

ภาคผนวกที่ 4

รายการคำนวณระบบสุขาภิบาลของผู้ออกแบบ

รายการคำนวณระบบประปา

วัตถุประสงค์ เพื่อกออกแบบระบบจ่ายน้ำใช้ โดยแหล่งน้ำใช้ของโครงการมาจากท่อประปาของการประปา ต่อเข้าถึงเก็บน้ำใต้ดิน และถูกสูบด้วยเครื่องสูบน้ำขึ้นถังเก็บน้ำหลังคา จากนั้นจะจ่ายเพื่อให้บริการตามห้องพักของชั้นต่างๆและอาคารภายในโครงการ

1. ข้อมูลและเกณฑ์การออกแบบปริมาณการใช้น้ำ

1.1 รวมปริมาณน้ำใช้ต่ออาคาร	=	150.00	ลบ.ม./วัน
ปริมาณน้ำใช้สูงสุดรายวัน 1.5×150.0	=	225.00	ลบ.ม./วัน
ปริมาณน้ำใช้สูงสุดรายชั่วโมง 2.5×150.0	=	375.00	ลบ.ม./วัน
	=	15.625	ลบ.ม. /ชม.
กำหนดให้ปริมาณน้ำสำรอง	=	1	วัน
ดังนั้น			
ปริมาณน้ำใช้สำรองในถังเก็บน้ำ	=	150.00	ลบ.ม.

2. ถังเก็บน้ำชั้นหลังคา 4 ถัง

ปริมาตรถังน้ำ1	=	$3.35 \times 4.95 \times 1.60$ (2.0) ม.	=	26.53	ลบ.ม.
ปริมาตรถังน้ำ2	=	$3.35 \times 4.95 \times 1.60$ (2.0) ม.	=	26.53	ลบ.ม.
ปริมาตรถังน้ำ3	=	$3.95 \times 7.90 \times 1.20$ (1.7) ม.	=	37.45	ลบ.ม.
ปริมาตรถังน้ำ4	=	$3.85 \times 6.05 \times 1.20$ (1.7) ม.	=	27.65	ลบ.ม.
รวม	=			118.16	ลบ.ม.

กำหนดถังเก็บน้ำชั้นหลังคาสำรองน้ำได้	\geq	1	ชั่วโมง
ดังนั้นปริมาณน้ำที่เก็บกักได้	$118.16 / 15.625$	=	7.56 ชั่วโมง

3. ถังเก็บน้ำใต้ดิน

ขนาดถังเก็บน้ำใต้ดิน

- Freeboard	=	0.50	ม.
- พื้นที่ถังน้ำ $(3.3 \times 4.4) \times 2$ ถัง	=	29.04	ตร.ม.
- ความลึกน้ำ	=	2.00	ม.
- ปริมาตรน้ำเก็บกักสุทธิ	=	58.08	ลบ.ม.

สรุป ปริมาณเก็บน้ำของโครงการ $(58.08 + 118.16) = 176.24$ ลบ.ม.

4. ปริมาณน้ำดับเพลิง

ปริมาณน้ำดับเพลิง	$= (176.24 - 150) =$	26.24	ลบ.ม.
เวลาที่ใช้สำหรับงานดับเพลิง	$= (26.24 \times 30) / 57 =$	13.81	นาที

5. เครื่องสูบน้ำขึ้นถังสูง

ติดตั้งเครื่องสูบน้ำจำนวน 2 ชุด ให้ทำงานสลับกันในช่วงเวลาปกติ และทำงานพร้อมกัน(เสริมกัน) ในช่วงเวลาที่ต้องการอัตราการใช้น้ำสูงสุด

- เครื่องสูบน้ำหอยโข่งชนิด Priming Tank Centrifugal แบบ Horizontal Type

- ระยะเวลาที่สูบน้ำเต็มถังหลังคา	=	60	นาที
- ปริมาณการสูบน้ำ (6 ครั้ง/วัน)	=	25	ลบ.ม./ชม.
	=	6.95	ลิตร/วินาที
- ขนาดท่อส่ง (3")	=	0.08	ม.
- Static Head	=	28	ม.
- Total Head Loss $(125 \times 10 / 100)$	=	12.5	ม.
- แรงดันที่ปลาย	=	2.5	ม.
- TDH $(28 + 15 + 2)$	=	43	ม.
- ประสิทธิภาพของปั๊ม (n)	=	60	%
KW	=	$9.8(Q)(TDH)/n$	
	=	$(9.8 \times 0.007 \times 43 / 0.6)$	
	=	4.92	KW

สรุป เครื่องสูบน้ำหอยโข่งจำนวน 2 ชุด ต่อขนานกัน แต่ละชุดมีอัตราสูบ 7 ลิตร/วินาที ที่ความสูงสูบส่ง 43 เมตร มีกำลังเท่ากับ 5.00 KW

6. เครื่องสูบน้ำเพิ่มแรงดัน (Booster Pump)

วัตถุประสงค์ เพื่อเพิ่มแรงดันให้น้ำประปาที่จ่ายจากถังน้ำบนหลังคา สำหรับ
ห้องพักชั้น 6,7 และชั้น 8

ข้อมูลและเกณฑ์การออกแบบปริมาณการใช้น้ำ

- จำนวน Figure Units ของห้องน้ำ (FU)	=	10	หน่วย/ห้อง
- จำนวนห้องน้ำ	=	49	ห้อง / Pump
- จำนวน FU สูงสุด (10x49)	=	490	หน่วย
- จากค่า FU แสดงปริมาณการใช้น้ำ	=	8	ลิตร/วินาที

เครื่องสูบน้ำเพิ่มแรงดัน (Booster Pump)

- ปริมาณการสูบน้ำ	=	8	ลิตร/วินาที
- ขนาดท่อส่ง (3")	=	80	มม.
- Total Head Loss (70x10/100)	=	7	ม.
- แรงดันที่ปลาย	=	5	ม.
- TDH	=	12	ม.
- ประสิทธิภาพของปั๊ม (n)	=	65	%
KW	=	$9.8(Q)(TDH)/n$	
	=	$(9.8 \times 0.008 \times 11 / 0.65)$	
	=	1.45	KW

สรุป ติดตั้งเครื่องสูบน้ำเพิ่มแรงดัน (Booster Pump) 2 ชุด มีอัตราสูบ 8 ลิตร/วินาที
ความสูงสูบส่ง 12 เมตร มีกำลังเท่ากับ 1.50 KW



