Depending on Surface Slope and Characteristics of subsoil)	0.10-0.20	

ที่มา : คู่มือและโปรแกรมคำนวณขนาดพื้นที่ชะลอน้ำ สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>สรุป</u>

ปริมาตรน้ำฝนที่ต้องกักเก็บไว้ในภายในโครงการ = 478.01 ลูกบาศก์เมตร

ดังนั้นต้องมีบ่อหน่วงน้ำขนาด ≥ 478.01 ลูกบาศก์เมตร

<u>4.) การคำนวณหาขนาดบ่อหน่วงน้ำ</u>

ปริมาตรกักเก็บบ่อหน่วงน้ำฝนต้องมากกว่าปริมาณน้ำฝนที่ต้องหน่วงไว้ในช่วงที่เกิดฝนตก

ทางโครงการพิจารณาการกักเก็บน้ำ ใน 2 ส่วน คือ 2. การกักเก็บในท่อระบายน้ำ 2. การกักเก็บในบ่อหน่วงน้ำ

1. **ปริมาตรของท่อระบายน้ำฝนภายในโครงการสำหรับช่วยหน่วงน้ำ**

- ท่อเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.4 เมตร ยาว	=	52.5 เมตร	มีปริมาตร =	6.594	ลบ.เมตร
- ท่อเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.6 เมตร ยาว	=	412.5 เมตร	มีปริมาตร =	116.6	ลบ.เมตร
- บ่อพักขนาด 0.60 x 0.60 ความลึกเฉลี่ย 0.5 ม จำนวน			10 ชุด. มีปริมาตร =	1.8	ลบ.เมตร
- บ่อพักขนาด 1.00 x 1.00 ความลึกเฉลี่ย 0.7 ม จำนวน			103 ชุด. มีปริมาตร =	72.1	ลบ.เมตร

รวมปริมาตรท่อ + บ่อพัก = 197.067 ลบ.เมตร

คิดปริมาตรบ่อ 70% = 137.947 ลบ.เมตร ------(a)

ปริมาตรบ่อหน่วงที่ต้องการหน่วงน้ำส่วนที่เหลือจากหน่วงในท่อ = 340.07 ลบ.เมตร

สส.454

2. ออกแบบกักเก็บน้ำในบ่อหน่วงน้ำจำนวน 1 บ่อ

ความกว้างถัง	=	8	เมตร
ความยาวถัง	=	22	เมตร
ความลึกถัง	=	2.7	เมตร
ความลึกน้ำ	=	2	เมตร

รวมปริมาตรของบ่อหน่วง	=	352.00	ลบ.เมตร ------(b)
รวมปริมาตรน้ำใน ท่อระบายน้ำและบ่อหน่วงทั้งสิ้น (a) + (b)	=	489.95	ลบ.เมตร
	>	478.01	ลบ.เมตร

5.) หาขนาดเครื่องสูบน้ำออกจากบ่อหน่วงน้ำ

อัตราการระบายน้ำ Q ก่อนพัฒนา	=	0.088	ลูกบาศก์เมตร/ วินาที
	=	317.97	ลูกบาศก์เมตร/ ชั่วโมง
ใช้เครื่องสูบระบายน้ำในอัตราไม่เกิน	=	0.088	ลูกบาศก์เมตร/ วินาที

ดังนั้น เลือกใช้เครื่องสูบน้ำที่มีอัตราการสูบน้ำ 151.2 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง (0.042ลบ.เมตร/วินาที) ที่แรงดัน 8.0 เมตร จำนวน 2 เครื่อง (อัตราการไหลรวม = 0.084 ลบ.เมตร/วินาที ซึ่งไม่เกินกว่าก่อนมีโครงการ) โดยมีกำลังไฟฟ้าเครื่องละ 7.5 กิโลวัตต์ โดยมีการสลับการทำงานและทำงานเสริมกัน

ส.ส.ศ.

