

ภาคผนวก ค

รายการคำนวณระบบสาธารณูปโภค-สาธารณูปการ

ภาคผนวก ค-1

หนังสือรับรองการคำนวณออกแบบโครงสร้างอาคาร
เพื่อรองรับแรงแผ่นดินไหว



สภากวีศวกกร

ตามพระราชบัญญัติศวกกร พ.ศ. ๒๕๕๒
ไมออนุญาตฉบับใหม่เพื่อแสดงว่า

บริษัท แอ็คเคทพลัส จำกัด

ได้รับอนุญาตประกอบวิชาชีพศวกกรมคม

เลขทะเบียน ๒๐๕๙๖๕

ตั้งแต่วันที่ ๒๕ มกราคม ๒๕๖๕ ถึงวันที่ ๒๕ มกราคม ๒๕๖๘

๙

(นายประยุทธ์ วานิชพงษ์พันธุ์)
นายกสภากวีศวกกร



ใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม
Thai Professional Engineering License

เลขประจำตัวประชาชน (ID) [REDACTED]

ชื่อและนามสกุล

Title/Name Surname Mr. Peerapong Lajjam

เลขทะเบียน ๙๙.๙๙๙๙
License No.

เลขที่สมาชิกสามัญ 149592
Member No.

ระดับ สามัญวิศวกร
Level Professional Eng.

สาขา โยธา
Discipline Civil Eng.

วันอนุญาต 18 มิ.ย. 2563
Date of Issue 18 Jun 2020

วันหมดอายุ 17 มิ.ย. 2568
Date of Expiry 17 Jun 2025

ใช้สำหรับประกอบรายการคำนวณการรับแรงลมและแผ่นดินไหว
โดยวิธีพลศาสตร์ โครงการ ศาลาย ชิดไฮเม สยามบิณฑ์ รัตนนิเบศร์ เท่านั้น



314146

สภาวิศวกร
COUNCIL OF ENGINEERS
www.coe.or.th



ภาคผนวก ค-2

รายการคำนวณระบบไฟฟ้า

รายการคำนวณระบบไฟฟ้า

โครงการ ชีตโฮม สนามบินน้ำ รัตนธิเบศร์



วิศวกรไฟฟ้า
นายธีรภพ พงษ์พิทยาภา
วฟก.๙๐๒

การคำนวณโหลดไฟฟ้า
โครงการ ชิดโฮม สยามบินน้ำ รัตนานิเบศร์

1. ข้อมูลทั่วไป

โครงการฯ เป็นอาคารชุดพักอาศัย สูง 8 ชั้น จำนวน 2 อาคาร ประกอบด้วย ห้องพักทั้งสิ้น
รายละเอียดตามตารางที่ 1.1 และ 1.2

ตารางที่ 1.1 แสดงชนิดและจำนวนห้องชุดในแต่ละชั้น / แต่ละอาคาร

อาคาร	แบบห้อง	ร้านค้า				ห้องพักอาศัย	
	จำนวนห้องต่อชั้น	SH1	SH2	SH3	SH4	1Bed	STU
	ชั้น 1	1	1	1	1		
A	ชั้น 1					2	9
	ชั้น 2-8					4	34
	รวมอาคาร A					30	247
B	รวม 1					2	13
	ชั้น 2-8					4	34
	รวมอาคาร B					30	251
รวมโครงการฯ		1	1	1	1	60	498

ตารางที่ 1.2 แสดงแบบห้องและพื้นที่ห้องโดยเฉลี่ยเพื่อใช้ในการคำนวณ

แบบห้อง	ร้านค้า				ห้องพักอาศัย	
พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	SH1	SH2	SH1	SH1	1Bed	STU
	25	25	25	35	28	23

หมายเหตุ พื้นที่ห้องที่จะใช้ในการคำนวณไม่รวมพื้นที่ระเบียง

2. โหลดไฟฟ้าห้องชุดแต่ละแบบ

ตารางที่ 2 แสดงโหลดไฟฟ้าห้องชุด

แบบห้อง	พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	โหลด / ห้อง (KVA)	กระแส (Amp)	ขนาดมิเตอร์
SH – SH3	25	3.88	18	15(45) A
SH4	35	5.43	25	15(45) A
1 Bed	28	4.02	18	15(45) A
STU	23	3.57	16	15(45) A

3. โหลดไฟฟ้าห้องชุดแต่ละชั้น

3.1 ชั้น 1 (1DB)

ประกอบด้วย ร้านค้า

SH – A1 ถึง SH-3 โหลด $3.88 \times 3 = 11.64$ KVA

SH – 4 โหลด $= 5.43$ KVA

รวมโหลดไฟฟ้า (1DB) $= 17.07$ KVA

3.2 อาคาร A, ชั้น 1(1DB-A)

แบบห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	Load (KVA)	จำนวน ห้อง	Co-Incidence Factor				
				0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
1Bed	28	4.02	2	2				
STU	23	3.57	9	8	1			
Total (KVA)				32.94	2.86			
Demand Load (KVA)				35.80				

รวมโหลดไฟฟ้า (1DB-A) $= 35.80$ KVA

3.3 อาคาร A, ชั้น 2-8 (2DB-A ถึง 8 DB-A)

แบบห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	Load (KVA)	จำนวน ห้อง	Co-Incidence Factor				
				0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
1Bed	28	4.02	4	4				
STU	23	3.57	34	6	10	10	8	
Total (KVA)				33.75	28.56	24.99	17.14	
Demand Load (KVA)				104.44				

รวมโหลดไฟฟ้า (2DB-A ถึง 8 DB-A) $= 104.44$ KVA

3.4 อาคาร B , ชั้น 1 (1DB-B)

แบบห้อง	พื้นที่ (ตร.ม)	Load (KVA)	จำนวน ห้อง	Co-Incidence Factor				
				0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
1Bed	28	4.02	2	2				
STU	23	3.57	13	8	5			
Total (KVA)				32.94	14.28			
Demand Load (KVA)				47.22				

รวมโหลดไฟฟ้า (1DB-B) = 47.22 KVA

3.5 อาคาร B , ชั้น 2-8 (2DB-B ถึง 8DB-B)