รายการคำนวณระบบดับเพลิง

วัตถุประสงค์ เพื่อกำหนดแบบระบบป้องกันอัคคีภัย โดยระบบดับเพลิงประกอบด้วย
ท่อเย็น จำนวน 2 ท่อ และตู้จ่ายน้ำดับเพลิง (Fire Hose Cabinet) พร้อมอุปกรณ์ชั้นละ 1 ชุด
ไม่มีเครื่องสูบน้ำดับเพลิง แต่สามารถนำปริมาณน้ำสำรองจากถังเก็บน้ำหลังคา มาใช้สำหรับ
ดับเพลิงเบื้องต้น ส่วนแหล่งน้ำที่ใช้สำหรับดับเพลิงมาจากหน่วยงานดับเพลิงของรัฐ
โดยโครงการเตรียมหัวรับน้ำดับเพลิงขนาด $2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2} \times 4$ " ไว้ด้านหน้าโครงการ

1. เกณฑ์การออกแบบระบบท่อ

- ปริมาณน้ำสำรองดับเพลิง	=	26.24	ลบ.ม.
- ระยะเวลาที่ใช้ดับเพลิงได้	=	13.81	นาที
- ขนาดท่อเย็น	=	0.10	ม.
- แรงดันที่หัวฉีด (max)	=	25	ม.น้ำ



รายการคำนวณบ่อดักไขมัน

LIB CONDO รามคำแหง 43/1

เกณฑ์การออกแบบทั่วไป

คุณลักษณะของน้ำเสีย

จำนวนผู้พักอาศัย และพนักงานในโครงการ	=	722	คน
ใช้บ่อดักไขมันทั้งหมด	=	2	บ่อ
จำนวนผู้พักอาศัย และพนักงาน	=	400	คน/บ่อ
ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น	=	30	ลิตร/คน/วัน
ปริมาณน้ำเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้น	=	400x30/1000	
	=	12	ลบ.ม./วัน
เลือกใช้บ่อดักไขมัน จำนวน	=	2	ถัง
ระยะเวลาที่ต้องการสำหรับการย่อยไขมัน	=	8	ชม.
ปริมาตรบ่อดักไขมันแต่ละบ่อที่ต้องการ	=	12 x (8/24)	
	=	4	ลบ.ม.
ขนาดถัง			
ความกว้าง	=	1.60	ม.
ความยาว	=	2.35	ม.
น้ำมันและไขมัน	=	1.20	ม.
freeboard	=	0.3	ม.
Check ปริมาตร 1.60 x 2.35 x 1.40 (1.20)	=	4.51 > 4	ลบ.ม.

ระบบบำบัดน้ำเสียรวม

ระบบบำบัดที่ใช้ : ระบบเติมอากาศชนิดมีตัวกลางยึดเกาะ
Fixed - Film Aeration (Aerobic Biofilm)

ปริมาณน้ำเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้น	60	ลบ.ม./วัน
ค่าความสกปรกเข้า (BOD5)	250	มก/ล.

เกณฑ์การออกแบบทั่วไป

คุณลักษณะของน้ำเสีย WASTEWATER CHARACTERISTIC

ปริมาณน้ำเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้น	=	60	ลบ.ม./วัน
บีโอดีของน้ำเสียที่ไหลเข้าถังบำบัดน้ำเสีย	=	250	มก./ล.
บีโอดีของน้ำหลังจากการบำบัดแล้วไม่เกิน	=	20	มก./ล.
ของแข็งแขวนลอย (SS) หลังจากการบำบัดแล้วไม่เกิน	=	30	มก./ล.

1 ถังแยกกากตะกอน SOLID SEPARATION TANK S/T

ปริมาณน้ำเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้น	=	60	ลบ.ม./วัน
บีโอดีของน้ำเสียที่ไหลเข้าถังบำบัดน้ำเสีย	=	250	มก./ล.
ระยะเวลาเก็บกัก	=	9.0	ชม.

Reference - Metcalf & Eddy , Wastewater Engineering Treatment and Reuse , Fourth Edition , Page 407

ปริมาตรถังเกราะที่ต้องการ	=	22.50	ลบ.ม.
ถัง NBF-50 มีปริมาตรส่วนเกราะ	=	22.54 ลบ.ม.	> 22.50 ลบ.ม.ใช้ได้
ระยะเวลาเก็บกักจริง	=	22.54 / 60	
	=	0.38	วัน
	=	9.017 ชม.	> 9.0 ชม.ใช้ได้
ประสิทธิภาพของS/T	=	30%	

Reference - Metcalf & Eddy , Wastewater Engineering Treatment and Reuse , Fourth Edition , Page 396

* BOD OUTLET FROM S/T TANK	=	250 X 0.70	
	=	175	มก./ล.

2 ถังเติมอากาศชนิดมีตัวกลางยึดเกาะ FIXED FILM AERATION TANK (FFA/T)

บีโอดีของน้ำเสียที่ไหลเข้า FFA/T	=	175	มก./ล.
บีโอดีของน้ำเสียผ่าน FFA/T แล้ว	=	20	มก./ล.
บีโอดีที่ถูกกำจัด	=	175 - 20	
	=	155	มก./ล.
BOD REMOVED LOADING	=	155 x 60 / 1,000	
	=	9.3	กก.BOD/วัน
ORGANIC LOADING	=	0.0050 - 0.016	KgTotalBOD5/m2.day

Reference - Metcalf & Eddy ,Wastewater Engineering Treatment and Reuse , Fourth Edition , Page 933(Table 9-8)

เลือกใช้ ORGANIC LOADING	=	0.0050	KgTotalBOD5/m2.day
พื้นที่ผิวของตัวกลางที่ต้องการ	=	9.3 / 0.0050	
	=	1,860	ตร.ม.