[redacted]

น 5 อาคาร ของ

สำหรั

โครงการ ก่อสร้างอา

ภาคผนวก ค.4
รายการคำนวณระบบไฟฟ้า

รายการคำนวณระบบไฟฟ้า

ชื่อโครงการ : อาคารห้องพักเจ้าหน้าที่สูง 7 ชั้น 96 ห้อง อาคารที่ 1 ถึง อาคารที่ 5

เจ้าของโครงการ : โรงพยาบาลราชบุรี จ.ราชบุรี

ลักษณะโครงการ : เป็นอาคารพักอาศัยรวมสูง 7 ชั้น

มาตราฐานอ้างอิง :

<u>โหลดไฟฟ้าห้องชุดที่ไม่มีระบบทำความเย็นส่วนกลางที่มีพื้นที่ไม่เกิน 55 ตารางเมตรเป็นดังนี้</u>

<u>(ขนาดห้องใช้สำหรับคำนวณโหลดไฟฟ้าเท่านั้น)</u>

ห้องพัก TYPE-A : พื้นที่ 26 ตร.เมตร โหลด = 90x26+1500 = 3,840.00 VA.

(บทที่ 9 หัวข้อ 9.1.2.2.1)

<u>A. คำนวณวงจรย่อยเข้าแต่ละห้อง</u>

เนื่องจากห้องพักทั้งหมด พื้นที่ไม่เกิน 55 ตร.เมตร ดั้งนั้นอุปกรณ์ป้องกันวงจรย่อย เป็นดังนี้

1. KW-H : 15(45)A 1P	(จากตาราง 9-1)
2. เมน CU : 2P, 50AT	(จากตาราง 3-4)
3. สายเมน : IEC01 2x1Cx16 Sq.mm.	(จากตาราง 5-20 กลุ่ม 2/2)
4. สายกราวด์ : IEC01 1Cx6 Sq.mm.	(จากตาราง 4-2)
5. ติดตั้งในท่อ : EMT DIA 1"(หรือ 25 mm)	(จากภาคผนวก ฏ)

<u>B. คำนวณ FEEDER แต่ละชั้น</u>

LPB1 (โหลดไฟฟ้าห้องพัก ชั้นที่ 1)

(1-12) Unit :	(3,840 x 12) x 1	=	46,080	VA
	รวมโหลดห้องพัก ชั้น 1	=	46,080	VA
	รวมโหลดทั้งหมด	=	46,080	VA
	กระแสโหลดชั้น 1 (3Ø)	=	66.51	A
ขนาดของอุปกรณ์ป้องกันคิดที่ 125% ของกระแสที่คำนวณได้		=	83.14	A

ดังนั้น จึงเลือกอุปกรณ์ ดังนี้ :

1. เมนเบกรเกอร์ LP1	: 3P, 100AT/100 AF.	
2. สายเมนจาก MDB-LP1	IEC01 4x1C-50 Sq.mm	(จาก ตาราง 5-20 กลุ่ม 2/2)
3. สายกราวด์	IEC01 1Cx16 Sq.mm	(จาก ตาราง 4-2)
4. ติดตั้งใน	: ท่อ IMC 2-1/2"(หรือ 65 mm)	(จากภาคผนวก ฏ)

(มนตรี วิทรอดงอง)

5/6/15

LPB2-LPB7 (โหลดไฟฟ้าห้องพัก ชั้นที่ 2 ถึง ชั้นที่ 7)

(1-14) Unit /ชั้น :	(3,840 x 14)	=	53,760	VA
	รวมโหลดห้องพัก ชั้น 2	=	53,760	VA
	รวมโหลดทั้งหมด	=	53,760	VA
	กระแสโหลดชั้น 2 (3Ø)	=	77.60	VA
ขนาดของอุปกรณ์ป้องกันคิดที่ 125% ของกระแสที่คำนวณได้		=	97.00	VA

ดังนั้น จึงเลือกอุปกรณ์ ดังนี้ :

1. เมนเบกรเกอร์ LPXX	: 3P, 100AT/100 AF.	
2. สายเมนจาก MDB-LPXX	IEC01 4x1C-50 Sq.mm	(จาก ตาราง 5-20 กลุ่ม 2/2)
3. สายกราวด์	IEC01 1Cx16 Sq.mm	(จาก ตาราง 4-2)
4. ติดตั้งใน	: ท่อ IMC 2-1/2"(หรือ 65 mm)	(จากภาคผนวก ฏ)