แบบห้อง	พื้นที่ (ตร.ม)	Load (KVA)	จำนวน ห้อง	Co-Incidence Factor				
				0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
1Bed	28	4.02	4	4				
STU	23	3.57	34	6	10	10	8	
Total (KVA)				33.75	28.56	24.99	17.14	
Demand Load (KVA)				104.44				

รวมโหลดไฟฟ้า (2DB-B ถึง 8DB-B) = 104.44 KVA

4. ขนาด Busduct

4.1 Busduct No.1 จ่ายโหลดอาคาร A ชั้น 2-8

แบบห้อง	พื้นที่ (ตร.ม)	Load (KVA)	จำนวน ห้อง	Co-Incidence Factor				
				0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
1Bed	28	4.02	28	10	10	8		
STU	23	3.57	238			2	10	226
Total (KVA)				36.18	32.16	27.51	21.42	403.41
Demand Load (KVA)				520.68				

รวมโหลดไฟฟ้า Busduct No.1 = 520.68 KVA

กำหนดขนาด Busduct No.1 = 1000 A

4.2 Busduct No.2 จ่ายโหลดอาคาร B ชั้น 2-8

แบบห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	Load (KVA)	จำนวน ห้อง	Co-Incidence Factor				
				0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
1Bed	28	4.02	28	10	10	8		
STU	23	3.57	238			2	10	226
Total (KVA)				36.18	32.16	27.51	21.42	403.41
Demand Load (KVA)				520.68				

รวมโหลดไฟฟ้า Busduct No.2 = 520.68 KVA

กำหนดขนาด Busduct No.2 = 1000 A

5. โหลดห้องชุดทั้งหมด

แบบห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	Load (KVA)	จำนวน ห้อง	Co-Incidence Factor					
				1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
SH1-SH3	25	3.88	3	3					
SH4	35	5.43	1	1					
1Bed	28	4.02	60		10	10	10	10	20
STU	25	3.57	498						498
Total (KVA)				17.07	36.18	32.16	26.14	24.12	929.13
Demand Load (KVA)				1066.80					

รวมโหลดไฟฟ้าห้องชุดทั้งโครงการ = 1066.80 KVA

6. โหลดไฟฟ้าส่วนกลาง (1DBC)

- โหลดส่วนกลางอาคาร A (LA)	=	15	KVA
- โหลดส่วนกลางอาคาร A (LA)	=	15	KVA
- โหลดส่วนกลางห้องออกกำลังกาย	=	10	KVA
- โหลดส่วนกลางของบริเวณ (รวมปั้มน้ำ)	=	20	KVA
- อื่นๆ	=	50	KVA

รวมโหลดส่วนกลาง (1DBC) = 110 KVA

พิกัด 1.25 เท่า = 137.5 KVA

7. ขนาดหม้อแปลง

โหลดห้องชุดทั้งหมด (หัวข้อ5) = 1066.80 KVA

โหลดห้องชุดทั้งหมด (หัวข้อ6) = 137.50 KVA

รวมโหลดทั้งสิ้น = 1204.30 KVA

กำหนดขนาดหม้อแปลง 1250 KVA

ภาคผนวก ค-3

รายการคำนวณค่า OTTV และ RTTV

โครงการศุภาลย์ จิตไธม สนามบินน้ำ รัตนานิเบศร์

ข้อมูลเบื้องต้นของกรบอบอาคาร

องค์ประกอบอาคาร	รายละเอียดโครงการ
ผนังทับ	ผนังภายนอกอาคาร เป็นผนังก่ออิฐมวลเบาฉาบปูนเรียบ ทาสีสองด้าน หนา 10 ซม.
	และเสา คสล. หนา 30 ซม.
หน้าต่างและประตู	กระจกเขียวตัดแสง (Green tint) หนา 6 มม.
หลังคา	คอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 25 ซม. ใยกกรวด

การคำนวณหาการถ่ายเทความร้อนของผนังที่แต่ละด้าน											
ทิศ	ผนัง	มุมเอียง	พื้นที่ผนัง (m ²)	U (w/m ² ·c)	DSH (kJ/m ² ·C)	แอลฟา	T _{deq}	SHGC	SC	ESR (w/m ²)	Q (W) con+rad
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	ผนัง 1	90	327.8	1.551	66.70	0.30	7.2				3,661.05
	ผนัง 2	90	63.6	1.718	915.80	0.30	7.5				818.97
	ผนัง 3	90	6.8	0.743	2,240.67	0.30	7.5				37.89
	ประตู 1	90	99.7	5.740			3.0	0.59	0.68	94.81	5,511.41
	หน้าต่าง 1	90	34.5	5.620			3.0	0.63	0.73	94.81	2,085.98
	หน้าต่าง 2	90	24.5	5.620			3.0	0.63	0.73	94.81	1,481.35
	รวม		556.94								13,596.65
ทิศตะวันออกเฉียงใต้	ผนัง	มุมเอียง	พื้นที่ผนัง	U	DSH	แอลฟา	T _{deq}	SHGC	SC	ESR	Q (W)
	ผนัง 1	90	412.3	1.551	66.70	0.30	7.4				4,732.13
	ผนัง 3	90	6.0	0.743	2,240.67	0.30	7.7				34.21
	ประตู 1	90	392.6	5.740			3.0	0.59	0.68	114.57	24,803.46
	รวม		810.83								29,569.81