เลือกใช้	ตัวกลางพลาสติก	สำหรับ	FFA/T	
	วัสดุ	=	POLYETHYLENE	
	พื้นที่ผิว	=	190	ตร.ม./ลบ.ม.ของตัวกลาง
ปริมาตรของตัวกลางที่ต้องการ		=	1,860 / 190	
		=	9.789473684	ลบ.ม.
ถึง NBF-60 มีปริมาตรของ FFA/T		=	17.64	ลบ.ม.

check	ระยะเวลาเก็บกัก, HRT	=	17.64 / 60	
		=	0.294	วัน
		=	7.1	ชม.

check ความหนาของตะกอนที่เกาะผิวตัวกลาง

F / M Ratio	=	บีโอดีของน้ำเสีย / (HRT x MLSS)	
	=	0.20	
MLSS	=	175 / (0.29 x 0.20)	
	=	2977	กก./ลบ.
มวลของจุลินทรีย์ที่อยู่ในถังเดิมอากาศ	=	2977 x 17.64 / 1000	
	=	52.50	กก.
ความถ่วงจำเพาะของจุลินทรีย์ที่เกาะตัวกลาง	=	1.02	

Reference - Metcalf & Eddy ,Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse ,Third Edition ,Page 773 (Table 12-7)

ความหนาแน่นของจุลินทรีย์ที่เกาะตัวกลาง	=	1.02 x 1000	
	=	1020	กก./ลบ.ม.
ปริมาตรของจุลินทรีย์ที่อยู่ในถังเดิมอากาศ	=	52.50 / 1020	
	=	0.051	ลบ.ม.
พื้นที่ผิวของตัวกลางทั้งหมด	=	1860	ตร.ม.
ความหนาของจุลินทรีย์ที่เกาะผิวตัวกลาง	=	0.051 / 1860	
	=	0.000028	ม.
	=	28	ไมโครเมตร

ปริมาณอากาศที่ต้องการ

BOD5 APPLIED	=	60 x 175 / 1,000	
	=	10.5	กก./วัน
ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ	=	1.5 x กก.BOD5 APPLIED	
	=	1.5 x 10.5	

	=	15.8	กก.02/วัน
SOR	=	15.75 / 0.68 x 24	
	=	0.965	กก.02/ชม.
Peak Factor	=	1.3	
ปริมาณออกซิเจนที่ใช้	=	1.0 x 1.3	
	=	1.25	กก.02/ชม.
อากาศมีปริมาณออกซิเจน	=	23.2 %	ออกซิเจนโดยน้ำหนัก
น้ำหนักของอากาศ	=	1.201	กก./ลบ.ม.
ปริมาณอากาศที่ต้องการตามทฤษฎี	=	1.255 / (0.232 x 1.201)	
	=	4.50	ลบ.ม./ชม.
ประสิทธิภาพของหัวกระจายอากาศ	=	4 %	
Reference - Metcalf & Eddy , Wastewater Engineering Treatment and Reuse , Fourth Edition , Page 454			
ปริมาณอากาศที่ต้องการจริง	=	4.50 / 0.04	
	=	112.5674356	ลบ.ม./ชม.
	=	1.88	ลบ.ม./นาที่
	=	1876	ลิตร/นาที่

3 ถังตกตะกอน

SEDIMENTATION TANK

Design Criteria : Surface overflow rate

reference - Wastewater Engineering treatment disposal reuse, Metcalf & Eddy (third edition)

page 588 (table 10-12)

Overflow rate	400 - 800	gal/ft2.d
	16.28 - 32.6	m3/m2.d
พื้นที่ถังตกตะกอนที่ต้องการ	= ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น / Overflow rate	
	= 60 / 24	
	= 2.50	ตร.ม.
ถัง NBF-60 มีพื้นที่ของถังตกตะกอน	= 2.50 ตร.ม. > 2.50 ตร.ม.ใช้ได้	
ปริมาตรถังตกตะกอน	= 6.29	ลบ.ม.
Check อัตราการไหลกลับ (Overflow rate)	= 60 / 2.50	
	= 24	ลบ.ม./ตร.ม.-วัน
	> 24ใช้ได้
ระยะเวลาเก็บกัก	= 6.29 X 24 / 60	
	= 2.5	ชม.
	> 2.5-3.0	ชม. ...ใช้ได้

ปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้น

DESIGN CRITERIA : WEIGHT OF SLUDGE PRODUCTION

Reference - Wastewater Treatment By Biological Contact Oxidation Process

Yu Ganshen & Zhejiang , Press of Science & Technology , 1983 , Page – 86

BOD LOADING (กก.BOD/ลบ.ม.วัน)	น้ำหนักตะกอน (กก.ตะกอน/กก.BODที่ถูกกำจัด)
1.0	0.18
1.5	0.31
2.0	0.35
2.5	0.42
3.0	0.58
3.6	0.70

BOD INLET IN AERATION TANK	=	175	กก./ล.
FLOWRATE	=	60	ลบ.ม./วัน
MEDIA VOLUME REQUIRED	=	9.79	ลบ.ม.
BOD LOADING	=	10.50	กก.BOD/วัน
	=	10.5 / 9.79	
	=	1.07	กก.BOD/ลบ.ม.วัน
น้ำหนักตะกอนที่เกิดขึ้น	=	0.31	กก.ตะกอน/กก.BODที่ถูกกำจัด
BOD REMOVED LOADING	=	9.30	กก.BOD/วัน
ปริมาณของตะกอนทั้งหมดที่เกิดขึ้น	=	0.31 x 9.30	
	=	2.88	กก.ตะกอน/วัน
ความเข้มข้นของตะกอนที่เก็บในถัง	=	2.0%	

Reference - Metcalf & Eddy ,Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse ,Third Edition ,Page 774 (Table 12-8)

	=	20	กก/ลบ.ม
	=	2.88 / 20	
	=	0.144	ลบ.ม/วัน

ตะกอนที่เกิดขึ้นในส่วนของถังตกตะกอน(Sedimentation Tank)จะถูกสูบกลับ โดย Air Lift Pump
ไปยังบ่อแยกกากตะกอน (Solid Separation Tank)

สรุปรายละเอียดของระบบบำบัดน้ำเสียรวม

เครื่องจักรอุปกรณ์

-	ตัวกลางพลาสติก	9.79	ลบ.ม.	
	พื้นที่ผิวอย่างน้อย	190	ตร.ม./ลบ.ม.ตัวกลาง	
	มาตรฐานตัวอย่าง	AQUA	,	หรือเทียบเท่า
-	เครื่องเป่าอากาศ	2	ชุด	
	อัตราเป่าอากาศอย่างน้อย	1.08	ลบ.ม./นาที่	
	ความดัน	3.00	เมตร น้ำ	
	มาตรฐานตัวอย่าง	KFM	,	หรือเทียบเท่า
-	Automatic Air Lift Pump	1	ชุด	
-	คูควบคุม	1	ชุด	