C. คำนวณ MAIN

C1. ห้องพักทั้งหมด(ค่าโคอินซิเดนต์แฟกเตอร์สำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย)

(1-10) unit	:	(3,840x10) x 0.9	=	34,560	VA.
(11-20) unit	:	(3,840x10) x 0.8	=	30,720	VA.
(21-30) unit	:	(3,840x10) x 0.7	=	26,880	VA.
(31-40) unit	:	(3,840x10) x 0.6	=	23,040	VA.
(41-99) unit	:	(3,340*56) x 0.5	=	107,520	VA.
		รวมโหลดห้องพักทั้งหมด	=	222,720	VA.

C2. โหลดส่วนกลาง

แสงสว่างและเต้ารับ(ตู้ PB)	=	25,980	VA.
Lift 1 ตัว	=	11,000	VA.
Pump ,Booster Pump	=	37,000	VA.
Boiler	=	16,000	VA.
เผื่อโหลดอื่นๆ	=	50,000	VA.
รวมโหลดห้องพักทั้งหมด	=	139,980	VA.
ดังนั้น รวมโหลดอาคาร ทั้งหมด	=	362,700	VA.

(เมธารี อัครอนงค์)
5/6/65

D. คำนวณหาขนาดหม้อแปลง

ขนาดหม้อแปลง 125% ของโหลดรวม = 453,375.00 VA.

เนื่องจาก ต้องการเผื่อการใช้ไฟในอนาคตจึงเลือกอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

1. เลือกหม้อแปลง TR = 500 KVA. (694 A)
2. เมนเบรกเกอร์ที่ MDB = ACB 3P,800AT/1,000AF
3. สายเมนจาก TR-MDB = IEC60502-1 3-(4x185) SQ.MM.
4. ติดตั้งใน = ท่อ HDPE DIA 4" (110 mm.) ฝังดิน

- CABLE TRAY, W/COVER : W500x H100 mm.,HDG

E. คำนวณกระแสลัดวงจร

หม้อแปลง TR = 500 KVA 24KV.-400/230V, 3Phase 50Hz

Impedance voltage at 400 V = 4%

E1. ที่ MDB (คิดแบบ Infinit Sourc)

กระแสลัดวงจร = $\frac{100 \times In}{\%Un}$ KA

= $\frac{100 \times 500}{4 \times \sqrt{3} \times 400}$ KA

%Un = Impedance ของหม้อแปลง

In = กระแสพิกัดแหล่งจ่ายไฟฟ้า(หม้อแปลง)

Isc = 18.04 KA

เผื่อ 125% = 22.55 KA

ดังนั้นที่ MDB จึงเลือกใช้ Circuit Breaker ที่สามารถทนกระแสลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 25 KA

E2. ที่LP ต่างๆ(ใช้วิธี Interpolation)

พิกัดหม้อแปลง (KVA)	ขนาดสาย (mm2)	ระยะจากหม้อแปลงถึงตำแหน่งที่เกิดลัดวงจร(m)				
		-	10	25	50	75
500	16	17.6	11.3	6.4	3.6	2.5
	25	17.6	13.2	8.6	5.2	3.7
	35	17.6	14.2	10.2	6.6	4.8
	50	17.6	14.9	11.6	8.2	6.2
	70	17.6	15.4	12.7	9.5	7.5

(นายวรวิทย์ วิทยาวรรธนะ)

5/6/65

ที่แผงตู้ LP ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ สามารถสรุปได้ดังนี้

Feeder	สายไฟ (sq.mm)	ระยะทาง L(m.)	ระยะห่าง	ค่ากระแสต่าง	Isc (KA)x1.25
LPB1	4x50	15	5	3.30	17.25
LPB2	4x50	28	3	3.40	13.99
LPB3	4x50	36	11	3.40	12.58
LPB4	4x50	44	21	3.40	10.93
LPB5	4x50	52	2	2.00	10.05
LPB6	4x50	60	10	2.00	9.25
LPB7	4x50	68	18	2.00	8.45

ดังนั้นที่ LP ต่างๆ จึงเลือกใช้ Main Circuit Breaker) ที่สามารถทนกระแสลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า18 KA.