การคำนวณหาการถ่ายเทความร้อนของผนังทึบแต่ละด้าน												อาคาร A		ชั้น	1-8
ทิศ	ผนัง	มุมเอียง	พื้นที่ผนัง	U	DSH	แอลฟา	Tdeq	SHGC	SC	ESR	Q (W)				
ทิศตะวันตกเฉียงใต้	ผนัง 1	90	406.2	1.551	66.70	0.30	7.4				4,661.66				
	ผนัง 2	90	41.2	1.718	915.80	0.30	7.7				545.02				
	ผนัง 3	90	6.8	0.743	2,240.67	0.30	7.7				38.90				
	ประตู 1	90	128.6	5.740			3.0	0.59	0.68	111.96	7,993.48				
	หน้าต่าง 2	90	15.6	5.620			3.0	0.63	0.73	111.96	1,066.27				
	รวม		598.40								14,305.33				
ทิศ	ผนัง	มุมเอียง	พื้นที่ผนัง	U	DSH	แอลฟา	Tdeq	SHGC	SC	ESR	Q (W)				
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	ผนัง 1	90	667.8	1.551	66.70	0.30	7.2				7,457.46				
	ผนัง 2	90	72.6	1.718	915.80	0.30	7.5				935.97				
	ผนัง 3	90	6.0	0.743	2,240.67	0.30	7.5				33.16				
	ประตู 1	90	270.3	5.740			3.0	0.59	0.68	91.40	14,564.76				
	หน้าต่าง 1	90	115.5	5.620			3.0	0.63	0.73	91.40	6,802.36				
	หน้าต่าง 2	90	25.6	5.620			3.0	0.63	0.73	91.40	1,507.71				
	รวม		1,157.76								29,793.70				
สรุปผลการคำนวณ OTTV															
รวมพื้นที่ผนัง =			3,123.93 m ²		OTTV			ชั้น		1-8		Watt / m ²			
Q รวม =			87,265.48 Watt					ค่ามาตรฐาน สรุป				27.93		Watt / m ²	
พื้นที่กระจก			1,106.90 m ²				30			Watt / m ²					
WWR			0.35				ผ่าน								

การคำนวณหาการถ่ายเทความร้อนของผนังที่แต่ละด้าน												อาคาร B	ชั้น	1-8
ทิศ	ผนัง	มุมเอียง	พื้นที่ผนัง (m ²)	U (w/m ² ·c)	DSH (kJ/m ² ·C)	แอลฟา	T _{deq}	SHGC	SC	ESR (w/m ²)	Q (W) con+rad			
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	ผนัง 1	90	565.4	1.551	66.70	0.30	7.2				6,314.38			
	ผนัง 2	90	35.8	1.718	915.80	0.30	7.5				460.90			
	ผนัง 3	90	6.8	0.743	2,240.67	0.30	7.5				37.89			
	ประตู 1	90	247.7	5.740			3.0	0.59	0.68	94.81	13,686.80			
	หน้าต่าง 1	90	103.5	5.620			3.0	0.63	0.73	94.81	6,257.93			
	รวม		959.20								26,757.90			
ทิศตะวันออกเฉียงใต้	ผนัง 1	90	470.3	1.551	66.70	0.30	7.4				5,397.36			
	ผนัง 3	90	6.0	0.743	2,240.67	0.30	7.7				34.04			
	ประตู 1	90	247.7	5.740			3.0	0.59	0.68	114.57	15,652.94			
	หน้าต่าง 1	90	105.0	5.620			3.0	0.63	0.73	114.57	7,302.83			
	รวม		828.94								28,387.17			

การคำนวณหาการถ่ายเทความร้อนของผนังทึบแต่ละด้าน												อาคาร B	ชั้น	1-8
ทิศ	ผนัง	มุมเอียง	พื้นที่ผนัง	U	DSH	แอลฟา	Tdeq	SHGC	SC	ESR	Q (W)			
ทิศตะวันตกเฉียงใต้	ผนัง 1	90	389.8	1.551	66.70	0.30	7.4				4,474.35			
	ผนัง 2	90	63.6	1.718	915.80	0.30	7.7				840.81			
	ผนัง 3	90	6.8	0.743	2,240.67	0.30	7.7				38.90			
	ประตู 1	90	228.4	5.740			3.0	0.59	0.68	111.96	14,191.78			
	หน้าต่าง 2	90	22.4	5.620			3.0	0.63	0.73	111.96	1,531.05			
	รวม		710.99								21,076.89			
ทิศ	ผนัง	มุมเอียง	พื้นที่ผนัง	U	DSH	แอลฟา	Tdeq	SHGC	SC	ESR	Q (W)			
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	ผนัง 1	90	358.4	1.551	66.70	0.30	7.2				4,002.21			
	ผนัง 2	90	72.6	1.718	915.80	0.30	7.5				935.97			
	ผนัง 3	90	6.0	0.743	2,240.67	0.30	7.5				33.16			
	ประตู 1	90	180.2	5.740			3.0	0.59	0.68	91.40	9,709.84			
	หน้าต่าง 2	90	25.6	5.620			3.0	0.63	0.73	91.40	1,507.71			
	รวม		642.76								14,681.18			

สรุปผลการคำนวณ OTTV	รวมพื้นที่ผนัง =	3,141.89 m ²	OTTV	ชั้น	1-8	ค่ามาตรฐาน	สรุป	Watt / m ²
	Q รวม =	90,903.14 Watt						
	พื้นที่กระจก	1,160.49 m ²						
	WWR	0.37						

28.93	Watt / m ²
30	
ผ่าน	

การคำนวณหาการถ่ายเทความร้อนของหลังคา

ทิศ	ผนัง	มุมเอียง	พื้นที่หลังคา	U	DSH	แอลฟา	Tdeq	SHGC	SC	อาคาร B	ชั้นหลังคา
		องศา	(m ²)	(w/m ² c)	(kJ/m ² °C)		Δ T			ESR	Q (W)
ระนาบ	หลังคา1	0	1,260.00	0.736	806.00	0.30	7.7			(w/m ²)	con+rad
	รวม		1,260.00								7,140.67

รวมพื้นที่หลังคา =	1,260.00	m ²
Q รวม =	7,140.67	Watt
พื้นที่กระจก	0.00	m ²
WWR	0.00	

RTTV	อาคาร B	ชั้นหลังคา	Watt / m ²
	ค่ามาตรฐาน		Watt / m ²
	สรุป		
		5.67	
		6	
		ผ่าน	

ภาคผนวก ค-4

รายการคำนวณระบบประปา

ชิตีโฮม สนามบินน้ำ รัตนภิเบศร์

ระบบสุขาภิบาล

รายการคำนวณปริมาณน้ำใช้ และปริมาณน้ำเสีย โครงการ ชิตีโฮม สนามบินน้ำ รัตนภิเบศร์ (อาคาร A)