รายการออกแบบระบบ Aerosol ระบบบำบัดน้ำเสีย 60 ลบ.ม/วัน

โครงการ : LIB CONDO รามคำแหง 43/1

ข้อมูลออกแบบ Aerosol รุ่น PP-FILTER SCRUBBER-1000 จำนวน 1 ชุด

ลักษณะน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสียมาตรฐาน PP : น้ำทิ้งรวมจากภายในอาคาร ไม่รวมน้ำฝน

ระบบที่ใช้เป็นชนิดเติมอากาศเลี้ยงตะกอนเวียนกลับ

ปริมาณน้ำเสียออกแบบ (waste flow design)	60.00 ลบ.ม./ว
ความเข้มข้น บีโอดี เข้าระบบ (Influent BOD concentration)	250.00 มก./ล.
ความเข้มข้น บีโอดี ออกระบบ (Effluent BOD concentration)	20.00 มก./ล.
น้ำหนัก บีโอดี ก่อนเข้าระบบ	15.00 กก บีโอดี/ว

เครื่องเติมอากาศที่ถูกเลือกใช้ภายในระบบ

เลือกใช้เครื่องเติมอากาศชนิดจุ่มได้น้ำ

ความสามารถให้ลมได้ต่อเครื่อง (air circulation capacity/ unit)	84.6 ลบ.ม./ชม.
---	----------------

1. ปริมาณ Aerosol จากเครื่องเติมอากาศ

ปริมาณอากาศจากเครื่องเติมอากาศ	84.6 ลบ.ม./ชม.
ปริมาณออกซิเจนที่ใช้จริงที่ความลึกน้ำ 3 เมตรในรูปฟองอากาศ	3 %
จำนวนครั้งของอากาศเติมหมุนเวียนได้ภายในระบบ	33.3 ครั้ง
safety factor	1.5
จำนวนครั้งการหมุนเวียนจริง	22.22 ครั้ง
ตัวเลขใช้จริง	20 ครั้ง
ดังนั้นปริมาณ Aerosol ที่ถูกดึงออกจากระบบ	4.23 ลบ.ม./ชม. 4230 ลิตร/ชม.

2. ปริมาณ Aerosol ดังแยกจากตะกอน และ ดังปรับสภาพ

ส่วนปรับสภาพน้ำเสีย/ส่วนแยกกากตะกอน	40.18 ลบ.ม
ส่วนตกตะกอน	7.52 ลบ.ม
Aerosol จากระบบไร้อากาศต่อวัน	20 %
ดังนั้นปริมาณ Aerosol ที่ถูกดึงออกจากระบบส่วนแยกกาก	8.036 ลบ.ม/วัน 335 ลิตร/ชม.
ดังนั้นปริมาณ Aerosol ที่ถูกดึงออกจากระบบส่วนตกตะกอน	1.504 ลบ.ม/วัน 63 ลิตร/ชม.

3. ปริมาณ Aerosol รวมจากทั้งระบบ

	4628 ลิตร./ชม.
	4.63 ลบ.ม./ชม.
	111.06 ลบ.ม./วัน
จำนวน Aerosol model 1000	1.00 ถัง
ปริมาตรรวมของถัง	0.59 ลบ.ม
พื้นที่ผิวของ media	140 ตร.ม/ลบ.ม
พื้นที่ผิวรวม	81.95 ตร.ม/ลบ.ม
พื้นที่ผิวสัมผัสอากาศ	37.73 ตร.ม/ลบ.ม
	OK
พื้นที่หน้าตัดถัง	0.65 ตร.ม
ปริมาณอากาศเข้าระบบ	4.63 ลบ.ม./ชม.
ความเร็วการไหลของอากาศ	7.12 ม./ชม.
	0.11865 ม./นาที่
	0.00198 ม./วินาที
	OK

*According to the design flow rate , the air flow should not be higher than 0.0047 m/s (V. Hecht *,
D. Brebbermann, P. Bremer, W.-D Deckwer)

โครงการ : ระบบ Aerosol ระบบบำบัดน้ำเสีย 60 ลบ.ม/วัน

โครงการ : LIB CONDO รวมค่านาง 43/1

ถังบำบัด Aerosol รุ่น PP-FILTER SCRUBBER-1000 จำนวน 1 ชุด

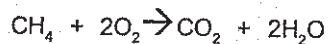
ข้อมูลรายละเอียด (Specification)

1. ชนิดอากาศเสีย	จากระบบบำบัดน้ำเสียมาตรฐาน premier products
2. ชนิดของระบบที่ใช้บำบัด	ระบบบำบัดชนิด Biological scrubber
3. ปริมาณอากาศเสีย	111.06 ลบ.ม/วัน
4. ปริมาตรรวมของระบบบำบัดอากาศ	ความจุ media 0.59 ลบ.ม.
5. ขนาดถังไฟเบอร์กลาส (FRP.)	ถังบำบัดอากาศเสีย เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.91 ม. สูง 2.14 ม. จำนวน 1 ใบ
6. เครื่องส่งอากาศ	Ring blower 0.4 kW
จากระบบบำบัดน้ำเสีย	ไฟฟ้า 220/1/50 จำนวนเครื่อง 1 เครื่อง และได้รับรองความปลอดภัย จากสถาบันที่ เชื่อถือได้ เช่น UL เป็นต้น
7. ขนาดท่อน้ำเสีย/ระบายอากาศ	4 นิ้ว / 2 นิ้ว พีวีซี ชั้น 8.5
8. วัสดุตัวถัง	ไฟเบอร์กลาสเสริมแรง
9. วิธีการพันถัง/สีตัวถัง	ใช้ระบบ Spray up , Filament winding and Hand Lay-up
10. น้ำหนัก	200 กิโลกรัม (น้ำหนักรวม)
11. จำนวนถังบำบัดน้ำเสีย	1 ชุด (จำนวน 1 ใบ)

รายการคำนวณปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดในส่วนแยกกาก (Solid Separation Tank)

การคำนวณการเกิดก๊าซมีเทน

จากสมการสมดุลเคมี



1 โมลของมีเทน (22.4 ลิตร ที่ 0°C) ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน 2 โมล (64 กรัม)

ดังนั้น 1 g COD ที่ถูกกำจัด = 0.35 ลิตร (CH₄ ที่ 0°C; 1 atm.)