F. คำนวณ Voltage Drop

สิ่งที่นำมาพิจารณา

1. ระบบไฟฟ้า 3 เฟสแรงดันตกคิดเป็น line to line แบบสมดุล
2. ขนาดสายไฟ ถึง 16 ตร.มม ให้คิดค่า r อย่างเดียว
3. ขนาดสาย ตั้งแต่ 25 ตร.มม ให้คิดค่า r และ x และคิด PF 85%
4. ค่าแรงดันตกทั้งระบบต้องไม่เกิน 5%
5. ใช้ค่าจากตารางที่ ฐ.1 (ภาคผนวก ฐ)

สูตร VD = $\sqrt{3}$xl(Rcosø+Xsinø)Xl (สำหรับ 3 เฟส)

สูตร VD = 2xl(Rcosø+Xsinø)Xl (สำหรับ 1 เฟส)

สูตร % VD = VD/400 x100

เมื่อ I = กระแสโหลดสูงสุด (A)

L = ความยาวสายไฟ (m)

R = ค่าความต้านทานของสายไฟ (Ω/km)

X = ค่ารีแอกแตนซ์ของสายไฟ (Ω/km)

(สมศรี วิศรุตวงศ์)
5/6/65

Feeder	สายไฟ (sq.mm)	ระยะทาง L(m.)	โหลดไฟฟ้า I(A)	ค่าแรงดันตก 3 เฟส (mV/A/m)	VD (Volt)	VD (%)
LPB1	4x50	15.00	83.00	0.85	1.06	0.26
LPB2	4x50	28.00	97.00	0.85	2.31	0.58
LPB3	4x50	36.00	97.00	0.85	2.97	0.74
LPB4	4x50	44.00	97.00	0.85	3.63	0.91
LPB5	4x50	52.00	97.00	0.85	4.29	1.07
LPB6	4x50	60.00	97.00	0.85	4.95	1.24
LPB7	4x50	68.00	97.00	0.85	5.61	1.40

สำหรับวงจรย่อย จากLP Panel ถึง CU Panel ระยะไกลที่สุดคือ 35 เมตรดังนั้นจึงใช้ค่านี้สำหรับคำนวณ

Feeder	สายไฟ (sq.mm)	ระยะทาง L(m.)	โหลดไฟฟ้า I(A)	ค่าแรงดันตก 1 เฟส (mV/A/m)	VD (Volt)	VD (%)
CU	2x16	36	22	2.8	2.218	0.96

จากการคำนวณ Voltage drop ทั้งของ Feeder และวงจรย่อย เมื่อนำมารวมกันแล้วไม่เกิน 5% ถือว่า OK

(มานพ วิศรุตวรปัน)
5/6/65

[redacted]

โครงการ ก่อสร้า

ภาคผนวก ค.5
รายการคำนวณระบบระบายอากาศ ระบบปรับอากาศ

CALCULATION SHEET

OF

- *VENTILATION SYSTEM*
- *AIR CONDITIONING SYSTEM*

PROJECT : *โครงการ ก่อสร้างอาคารพักเจ้าหน้าที่ 7 ชั้น 96 ห้อง สำหรับอาคารที่ 1 ถึง 5 โรงพยาบาลราชบุรี*

LOCATION : *จังหวัด ราชบุรี*

ก.884

ตารางรายการคำนวณ ระบบระบายอากาศ

โครงการ อาคารห้องพักเจ้าหน้าที่ 7 ชั้น 96 ห้อง โรงพยาบาลราชบุรี จ.ราชบุรี สำหรับ อาคารที่ 1 ถึง อาคารที่ 5