1. ปริมาณการใช้น้ำแต่ละส่วนดังนี้

1.1 ปริมาณการใช้น้ำส่วนห้องพัก

การประเมินจำนวนผู้พักอาศัยในโครงการตามแนวทางที่ใช้ประกอบการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม
พื้นที่ใช้สอยแต่ละหน่วย (ห้อง) ไม่เกิน 35 ตร.ม. คิดจำนวนผู้พักอาศัย 3 คนต่อห้อง
พื้นที่ใช้สอยแต่ละหน่วย (ห้อง) มากกว่า 35 ตร.ม. คิดจำนวนผู้พักอาศัย 5 คนขึ้นไป

ตารางที่ 1 ปริมาณน้ำใช้จากห้องพัก

ประเภทพื้นที่	หน่วย	จำนวนประชากร		การใช้น้ำ	หน่วย	ปริมาณ การใช้น้ำ (ลบ.ม./วัน)
		คน/ห้อง	(คน)			
ห้องพักพื้นที่ไม่เกิน 35 ตร.ม.	277 ห้อง	3	831	200	ลิตร/คน/วัน	166.20
รวมทั้งหมด	277 ห้อง					166.20

----(1)

1.2 ปริมาณน้ำใช้สำหรับพนักงาน

จำนวนพนักงาน = 5 คน
อัตราการใช้ = 80 ลิตร/คน/วัน
ปริมาณน้ำใช้ = 0.4 ลูกบาศก์เมตร/วัน ----(2)

1.3 ปริมาณน้ำใช้ล้างห้องพักขยะชั้นล่าง

พื้นที่ห้องพักขยะ = 3.45 ตารางเมตร
อัตราการใช้ = 10 ลิตร/ตารางเมตร/วัน
ปริมาณน้ำใช้ทำความสะอาดห้องพักขยะ = 0.035 ลูกบาศก์เมตร/วัน ----(3)

ลงชื่อ.....

(นายจิรศักดิ์ อาจัญญ์) วส.30

ระบบสุขาภิบาล

1.4 ปริมาณน้ำใช้ห้องออกกำลังกาย

จำนวนผู้ใช้ห้องออกกำลังกาย	=	20	คน	
อัตราการใช้	=	30	ลิตร/คน/วัน	
ปริมาณน้ำใช้	=	0.60	ลูกบาศก์เมตร/วัน	----(4)

2. ปริมาณการใช้รวมและปริมาณน้ำเสียที่เกิด

ปริมาณน้ำใช้รวม	=	(1)+(2)+(3)+(4)	ลูกบาศก์เมตร/วัน
	=	166.20+0.4+0.035+0.60	ลูกบาศก์เมตร/วัน
	=	167.24	ลูกบาศก์เมตร/วัน
say	=	170	ลูกบาศก์เมตร/วัน

คิดปริมาณน้ำเสียเกิดจากปริมาณน้ำใช้ 80% ปริมาณน้ำเสียจากห้องขยะ 100%

	=	133.80	ลูกบาศก์เมตร/วัน
Say	=	135	ลูกบาศก์เมตร/วัน

ลงชื่อ.....

(นายจิรศักดิ์ อาจัญญว) วส.30

ระบบสุขภาพ

อัตราปริมาณน้ำใช้

โดยสามารถคำนวณปริมาณน้ำใช้ของโครงการสามารถประเมินได้จากค่ามาตรฐานขั้นต่ำกำหนดโดยสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่กำหนดตามเกณฑ์ดังนี้

- น้ำใช้สำหรับผู้พักอาศัย	=	200	ลิตร/คน/วัน ¹
- ห้องพักที่มีขนาดน้อยกว่า 35 ตร.ม.คิดจำนวนคน	=	3	คน/ห้อง ¹
- ห้องพักที่มีขนาดมากกว่า 35 ตร.ม.คิดจำนวนคน	=	5	คน/ห้อง ¹
- น้ำใช้สำหรับพนักงาน	=	80	ลิตร/คน/วัน ²
- น้ำใช้สำหรับพื้นที่ออกกำลังกาย	=	30	ลิตร/ผู้ใช้งาน/วัน ¹
- น้ำใช้สำหรับล้างพื้นที่พักขยะ	=	10	ลิตร/ตร.ม./วัน ³

หมายเหตุ

1. แนวทางที่ใช้ประกอบการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการด้านที่พักอาศัย บริการชุมชนและสถานที่พักตากอากาศ
2. น้ำเสียชุมชนและปัญหามลภาวะทางน้ำในเขต กทม. และปริมณฑล, ศ.ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และคณะ
3. Tchobnoglous, G. and Burton, F.L., 1991
4. เกียรติศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2543
5. กรมอุทกนิยมหาวิทยาลัย

ลงชื่อ.....

(นายจิรศักดิ์ อาจสัจจร) วส.30

ชิตีโฮม สนามบินน้ำ รัตนนิเบศร์

ระบบสุขาภิบาล

รายการคำนวณปริมาณน้ำใช้ และปริมาณน้ำเสีย โครงการ ชิตีโฮม สนามบินน้ำ รัตนนิเบศร์ (อาคาร B)

1. ปริมาณการใช้น้ำแต่ละส่วนดังนี้

1.1 ปริมาณการใช้น้ำส่วนห้องพัก

การประเมินจำนวนผู้พักอาศัยในโครงการตามแนวทางที่ใช้ประกอบการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

พื้นที่ใช้สอยแต่ละหน่วย (ห้อง) ไม่เกิน 35 ตร.ม. คิดจำนวนผู้พักอาศัย 3 คนต่อห้อง

พื้นที่ใช้สอยแต่ละหน่วย (ห้อง) มากกว่า 35 ตร.ม. คิดจำนวนผู้พักอาศัย 5 คนขึ้นไป

ตารางที่ 1 ปริมาณน้ำใช้จากห้องพัก

ประเภทพื้นที่	หน่วย	จำนวนประชากร		การใช้น้ำ	หน่วย	ปริมาณ การใช้น้ำ (ลบ.ม./วัน)
		คน/ห้อง	(คน)			
ห้องพักพื้นที่ไม่เกิน 35 ตร.ม.	281 ห้อง	3	843	200	ลิตร/คน/วัน	168.60
รวมทั้งหมด	281 ห้อง					168.60

----(1)

1.2 ปริมาณน้ำใช้สำหรับพนักงาน

จำนวนพนักงาน	=	5	คน	
อัตราการใช้	=	80	ลิตร/คน/วัน	
ปริมาณน้ำใช้	=	0.4	ลูกบาศก์เมตร/วัน	----(2)

1.3 ปริมาณน้ำใช้ล้างห้องพักขยะ

พื้นที่ห้องพักขยะ	=	23.90	ตารางเมตร	
อัตราการใช้	=	10	ลิตร/ตารางเมตร/วัน	
ปริมาณน้ำใช้ทำความสะอาดห้องพักขยะ	=	0.24	ลูกบาศก์เมตร/วัน	----(3)

ลงชื่อ.....