หรือ 1 g COD ที่ถูกกำจัด = 0.382 ลิตร (CH₄ ที่ 25°C; 1 atm.)

การคำนวณปริมาตรก๊าซมีเทนจากระบบบำบัดน้ำเสียของโครงการ

เกณฑ์ในการออกแบบ

กำหนด BOD ที่เข้าสู่ระบบบำบัด = 250 มก./ลิตร

BOD5 : COD (กรณีน้ำเสียชุมชน) = 0.67

ประสิทธิภาพการกำจัด BOD = 10%

ดังนั้น

ปริมาณน้ำเสียของโครงการ = 60 ลบ.ม./วัน/ถัง

CODของน้ำเสียโครงการที่เกิดขึ้นต่อวัน = 60x250 x 0.1 / 0.67

= 2,238.8 กรัม/วัน

ฉะนั้นปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นสูงสุดต่อวัน = 0.382x3,358.21 กรัม/วัน

= 855.22 ลิตร/วัน (ที่ 25°C; 1 atm.)

ใช้ถังเก็บก๊าซมีเทน ขนาดปริมาตร 2,000 ลิตร

กำจัดก๊าซมีเทนโดยการเผาทำลาย 1-2 วัน / ครั้ง

ระบบบำบัดน้ำเสียรวม

ระบบบำบัดที่ใช้ : ระบบเติมอากาศชนิดมีตัวกลางยึดเกาะ
Fixed - Film Aeration (Aerobic Biofilm)

ปริมาณน้ำเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้น	70	ลบ.ม./วัน
ค่าความสกปรกเก่า (BOD5)	250	มก/ล.

เกณฑ์การออกแบบทั่วไป

คุณลักษณะของน้ำเสีย WASTEWATER CHARACTERISTIC

ปริมาณน้ำเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้น	=	70	ลบ.ม./วัน
บีโอดีของน้ำเสียที่ไหลเข้าถังบำบัดน้ำเสีย	=	250	มก./ล.
บีโอดีของน้ำเสียหลังผ่านการบำบัดแล้วไม่เกิน	=	20	มก./ล.
ของแข็งแขวนลอย (SS) หลังผ่านการบำบัดแล้วไม่เกิน	=	30	มก./ล.

1 ถังแยกกากตะกอน SOLID SEPARATION TANK S/T

ปริมาณน้ำเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้น	=	70	ลบ.ม./วัน
บีโอดีของน้ำเสียที่ไหลเข้าถังบำบัดน้ำเสีย	=	250	มก./ล.
ระยะเวลาเก็บกัก	=	9.0	ชม.
Reference - Metcalf & Eddy , Wastewater Engineering Treatment and Reuse , Fourth Edition , Page 407			
ปริมาตรถังเกราะที่ต้องการ	=	26.25	ลบ.ม.
ถัง NBF-70 มีปริมาตรส่วนเกราะ	=	26.28 ลบ.ม.	> 26.25 ลบ.ม.ใช้ได้
ระยะเวลาเก็บกักจริง	=	26.28 / 70	
	=	0.38	วัน
	=	9.01 ชม.	> 9.0 ชม.ใช้ได้
ประสิทธิภาพของS/T	=	30%	

Reference - Metcalf & Eddy , Wastewater Engineering Treatment and Reuse , Fourth Edition , Page 396

* BOD OUTLET FROM S/T TANK	=	250 X 0.70	
	=	175	มก./ล.

ปริมาณอากาศที่ต้องการ

BOD5 APPLIED	=	70 x 250 / 1,000	
	=	17.50	กก./วัน
ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ	=	1.5 x กก.BOD5 APPLIED	
	=	1.5 x 17.50	
	=	26.25	กก.O2/วัน
SOR	=	26.25 / 0.68 x 24	
	=	1.61	กก.O2/ชม.
Peak Factor	=	1.3	
ปริมาณออกซิเจนที่ใช้	=	1.61 x 1.3	
	=	2.09	กก.O2/ชม.

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณอากาศที่ต้องการตามทฤษฎี} &= 2.09 / (0.232 \times 1.201) \\ &= 7.50 \text{ ลบ.ม./ชม.} \end{aligned}$$

$$\text{ประสิทธิภาพของหัวกระจายอากาศ} = 4 \%$$

Reference - Metcalf & Eddy , Wastewater Engineering Treatment and Reuse , Fourth Edition , Page 454

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณอากาศที่ต้องการจริง} &= 7.50 / 0.04 \\ &= 187.61 \text{ ลบ.ม./ชม.} \\ &= 3.13 \text{ ลบ.ม./นาทึ} \\ &= 3127 \text{ ลิตร/นาทึ} \end{aligned}$$

2 ถังเติมอากาศชนิดมีตัวกลางยึดเกาะ

FIXED FILM AERATION TANK (FFA/T)

$$\begin{aligned} \text{บีโอดีของน้ำเสียที่ไหลเข้า FFA/T} &= 175 \text{ มก./ล.} \\ \text{บีโอดีของน้ำเสียผ่าน FFA/T แล้ว} &= 20 \text{ มก./ล.} \\ \text{บีโอดีที่ถูกลำจัด} &= 175 - 20 \\ &= 155 \text{ มก./ล.} \\ \text{BOD REMOVED LOADING} &= 155 \times 70 / 1,000 \\ &= 10.85 \text{ กก.BOD/วัน} \\ \text{ORGANIC LOADING} &= 0.0050 - 0.016 \text{ KgTotalBOD5/m2.day} \\ \text{เลือกใช้ ORGANIC LOADING} &= 0.0050 \text{ KgTotalBOD5/m2.day} \\ \text{พื้นที่ผิวของตัวกลางที่ต้องการ} &= 10.85 / 0.0050 \\ &= 2,170 \text{ ตร.ม.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{เลือกใช้ ตัวกลางพลาสติก} &\text{สำหรับ FFA/T} \\ \text{วัสดุ} &= \text{POLYETHYLENE} \\ \text{พื้นที่ผิว} &= 190 \text{ ตร.ม./ลบ.ม.ของตัวกลาง} \\ \text{ปริมาตรของตัวกลางที่ต้องการ} &= 2,170 / 190 \\ &= 11.42105263 \text{ ลบ.ม.} \\ \text{ถัง NBF-70 มีปริมาตรของ FFA/T} &= 20.60 \text{ ลบ.ม.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{check} \quad \text{ระยะเวลาเก็บกัก, HRT} &= 20.60 / 70 \\ &= 0.294 \text{ วัน} \\ &= 7.1 \text{ ชม.} \end{aligned}$$