ห้อง	พื้นที่ห้อง	ความสูง	การระบายอากาศ			หมายเหตุ
			กฎกระทรวง		ขนาดพัดลม	
			ข้อกำหนด	Rate	ที่เลือกใช้	
	ตารางเมตร	เมตร		ลบ.ม./ชม. (CFM)	ลบ.ม./ชม. (CFM)	
ชั้นที่ 1						
ห้องพัก 1	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 1	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 2	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 2	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 3	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 3	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 4	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 4	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 5	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 5	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 6	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 6	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 7	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 7	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 8	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 8	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 9	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 9	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 10	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 10	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 11	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 11	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 12	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 12	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องน้ำ	4	2.6	4 เท่าต่อชม.	41.6 (24)	52.0 (31)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องไฟฟ้า	9	3	4 เท่าต่อชม.	108.0 (64)	270.0 (159)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องเครื่องสูบน้ำ	3	3	4 เท่าต่อชม.	36.0 (21)	135.0 (79)	ไม่ปรับอากาศ
โถงหน้าลิฟท์	11	2.6	4 เท่าต่อชม.	114.4 (67)	143.0 (84)	ไม่ปรับอากาศ
ชั้นที่ 2						
ห้องพัก 1	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 1	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 2	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 2	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 3	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 3	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ

ฉ ว1.884

ตารางรายการคำนวณ ระบบระบายอากาศ

โครงการ อาคารห้องพักเจ้าหน้าที่ 7 ชั้น 96 ห้อง โรงพยาบาลราชบุรี จ.ราชบุรี สำหรับ อาคารที่ 1 ถึง อาคารที่ 5

ห้อง	พื้นที่ห้อง	ความสูง	การระบายอากาศ			หมายเหตุ
			กฎกระทรวง		ขนาดพัดลม	
			ข้อกำหนด	Rate	ที่เลือกใช้	
	ตารางเมตร	เมตร		ลบ.ม./ชม. (CFM)	ลบ.ม./ชม. (CFM)	
ห้องพัก 4	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 4	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 5	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 5	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 6	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 6	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 7	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 7	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 8	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 8	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 9	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 9	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 10	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 10	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 11	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 11	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 12	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 12	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 13	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 13	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 14	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 14	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องไฟฟ้า	5	2.6	4 เท่าต่อชม.	20.0 (12)		ไม่ปรับอากาศ
ชั้นที่ 3						
ห้องพัก 1	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 1	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 2	20	2.6	2 CMH/M2	40.0 (24)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 2	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 3	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 3	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 4	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 4	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 5	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 5	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 6	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 6	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ

ก1.8xx

ตารางรายการคำนวณ ระบบระบายอากาศ

โครงการ อาคารห้องพักเจ้าหน้าที่ 7 ชั้น 96 ห้อง โรงพยาบาลราชบุรี จ.ราชบุรี สำหรับ อาคารที่ 1 ถึง อาคารที่ 5

ห้อง	พื้นที่ห้อง	ความสูง	การระบายอากาศ			หมายเหตุ
			กฎกระทรวง		ขนาดพัดลม	
			ข้อกำหนด	Rate	ที่เลือกใช้	
	ตารางเมตร	เมตร		ลบ.ม./ชม. (CFM)	ลบ.ม./ชม. (CFM)	
ห้องพัก 7	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 7	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 8	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 8	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 9	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 9	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 10	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 10	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 11	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 11	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 12	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 12	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 13	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 13	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 14	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 14	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องไฟฟ้า	5	2.6	4 เท่าต่อชม.	20.0 (12)		ไม่ปรับอากาศ
ชั้นที่ 4						
ห้องพัก 1	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 1	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 2	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 2	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 3	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 3	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 4	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 4	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 5	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 5	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 6	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 6	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 7	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 7	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 8	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 8	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 9	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 9	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ

วก.884

ตารางรายการคำนวณ ระบบระบายอากาศ

โครงการ อาคารห้องพักเจ้าหน้าที่ 7 ชั้น 96 ห้อง โรงพยาบาลราชบุรี จ.ราชบุรี สำหรับ อาคารที่ 1 ถึง อาคารที่ 5