(นายจิรศักดิ์ อาจัญญ์) วส.30

ชิตีโฮม สนามบินน้ำ รัตนภิเษร์

ระบบสุขาภิบาล

1.4 ปริมาณน้ำใช้สำหรับรดน้ำต้นไม้

พื้นที่สีเขียว	=	2,200	ตารางเมตร
อัตราการใช้น้ำพื้นที่สีเขียว	=	1.70	ลิตร/ตารางเมตร/ครั้ง
ปริมาณน้ำใช้	=	3.74	ลูกบาศก์เมตร/วัน ----(4)

2. ปริมาณการใช้น้ำรวมและปริมาณน้ำเสียที่เกิด

ปริมาณน้ำใช้รวม	=	(1)+(2)+(3)+(4)	ลูกบาศก์เมตร/วัน
	=	168.60+0.4+0.24+3.74	ลูกบาศก์เมตร/วัน
	=	172.98	ลูกบาศก์เมตร/วัน
say	=	180	ลูกบาศก์เมตร/วัน

คิดปริมาณน้ำเสียเกิดจากปริมาณน้ำใช้ 80% ปริมาณน้ำเสียจากห้องขยะ 100%

	=	135.44	ลูกบาศก์เมตร/วัน
Say	=	140	ลูกบาศก์เมตร/วัน

ลงชื่อ.....

(นายจิรศักดิ์ อาจัญญว) วส.30

ระบบสุขาภิบาล

อัตราปริมาณน้ำใช้

โดยสามารถคำนวณปริมาณน้ำใช้ของโครงการสามารถประเมินได้จากค่ามาตรฐานขั้นต่ำกำหนดโดยสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่กำหนดตามเกณฑ์ดังนี้

- น้ำใช้สำหรับผู้พักอาศัย	=	200	ลิตร/คน/วัน ¹
- ห้องพักที่มีขนาดน้อยกว่า 35 ตร.ม.คิดจำนวนคน	=	3	คน/ห้อง ¹
- ห้องพักที่มีขนาดมากกว่า 35 ตร.ม.คิดจำนวนคน	=	5	คน/ห้อง ¹
- น้ำใช้สำหรับพนักงาน	=	80	ลิตร/คน/วัน ²
- น้ำใช้สำหรับพื้นที่ออกกกำลังกาย	=	30	ลิตร/ผู้ใช้งาน/วัน ¹
- น้ำใช้สำหรับล้างพื้นที่พักขยะ	=	10	ลิตร/ตร.ม./วัน ³
- น้ำใช้สำหรับรดน้ำต้นไม้	=	1.70	ลิตร/ตารางเมตร/ครั้ง ⁴

หมายเหตุ

1. แนวทางที่ใช้ประกอบการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โครงการด้านที่พักอาศัย บริการชุมชนและสถานที่พักตากอากาศ
2. น้ำเสียชุมชนและปัญหามลภาวะทางน้ำในเขต กทม. และปริมณฑล, ศ.ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และคณะ
3. Tchobnoglous, G. and Burton, F.L., 1991
4. เกียรติศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2543
5. กรมอุตุนิยมวิทยา

ลงชื่อ.....

(นายจิรศักดิ์ อาจัญญ์) วส.30

ชิตโฮม สนามบินน้ำ รัตนานิเบศร์

ระบบสุขาภิบาล

รายการคำนวณปริมาณน้ำใช้ และปริมาณน้ำเสีย โครงการ ชิตโฮม สนามบินน้ำ รัตนานิเบศร์ (ร้านค้า)

1. ปริมาณการใช้น้ำแต่ละส่วนดังนี้

1.1 ปริมาณการใช้น้ำส่วนห้องพัก

การประเมินจำนวนผู้พักอาศัยในโครงการตามแนวทางที่ใช้ประกอบการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

พื้นที่ใช้สอยแต่ละหน่วย (ห้อง) ไม่เกิน 35 ตร.ม. คิดจำนวนผู้พักอาศัย 3 คนต่อห้อง

พื้นที่ใช้สอยแต่ละหน่วย (ห้อง) มากกว่า 35 ตร.ม. คิดจำนวนผู้พักอาศัย 5 คนขึ้นไป

ตารางที่ 1 ปริมาณน้ำใช้จากห้องพัก

ประเภทพื้นที่	หน่วย	จำนวนประชากร		การใช้น้ำ	หน่วย	ปริมาณ การใช้น้ำ (ลบ.ม./วัน)
		คน/ห้อง	(คน)			
ร้านค้าพื้นที่ไม่เกิน 35 ตร.ม.	4 ห้อง	3	12	200	ลิตร/คน/วัน	2.4
รวมทั้งหมด	4 ห้อง					2.4

----- (1)

2. ปริมาณการใช้น้ำรวมและปริมาณน้ำเสียที่เกิด

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณน้ำใช้รวม} &= (1) && \text{ลูกบาศก์เมตร/วัน} \\ &= 2.4 && \text{ลูกบาศก์เมตร/วัน} \end{aligned}$$

คิดปริมาณน้ำเสียเกิดจากปริมาณน้ำใช้ 80%

$$\begin{aligned} &= 1.92 && \text{ลูกบาศก์เมตร/วัน} \\ \text{Say} &= 2 && \text{ลูกบาศก์เมตร/วัน} \end{aligned}$$

ลงชื่อ.....