check ความหนาของตะกอนที่เกาะผิวตัวกลาง

$$F/M \text{ Ratio} = \frac{\text{บีโอดีของน้ำเสีย}}{(HRT \times MLSS)}$$

$$= 0.20$$

$$MLSS = \frac{175}{(0.29 \times 0.20)}$$

$$= 2973 \text{ มก./ล.}$$

$$\text{มวลของจุลินทรีย์ที่อยู่ในถังเดิมอากาศ} = \frac{2973 \times 20.60}{1000}$$

$$= 61.25 \text{ กก.}$$

$$\text{ความถ่วงจำเพาะของจุลินทรีย์ที่เกาะตัวกลาง} = 1.02$$

Ref. - Metcalf & Eddy ,Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse,Third Edition ,Page 773 (Table 12-7)

$$\text{ความหนาแน่นของจุลินทรีย์ที่เกาะตัวกลาง} = 1.02 \times 1000$$

$$= 1020 \text{ กก./ลบ.ม.}$$

$$\text{ปริมาตรของจุลินทรีย์ที่อยู่ในถังเดิมอากาศ} = \frac{61.25}{1020}$$

$$= 0.060 \text{ ลบ.ม.}$$

$$\text{พื้นที่ผิวของตัวกลางทั้งหมด} = 2170 \text{ ตร.ม.}$$

$$\text{ความหนาของจุลินทรีย์ที่เกาะผิวตัวกลาง} = \frac{0.060}{2170}$$

$$= 0.000028 \text{ ม.}$$

$$= 28 \text{ ไมโครเมตร}$$

ปริมาณอากาศที่ต้องการ

$$BOD_5 \text{ APPLIED} = \frac{70 \times 175}{1,000}$$

$$= 12.25 \text{ กก./วัน}$$

$$\text{ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ} = 1.5 \times \text{กก.BOD}_5 \text{ APPLIED}$$

$$= 1.5 \times 12.3$$

$$= 18.4 \text{ กก.O}_2/\text{วัน}$$

$$SOR = \frac{18.38}{0.68 \times 24}$$

$$= 1.126 \text{ กก.O}_2/\text{ชม.}$$

$$\text{Peak Factor} = 1.3$$

$$\text{ปริมาณออกซิเจนที่ใช้} = 1.1 \times 1.3$$

$$= 1.46 \text{ กก.O}_2/\text{ชม.}$$

$$\text{อากาศที่มีปริมาณออกซิเจน} = 23.2 \% \text{ ออกซิเจนโดยน้ำหนัก}$$

$$\text{น้ำหนักของอากาศ} = 1.201 \text{ กก./ลบ.ม.}$$

$$\text{ปริมาณอากาศที่ต้องการตามทฤษฎี} = \frac{1.464}{(0.232 \times 1.201)}$$

$$= 5.25 \text{ ลบ.ม./ชม.}$$

ประสิทธิภาพของหัวกระจายอากาศ = 4 %

** Reference - Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering Treatment and Reuse, Fourth Edition, Page 454

ปริมาณอากาศที่ต้องการจริง = 5.25 / 0.04
 = 131.3286748 ลบ.ม./ชม.
 = 2.19 ลบ.ม./นาที
 = 2189 ลิตร/นาที

3 ถังตกตะกอน SEDIMENTATION TANK

Design Criteria : Surface overflow rate

reference - Wastewater Engineering treatment disposal reuse, Metcalf & Eddy (third edition)

page 588 (table 10-12)

Overflow rate 400 - 800 gal/ft².d
 16.28 - 32.6 m³/m².d

พื้นที่ถังตกตะกอนที่ต้องการ = ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น / Overflow rate
 = 70 / 24

= 2.92 ตร.ม.

ถัง NBF-70 มีพื้นที่ของถังตกตะกอน = 2.92 ตร.ม. > 2.92 ตร.ม.ใช้ได้

ปริมาตรถังตกตะกอน = 7.49 ลบ.ม.

Check อัตราการไหลกลับ (Overflow rate) = 70 / 2.92
 = 23.97 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน
 < 24ใช้ได้

ระยะเวลาเก็บกัก = 7.49 X 24 / 70
 = 2.569 ชม.
 > 2.5-3.0 ชม.ใช้ได้

ปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้น

DESIGN CRITERIA : WEIGHT OF SLUDGE PRODUCTION

Reference - Wastewater Treatment By Biological Contact Oxidation Process

Yu Ganshen & Zhejiang , Press of Science & Technology , 1983 , Page – 86

BOD LOADING (กก.BOD/ลบ.ม.วัน)	น้ำหนักตะกอน (กก.ตะกอน/กก.BODที่ถูกกำจัด)
1.0	0.18
1.5	0.31
2.0	0.35
2.5	0.42
3.0	0.58
3.6	0.70

BOD INLET IN AERATION TANK	=	175	มก./ล.
FLOWRATE	=	70	ลบ.ม./วัน
MEDIA VOLUME REQUIRED	=	11.42	ลบ.ม.
BOD LOADING	=	12.25	กก.BOD/วัน
	=	12.25 / 11.42	
	=	1.07	กก.BOD/ลบ.ม.วัน
น้ำหนักตะกอนที่เกิดขึ้น	=	0.31	กก.ตะกอน/กก.BODที่ถูกกำจัด
BOD REMOVED LOADING	=	10.85	กก.BOD/วัน
ปริมาณของตะกอนทั้งหมดที่เกิดขึ้น	=	0.31 x 10.85	
	=	3.36	กก.ตะกอน/วัน
ความเข้มข้นของตะกอนที่เก็บในถัง	=	2.0%	
Ref. - Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse, Third Edition, Page 774 (Table 12-8)			
	=	20	กก/ลบ.ม
	=	3.36 / 20	
	=	0.168	ลบ.ม./วัน

ตะกอนที่เกิดขึ้นในส่วนของถังตกตะกอน(Sedimentation Tank)จะถูกสูบกลับ โดย Air Lift Pump ไปยังบ่อแยกตะกอน(Solid Separation Tank)