ห้อง	พื้นที่ห้อง	ความสูง	การระบายอากาศ			หมายเหตุ
			กฎกระทรวง		ขนาดพัดลม	
			ข้อกำหนด	Rate	ที่เลือกใช้	
	ตารางเมตร	เมตร		ลบ.ม./ชม. (CFM)	ลบ.ม./ชม. (CFM)	
ห้องพัก 10	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 10	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 11	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 11	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 12	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 12	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 13	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 13	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 14	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 14	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องไฟฟ้า	5	2.6	4 เท่าต่อชม.	20.0 (12)		ไม่ปรับอากาศ
ชั้นที่ 5						
ห้องพัก 1	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 1	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 2	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 2	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 3	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 3	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 4	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 4	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 5	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 5	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 6	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 6	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 7	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 7	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 8	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 8	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 9	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 9	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 10	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 10	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 11	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 11	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 12	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 12	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ

วา.884

ตารางรายการคำนวณ ระบบระบายอากาศ

โครงการ อาคารห้องพักเจ้าหน้าที่ 7 ชั้น 96 ห้อง โรงพยาบาลราชบุรี จ.ราชบุรี สำหรับ อาคารที่ 1 ถึง อาคารที่ 5

ห้อง	พื้นที่ห้อง	ความสูง	การระบายอากาศ			หมายเหตุ
			กฎกระทรวง		ขนาดพัดลม	
			ข้อกำหนด	Rate	ที่เลือกใช้	
	ตารางเมตร	เมตร		ลบ.ม./ชม. (CFM)	ลบ.ม./ชม. (CFM)	
ห้องพัก 13	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 13	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 14	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 14	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องไฟฟ้า	5	2.6	4 เท่าต่อชม.	20.0 (12)		ไม่ปรับอากาศ
ชั้นที่ 6						
ห้องพัก 1	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 1	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 2	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 2	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 3	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 3	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 4	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 4	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 5	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 5	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 6	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 6	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 7	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 7	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 8	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 8	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 9	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 9	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 10	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 10	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 11	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 11	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 12	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 12	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 13	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 13	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 14	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 14	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องไฟฟ้า	5	2.6	4 เท่าต่อชม.	20.0 (12)		ไม่ปรับอากาศ
ชั้นที่ 7						

ฉ วก.884

ตารางรายการคำนวณ ระบบระบายอากาศ

โครงการ อาคารห้องพักเจ้าหน้าที่ 7 ชั้น 96 ห้อง โรงพยาบาลราชบุรี จ.ราชบุรี สำหรับ อาคารที่ 1 ถึง อาคารที่ 5

ห้อง	พื้นที่ห้อง	ความสูง	การระบายอากาศ			หมายเหตุ
			กฎกระทรวง		ขนาดพัดลม	
			ข้อกำหนด	Rate	ที่เลือกใช้	
	ตารางเมตร	เมตร		ลบ.ม./ชม. (CFM)	ลบ.ม./ชม. (CFM)	
ห้องพัก 1	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 1	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 2	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 2	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 3	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 3	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 4	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 4	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 5	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 5	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 6	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 6	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 7	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 7	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 8	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 8	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 9	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 9	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 10	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 10	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 11	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 11	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 12	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 12	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 13	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 13	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องพัก 14	21	2.6	2 CMH/M2	42.0 (25)		ปรับอากาศ,ระบายอากาศผ่านห้องน้ำ
ห้องน้ำห้องพัก 14	4	2.3	7 เท่าต่อชม.	64.4 (38)	92.0 (50)	ไม่ปรับอากาศ
ห้องไฟฟ้า	5	2.6	4 เท่าต่อชม.	20.0 (12)		ไม่ปรับอากาศ
ชั้น ดาดฟ้า						
ห้องเครื่องลิฟท์	12	3	30 เท่าต่อชม.	1080.0 (636)	1,099 (647)	ไม่ปรับอากาศ

วส.๙๕๔

โครงการ อาคารห้องพักเจ้าหน้าที่ 7 ชั้น 96 ห้อง โรงพยาบาลราชบุรี จ.ราชบุรี สำหรับ อาคารที่ 1 ถึง อาคารที่ 5