(นายจิรศักดิ์ อาจัญจร) วส.30

ระบบสุขภาพ

อัตราปริมาณน้ำใช้

โดยสามารถคำนวณปริมาณน้ำใช้ของโครงการสามารถประเมินได้จากค่ามาตรฐานขั้นต่ำกำหนดโดยสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่กำหนดตามเกณฑ์ดังนี้

- น้ำใช้สำหรับผู้พักอาศัย	=	200	ลิตร/คน/วัน ¹
- ห้องพักที่มีขนาดน้อยกว่า 35 ตร.ม.คิดจำนวนคน	=	3	คน/ห้อง ¹
- ห้องพักที่มีขนาดมากกว่า 35 ตร.ม.คิดจำนวนคน	=	5	คน/ห้อง ¹
- น้ำใช้สำหรับพนักงาน	=	80	ลิตร/คน/วัน ²
- น้ำใช้สำหรับพื้นที่ออกกำลังกาย	=	30	ลิตร/ผู้ใช้งาน/วัน ¹
- น้ำใช้สำหรับล้างพื้นที่พักขยะ	=	10	ลิตร/ตร.ม./วัน ³

หมายเหตุ

1. แนวทางที่ใช้ประกอบการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โครงการด้านที่พักอาศัย บริการชุมชนและสถานที่พักตากอากาศ
2. น้ำเสียชุมชนและปัญหามลภาวะทางน้ำในเขต กทม. และปริมณฑล, ศ.ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และคณะ
3. Tchobnoglous, G. and Burton, F.L., 1991
4. เกียรติศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2543
5. กรมอุตุนิยมวิทยา

ลงชื่อ.....

(นายจิรศักดิ์ อาจัญญะ) วส.30

ภาคผนวก ค-5

รายการคำนวณระบบบำบัดน้ำเสีย

CALCULATION SHEET OF GREASE TRAP TANK

น้ำเสียจากส่วน INLET 01 KW+W (KITCHEN WASTE + WASTE WATER) อาคาร A

1.KITCHEN WASTE ปริมาณน้ำเสีย = 6.648 ลบ.ม/วัน BOD เข้า = 1,200 มก/ล.

2.WASTE WATER ปริมาณน้ำเสีย = 73.128 ลบ.ม/วัน BOD เข้า = 150 มก/ล.

ดังนั้นคำนวณปริมาณน้ำเสียส่วนที่1 จำนวน 79.776 ลบ.ม/วัน BOD เข้า 238 มก./ล., BOD ออก ไม่เกิน 167 มก/ล.

REFERENCES : WASTEWATER ENGINEERING,METCALF&EDDY1991

MODEL : CLEAR-140 K (G) (Grease trap chamber)

1. หลักเกณฑ์ในการออกแบบ

ปริมาณน้ำเสียที่เข้าถังดักไขมัน	=	79.776	ลบ.ม. / วัน
	=	79,776.00	ลิตร / วัน
ปริมาณ BOD เข้าถังดักไขมัน	=	238	มก/ล.
ปริมาณ BOD ออกถังดักไขมัน	=	167	มก/ล.

2. การคำนวณ

ระยะเวลาในการกักเก็บน้ำเสีย	=	6	ชั่วโมง
ปริมาตรน้ำเสียที่กักเก็บในถังเพื่อแยกไขมันและน้ำมัน	=	$79,776.00 \times (6/24)$	ลิตร
	=	19,944.00	ลิตร

3. เปรียบเทียบสมรรถนะของถังดักไขมัน

ปริมาตรถังดักไขมันที่ได้จากการคำนวณ	=	19,944.00	ลิตร
ปริมาตรถังดักไขมัน รุ่น CLEAR-140 K (G) (Grease trap chamber)	=	22,000.00	ลิตร
ระยะเวลากักเก็บจริง	=	6.62	ชั่วโมง O.K.
ปริมาตรถังดักไขมัน รุ่น CLEAR-140 K (G) (Grease trap chamber) มีปริมาตร 22,000 ลิตร > 20,000 ลิตร			OK
ประสิทธิภาพการกำจัด BOD	=	30%	
ปริมาณ BOD ออกถังดักไขมัน	=	167	มก/ล. O.K.

จากนั้น น้ำเสียส่วนที่ 1 (KITCHEN WASTE + WASTE WATER)

ที่ปริมาณน้ำเสีย 79.776 ลบ.ม/วัน BOD เข้า 238 มก./ล., BOD ออก ไม่เกิน 167 มก/ล. จะส่งบำบัดรวมในส่วนถัดไป



ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเติมอากาศ ACTIVATED SLUDGE
(ACTIVATED SLUDGE AERATION TREATMENT SYSTEM)

MODEL : CLEAR- 140 K(G) อาคาร A

ปริมาณน้ำเสีย 140 ลบ.ม./วัน BOD เข้า 261 มก./ล., BOD ออก ไม่เกิน 20 มก/ล.

คำนวณปริมาณน้ำเสีย 140 ลบ.ม./วัน BOD เข้า 261 มก./ล. ดังนี้

1. น้ำเสียจากส่วน INLET 01

- KW+W (KITCHEN WASTE + WASTE WATER) ปริมาณน้ำเสีย = 79.776 ลบ.ม./วัน BOD in 167 มก/ล.

2. น้ำเสียจากส่วน INLET 02

- S (SOLID WATER) ปริมาณน้ำเสีย = 53.184 ลบ.ม./วัน BOD in 400 มก/ล.

- พนักงาน x 5 คน ปริมาณน้ำเสีย = 0.32 ลบ.ม./วัน BOD in 250 มก/ล.

- ห้องพักขยะชั้นล่าง ปริมาณน้ำเสีย = 0.04 ลบ.ม./วัน BOD in 1200 มก/ล.

รวมปริมาณน้ำเสีย = 133.32 ลบ.ม./วัน

ออกแบบปริมาณน้ำเสีย = 140 ลบ.ม./วัน

ข้อกำหนดในการออกแบบ

ปริมาณน้ำเสีย (Q) = 140 ลบ.ม./ วัน

BODของน้ำทิ้งที่เข้าระบบ = 261 มก./ล.

กำหนดค่า BODของน้ำทิ้งออกจากระบบไม่เกิน = 20 มก./ล.

ระยะเวลาเก็บกักในส่วนเกรอะแยกกากไม่น้อยกว่า = 12 - 24 ชม.

ระยะเวลาเก็บกักในส่วนเติมอากาศ = 8 - 12 ชม.

ระยะเวลาเก็บกักในส่วนตกตะกอนไม่น้อยกว่า = 2 ชม.