สรุปรายละเอียดของระบบบำบัดน้ำเสียรวม

เครื่องจักรอุปกรณ์

-	ตัวกลางพลาสติก	11.42105263	ลบ.ม.	
	พื้นที่ผิวอย่างน้อย	190	ตร.ม./ลบ.ม.ตัวกลาง	
	มาตรฐานตัวอย่าง	AQUA	,	หรือเทียบเท่า
-	เครื่องเป่าอากาศ	2	ชุด	
	อัตราเป่าอากาศอย่างน้อย	1.09	ลบ.ม./นาที่	
	ความดัน	3.00	เมตร น้ำ	
	มาตรฐานตัวอย่าง	KFM	,	หรือเทียบเท่า
-	Automatic Air Lift Pump	1	ชุด	
-	ตู้ควบคุม	1	ชุด	

รายการออกแบบระบบ Aerosol ระบบบำบัดน้ำเสีย 70 ลบ.ม./วัน

โครงการ : LIB CONDO รวมค่าแห่ง 43/1

ข้อมูลออกแบบ Aerosol จำนวน 1 ชุด

ลักษณะน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสียมาตรฐาน PP : น้ำทิ้งรวมจากภายในอาคาร ไม่รวมน้ำฝน
ระบบที่ใช้เป็นชนิดเติมอากาศเลี้ยงตะกอนเวียนกลับ

ปริมาณน้ำเสียออกแบบ (waste flow design)	70.00 ลบ.ม./ว
ความเข้มข้น บีโอดี เข้าระบบ (Influent BOD concentration)	250.00 มก./ล.
ความเข้มข้น บีโอดี ออกระบบ (Effluent BOD concentration)	20.00 มก./ล.
น้ำหนัก บีโอดี ก่อนเข้าระบบ	17.50 กก บีโอดี/ว

เครื่องเติมอากาศที่ถูกเลือกใช้ภายในระบบ

เลือกใช้เครื่องเติมอากาศชนิดจุ่มได้น้ำ

ความสามารถให้ลมได้ต่อเครื่อง (air circulation capacity/ unit)	84.6 ลบ.ม./ชม.
---	----------------

1. ปริมาณ Aerosol จากเครื่องเติมอากาศ

ปริมาณอากาศจากเครื่องเติมอากาศ	84.6 ลบ.ม./ชม.
ปริมาณออกซิเจนที่ใช้จริงที่ความลึกน้ำ 3 เมตรในรูปฟองอากาศ	3 %
จำนวนครั้งของอากาศเติมหมุนเวียนได้ภายในระบบ	33.3 ครั้ง
safty factor	1.5
จำนวนครั้งการหมุนเวียนจริง	22.22 ครั้ง
ตัวเลขใช้จริง	20 ครั้ง
ดังนั้นปริมาณ Aerosol ที่ถูกดึงออกจากระบบ	4.23 ลบ.ม./ชม.
	4230 ลิตร/ชม.

2. ปริมาณ Aerosol ดึงแยกจากตะกอน และ ถึงปรับสภาพ

ส่วนปรับสภาพน้ำเสีย/ส่วนแยกกากตะกอน	46.88 ลบ.ม
ส่วนตกตะกอน	8.48 ลบ.ม
Aerosol จากระบบไร้อากาศต่อวัน	20 %
ดังนั้นปริมาณ Aerosol ที่ถูกดึงออกจากระบบส่วนแยกกาก	9.376 ลบ.ม./วัน
	391 ลิตร/ชม.
ดังนั้นปริมาณ Aerosol ที่ถูกดึงออกจากระบบส่วนตกตะกอน	1.696 ลบ.ม./วัน
	71 ลิตร/ชม.

3. ปริมาณ Aerosol รวมจากทั้งระบบ

	4691 ลิตร./ชม.
	4.69 ลบ.ม./ชม.
	112.59 ลบ.ม./วัน
จำนวน Aerosol model 1000	1.00 ถัง
ปริมาตรรวมของถัง	0.59 ลบ.ม.
พื้นที่ผิวของ media	140 ตร.ม/ลบ.ม
พื้นที่ผิวรวม	81.95 ตร.ม/ลบ.ม
พื้นที่ผิวสัมผัสอากาศ	37.73 ตร.ม/ลบ.ม
	OK
พื้นที่หน้าตัดถัง	0.65 ตร.ม
ปริมาณอากาศเข้าระบบ	4.69 ลบ.ม./ชม.
ความเร็วการไหลของอากาศ	7.22 ม./ชม.
	0.12029 ม./นาที่
	0.00200 ม./วินาที
	OK

*According to the design flow rate , the air flow should not be higher than 0.0047 m/s (V. Hecht *,
D. Brebbermann, P. Bremer, W.-D Deckwer)



โครงการ : LIB CONDO

สถานที่ : รามคำแหง 43/1

ถังบำบัด Aerosol ระบบบำบัดน้ำเสีย 70 ลบ.ม/วัน

ข้อมูลรายละเอียด (Specification)

1. ชนิดอากาศเสีย	จากระบบบำบัดน้ำเสียมาตรฐาน premier products
2. ชนิดของระบบที่ใช้บำบัด	ระบบบำบัดชนิด Biological scrubber
3. ปริมาณอากาศเสีย	112.59 ลบ.ม/วัน <130
4. ปริมาตรรวมของระบบบำบัดอากาศ	ความจุ media 0.59 ลบ.ม.
5. ขนาดถังไฟเบอร์กลาส (FRP.)	ถังบำบัดอากาศเสีย เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.91 ม. สูง 2.14 ม. จำนวน 1 ใบ
6. เครื่องส่งอากาศ	Ring blower 0.4 kW
จากระบบบำบัดน้ำเสีย	ไฟฟ้า 220/1/50 จำนวนเครื่อง 1 เครื่อง และได้รับรองความปลอดภัย จากสถาบันที่ เชื่อถือได้ เช่น UL เป็นต้น
7. ขนาดท่อน้ำเสีย/ระบายอากาศ	4 นิ้ว / 2 นิ้ว พีวีซี ชั้น 8.5
8. วัสดุตัวถัง	ไฟเบอร์กลาสเสริมแรง
9. วิธีการพ่นถัง/สีตัวถัง	ใช้ระบบ Spray up , Filament widening and Hand Lay-up
10. น้ำหนัก	200 กิโลกรัม (น้ำหนักรวม)
11. จำนวนถังบำบัดน้ำเสีย	1 ชุด (จำนวน 1 ใบ)

รายการคำนวณปริมาณก๊าซมีเทน ที่เกิดในส่วนแยกกาก (Solid Separation Tank)

การคำนวณการเกิดก๊าซมีเทน

จากสมการสมดุลเคมี



1 โมล ของมีเทน (22.4 ลิตร ที่ 0°C) ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน 2 โมล (64 กรัม)

ดังนั้น 1 g COD ที่ถูกกำจัด = 0.35 ลิตร (CH₄ ที่ 0°C; 1 atm.)