ห้อง	พื้นที่ห้อง ตร.เมตร	CRITERIA BTU/M2	ขนาดทำความเย็น (BTU/HR)	ขนาดที่เลือกใช้ (BTU/HR)	ขนาดตัน ความเย็น	จำนวนชุด	หมายเหตุ
ชั้นที่ 1							
ห้องพัก 1	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 2	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 3	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 4	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 5	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 6	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 7	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 8	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 9	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 10	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 11	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 12	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
		ขนาดเครื่องปรับอากาศ ชั้นที่ 1 =		20.00	ตันความเย็น		
ชั้นที่ 2							
ห้องพัก 1	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 2	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 3	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 4	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 5	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 6	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 7	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 8	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 9	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 10	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 11	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 12	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 13	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 14	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
		ขนาดเครื่องปรับอากาศ ชั้นที่ 2 =		23.33	ตันความเย็น		

วา.ศพค

โครงการ อาคารห้องพักเจ้าหน้าที่ 7 ชั้น 96 ห้อง โรงพยาบาลราชบุรี จ.ราชบุรี สำหรับ อาคารที่ 1 ถึง อาคารที่ 5

ห้อง	พื้นที่ห้อง ตร.เมตร	CRITERIA BTU/M2	ขนาดทำความเย็น (BTU/HR)	ขนาดที่เลือกใช้ (BTU/HR)	ขนาดตัน ความเย็น	จำนวนชุด	หมายเหตุ
ชั้นที่ 3							
ห้องพัก 1	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 2	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 3	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 4	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 5	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 6	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 7	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 8	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 9	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 10	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 11	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 12	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 13	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 14	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
		ขนาดเครื่องปรับอากาศ ชั้นที่ 3 =		23.33	ตันความเย็น		
ชั้นที่ 4							
ห้องพัก 1	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 2	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 3	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 4	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 5	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 6	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 7	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 8	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 9	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 10	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 11	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 12	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 13	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 14	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
		ขนาดเครื่องปรับอากาศ ชั้นที่ 4 =		23.33	ตันความเย็น		

วก.884

โครงการ อาคารห้องพักเจ้าหน้าที่ 7 ชั้น 96 ห้อง โรงพยาบาลราชบุรี จ.ราชบุรี สำหรับ อาคารที่ 1 ถึง อาคารที่ 5

ห้อง	พื้นที่ห้อง ตร.เมตร	CRITERIA BTU/M2	ขนาดทำความเย็น (BTU/HR)	ขนาดที่เลือกใช้ (BTU/HR)	ขนาดตัน ความเย็น	จำนวนชุด	หมายเหตุ
ชั้นที่ 5							
ห้องพัก 1	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 2	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 3	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 4	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 5	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 6	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 7	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 8	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 9	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 10	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 11	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 12	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 13	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 14	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
		ขนาดเครื่องปรับอากาศ ชั้นที่ 5 =		23.33	ตันความเย็น		
ชั้นที่ 6							
ห้องพัก 1	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 2	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 3	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 4	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 5	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 6	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 7	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 8	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 9	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 10	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 11	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 12	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 13	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 14	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
		ขนาดเครื่องปรับอากาศ ชั้นที่ 6 =		23.33	ตันความเย็น		

ฉ ๑๑.๘๘๔

โครงการ อาคารห้องพักเจ้าหน้าที่ 7 ชั้น 96 ห้อง โรงพยาบาลราชบุรี จ.ราชบุรี สำหรับ อาคารที่ 1 ถึง อาคารที่ 5

ห้อง	พื้นที่ห้อง ตร.เมตร	CRITERIA BTU/M2	ขนาดทำความเย็น (BTU/HR)	ขนาดที่เลือกใช้ (BTU/HR)	ขนาดตัน ความเย็น	จำนวนชุด	หมายเหตุ
ชั้นที่ 7							
ห้องพัก 1	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 2	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 3	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 4	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 5	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 6	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 7	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 8	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 9	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 10	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 11	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 12	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 13	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
ห้องพัก 14	21.00	900.00	18,900.00	20,000.00	1.67	1.00	ปรับอากาศ
		ขนาดเครื่องปรับอากาศ ชั้นที่ 7 =		23.33	ตันความเย็น		
	2,016.00	ขนาดความเย็นทั้งหมดทั้งอาคาร		160.00	ตันความเย็น		

ฤ วก. ๘๘๔

[redacted]