(HRT คำนวณจาก Q/Qr ต้องไม่น้อยกว่า 2 ชม.)

อัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ ; F/M = 0.2 - 0.4

อายุสลัดจ์ ; Tc = 5 - 15 วัน

เลือกใช้ค่า = 10 วัน

ของแข็งแขวนลอยในน้ำตะกอน ; MLSS = 1,500 - 3,000 มก./ล.

เลือกใช้ค่า = 3,000 มก./ล.

อัตราส่วนการสูบตะกอนกลับ ; Qr/Q = 0.25 - 1.00

ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี = 85% - 95%

(อ้างอิง : ค่ากำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย, สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย พ.ศ.2540, หน้า 10-11)

ORGANIC LOADING ของวัสดุกรอง = 0.10 - 5.00 กก. BOD / ลบ.ม.- วัน

(reference : Iwai & Shigehisa, Wastewater treatment with microbial films, p.120)

เลือกใช้ค่า = 1.00 กก. BOD / ลบ.ม.- วัน

Overflow Rate ในส่วนตกตะกอน ไม่เกิน = 1.00 ลบ.ม./ตร.ม.- ชม.

การคำนวณ

1. ถังเกราะแยกกาก (SEPARATION TANK)

ปริมาณน้ำเสียเข้าส่วนเกราะ	=	140.00	ลบ.ม./วัน	
BOD ของน้ำเสียที่เข้า	=	261.00	มก./ล.	
BOD loading ที่เข้า	=	36.54	กก. BOD/วัน	
ระยะเวลาเก็บกักน้ำไม่น้อยกว่า	=	12	ชั่วโมง	
ปริมาตรที่ต้องการ	=	70.00	ลบ.ม.	
ปริมาตรส่วนเกราะของถัง CLEAR- 140 K(G)	=	71.00	ลบ.ม.	o.k.
ระยะเวลาเก็บกักน้ำ	=	12.17	ชม.	o.k.
ประสิทธิภาพของส่วนเกราะ	=	40%		
BOD ของน้ำเสียที่ออกจากส่วนเกราะ	=	21.92	กก. BOD/วัน	
	=	157	มก./ล.	

2. ถังเติมอากาศ (AERATION TANK)

BODของน้ำเสียที่เข้าส่วนเติมอากาศ	=	157	มก./ลิตร	
BODของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบ	=	20	มก./ลิตร	
BODที่ถูกกำจัด	=	137	มก./ลิตร	
	=	19.18	กก. BOD/วัน	

คำนวณปริมาตรของส่วนเติมอากาศได้จากสูตร

$$Vr = Tc.Q.Y(So-Se)/X(1+Kd.Tc)$$

(reference : Metcalf & Eddy, Wastewater engineering treatment disposal reuse, p.593)

เมื่อ	Vr	=	ปริมาตรส่วนเติมอากาศ (ลบ.ม.)	
	Tc	=	อายุของตะกอนจุลินทรีย์	= 10 วัน
	Q	=	ปริมาณน้ำเสีย	= 140.00 ลบ.ม.
	Y	=	สัมประสิทธิ์การเกิดตะกอน	= 0.50 มก.VSS/มก.BOD
	So	=	ค่า BODของน้ำเสียเข้าระบบ	= 157 มก./ลิตร
	Se	=	ค่าBODของน้ำทิ้งออกจากระบบ	= 20 มก./ลิตร
	X	=	ML VSS = 0.80 MLSS	= 0.80 x 3,000
		=		= 2400 มก./ลิตร
	Kd	=	endogenous decay coefficient	= 0.06 /วัน
		=	ดังนั้น Vr	= 24.90 ลบ.ม.
		=		= 8 ชั่วโมง
		=		= 46.67 ลบ.ม.
		=		= 47.00 ลบ.ม. o.k.
		>		= 46.67 ลบ.ม. o.k.

ระยะเวลาเก็บจริง	=	8.06	ชม.	o.k.
ประสิทธิภาพของส่วนเติมอากาศ	=	85%		
บีโอดีของน้ำเสียที่ออกจากส่วนเติมอากาศ	=	2.80	กก. BOD/วัน	
	=	20.00	มก./ล.	

หาปริมาณอากาศ

ปริมาณความต้องการออกซิเจน

Oxygen Capacity / BOD load ; (OC / LOAD)	=	2 เท่า		
BOD loading ในระบบ	=	19.18	กก./วัน	
ปริมาณความต้องการออกซิเจนในระบบ ; OC	=	BOD loading x 2		
	=	38.36	กก./วัน	
	=	1.60	กก./ชั่วโมง	

ความสามารถในการละลายของออกซิเจนในน้ำเสีย
ในอากาศมีออกซิเจน 23.2 % โดยน้ำหนัก

ความหนาแน่นของอากาศ	=	1.20	กก./ลบ.ม.	
ดังนั้นปริมาณอากาศที่ต้องการ	=	(0.78)/(0.10 x 1.2 x 0.232)		
	=	57.41	ลบ.ม./ชั่วโมง	

เลือกใช้เครื่องเติมอากาศ Ejector pump ขนาด 2.2 kW, capacity
จำนวน 2 เครื่อง

=	80.00	ลบ.ม./ชั่วโมง	
---	-------	---------------	--

Check F/M ratio

$$F/M = Q(S_o - S_e)/VX$$

(reference : Metcalf & Eddy, Wastewater engineering treatment disposal reuse, p.389)

โดย	X	=	TcQY(S _o -S _e) / V(1+TcK _d)	
		=	2,243.35	มก./ล.
ดังนั้น	F/M	=	0.2	o.k.

3. ถังตกตะกอน (SEDIMENTATION TANK)

ระยะเวลาเก็บกักน้ำไม่น้อยกว่า	=	2	ชม.	
ปริมาตรที่ต้องการ	=	11.67	ลบ.ม.	
ปริมาตรส่วนตกตะกอนของถัง CLEAR- 140 K(G)	=	11.70	ลบ.ม.	o.k.
ระยะเวลาเก็บกัก	=	2.01	ชม.	
Surface area ของส่วนตกตะกอน	=	8.75	ตร.ม.	
OVERFLOW RATE ที่ใช้จริง	=	0.67	ลบ.ม./ตร.ม.-ชม.	o.k.