หรือ 1 g COD ที่ถูกกำจัด = 0.382 ลิตร (CH₄ ที่ 25°C; 1 atm.)

การคำนวณปริมาตรก๊าซมีเทนจากระบบบำบัดน้ำเสียของโครงการ

เกณฑ์ในการออกแบบ

กำหนด BOD ที่เข้าสู่ระบบบำบัด = 250 มก./ลิตร

BOD5 : COD (กรณีน้ำเสียชุมชน) = 0.67

ประสิทธิภาพการกำจัด BOD = 10%

ดังนั้น

ปริมาณน้ำเสียของโครงการ = 70 ลบ.ม./วัน/ถัง

COD ของน้ำเสียโครงการที่เกิดขึ้นต่อวัน = 70 x 250 x 0.1 / 0.67

= 2,611.94 กรัม/วัน

ฉะนั้นปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นสูงสุดต่อวัน = 0.382 x 2,611.94 กรัม/วัน

= 997.76 ลิตร/วัน (ที่ 25°C; 1 atm.)

ใช้ถังเก็บก๊าซมีเทน ขนาดปริมาตร 2,000 ลิตร

กำจัดก๊าซมีเทนโดยการเผาทำลาย 1-2 วัน / ครั้ง

เครื่องสูบน้ำรดน้ำต้นไม้ (Submersible Pump)

วัตถุประสงค์ เพื่อสูบน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว ไปใช้รดน้ำต้นไม้บริเวณพื้นที่สีเขียว โดยติดตั้งเครื่องสูบน้ำชนิดจุ่มในบ่อพักน้ำใส และทำงานด้วย Automatic (Timer Switch Control) และ/หรือ Manual

ข้อมูลและเกณฑ์การออกแบบปริมาณการสูบน้ำ

เครื่องสูบน้ำ (SW-1)

- ปริมาณการสูบน้ำ	=	5	ลิตร/วินาที
- ขนาดท่อส่ง (2")	=	50	มม.
- Total Head Loss (50*20/100)	=	1	ม.
- แรงดันที่ปลาย	=	3	ม.
- Static Head	=	2	ม.
- TDH	=	6	ม.
- ประสิทธิภาพของปั๊ม (n)	=	60%	
KW	=	$9.8(Q)(TDH)/n$	
	=	$(9.8 \times 0.005 \times 6 / 0.6)$	
	=	0.49	KW

สรุป ติดตั้งเครื่องสูบน้ำชนิดจุ่ม (Submersible Pump) 1 ชุด มีอัตราการสูบ 5 ลิตร/วินาที ที่ความสูงสูบส่ง 6.0 เมตร มีกำลังเท่ากับ 0.50 KW

รายการคำนวณบ่อหนองน้ำและระบบระบายน้ำฝน

เกณฑ์การออกแบบ

ปริมาณน้ำที่ต้องเก็บกักในเส้นท่อ	= 99.0	ลูกบาศก์เมตร
อัตราการไหลก่อนพัฒนาโครงการ		
$Q_{\text{ก่อน}}$	= 0.032	ลูกบาศก์เมตร/วินาที

เลือกใช้ท่อเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.60 ม. ความยาวรวม 244.0 ม.

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณน้ำที่เก็บกักในท่อ} &= \frac{\pi \times 0.60^2 \times 244}{4} \\ &= 70.0 \quad \text{ลูกบาศก์เมตร} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณน้ำที่ต้องเก็บกักในบ่อหนองน้ำ} &= 99 - 70 \\ &= 29 \quad \text{ลูกบาศก์เมตร} \end{aligned}$$

ขนาดบ่อหนองน้ำ

- Freeboard	= 1.00	ม. (ความหนาพื้น 0.20 ม.)
- พื้นที่ถังน้ำ (4.6x4.4)	= 20.24	ตร.ม.
- ความลึกน้ำ	= 1.60	ม.
- ปริมาตรน้ำเก็บกักสุทธิ	= 32.38	ลบ.ม. > 29 ลบ.ม.

ขนาดเครื่องสูบน้ำ (SP-1 & SP-2)

ติดตั้งเครื่องสูบน้ำชนิดจุ่ม (Submersible Pump) จำนวน 2 ชุด ให้ทำงานปกติ

และสำรอง ควบคุมด้วยระบบลูกลอย

- ปริมาณสูบน้ำไม่เกินก่อนพัฒนาโครงการ	= 0.015	ลบ.ม./วินาที.
- ขนาดท่อส่ง (3")	= 0.08	ม.
- Static Head	= 3	ม.
- Total Head Loss (7*15/100)	= 1.0	ม.
- TDH (3.0 + 1.0)	= 4.0	ม.
- ประสิทธิภาพของปั๊ม (η)	= 60	%

$$\begin{aligned}
 \text{KW} &= 9.8(Q)(TDH)/n \\
 &= (9.8 \times 0.015 \times 4 / 0.60) \\
 &= 0.98 \quad \text{KW}
 \end{aligned}$$

สรุป เครื่องสูบน้ำหยดโขงจำนวน 2 ชุด ต่อขนานกัน แต่ละชุดมีอัตราสูบ 15 ลิตร/วินาที ที่ความสูงสูบส่ง 4 เมตร มีกำลังเท่ากับ 1.0 KW





หนังสือรับรอง
ของ
ผู้ประกอบการวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม



คำเตือน

๑. ให้ขีดฆ่าข้อความที่ไม่ใช่ออก
๒. ให้วิศวกรแนบภาพถ่ายบัตรประจำตัวแสดงว่าได้รับอนุญาตให้ประกอบวิชาชีพไปด้วย
๓. หากมีการเปลี่ยนแปลงวิศวกรตามหนังสือรับรองฉบับนี้ ให้วิศวกรรีบแจ้งให้กรุงเทพมหานคร ทราบเป็นลายลักษณ์อักษร