คำนวณหาปริมาณตะกอนเวียนกลับ(Sludge return) ; Qr

Return sludge concentration ; Xr	=	15000	มก./ล.	
mlss (Q + Qr)	=	Xr * Qr		
Qr	=	35.00	ลบ.ม./วัน	
	=	0.02	ลบ.ม./นาที	
Qr / Q	=	0.25		o.k.

ใช้เครื่องสูบตะกอนได้น้ำ 0.14 ลบ.ม./นาที TDH 4.5 m. 0.25 kW จำนวน 1 เครื่อง



ตารางเปรียบเทียบข้อกำหนดในการออกแบบกับปริมาณที่ใช้จริงของระบบบำบัดน้ำเสีย

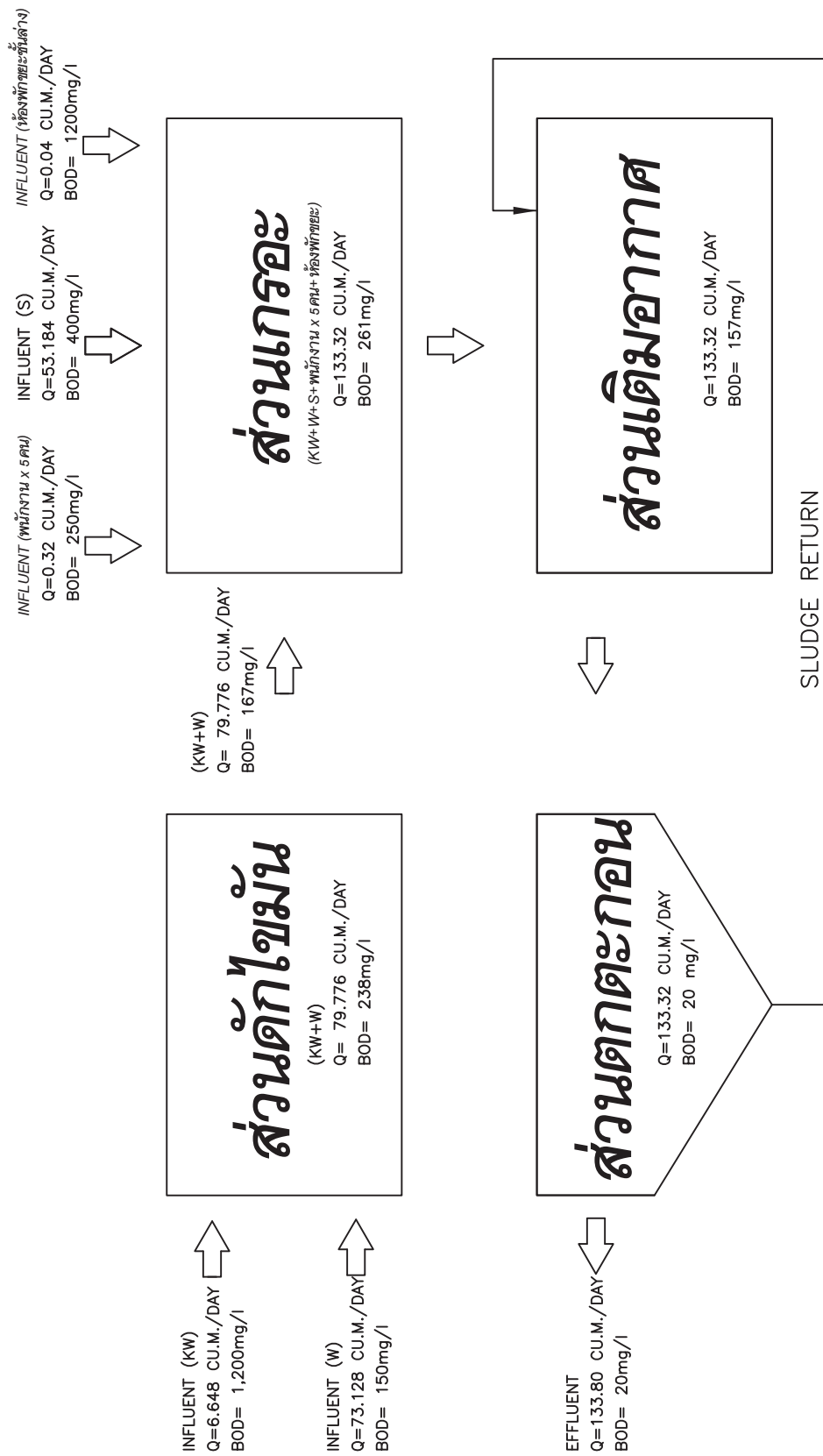
รายการ	ค่าที่กำหนด	ค่าที่ได้จากถัง CLEAR- 140 K(G)
ปริมาตรรวมของน้ำเสียเข้าระบบ (ลบ.ม / วัน)	140.00	140.00
ปริมาตรของส่วนเกราะแยกกาก (ลบ.ม.)	70.00	71.00
ปริมาตรของส่วนเติมอากาศ (ลบ.ม.)	46.67	47.00
ปริมาตรของส่วนตกตะกอน (ลบ.ม.)	11.67	11.70
ปริมาตรรวมของระบบ (ลบ.ม.)	128.33	129.70
ปริมาณอากาศ (ลบ.ม./ชม.)	57.41	80.00
อัตราส่วน F/M	0.2 - 0.4	0.2
MLSS (มก./ล)	1,500 - 3,000	2,243.35
Overflow rate (ลบ.ม./ตร.ม.-ชม.)	< 1	0.67
ระยะเวลาที่กักเก็บในส่วนตกตะกอน ; HRT (ชม.)	> 2	2.01
อัตราส่วนการสูบตะกอนกลับ ; Qr/Q	0.25 - 1.00	0.25
ปีโอดีของน้ำทิ้งออกจากระบบ (มก. / ลิตร)	20.00	20.00

เอกสารอ้างอิง

- 1) SHIGEHISA IWAI & TAKANE KITAO, "WASTEWATER TREATMENT WITH MICROBIAL FILMS." TECHNOMIC PUBLISHING CO.,INC. 1994.
- 2) METCALF & EDDY,INC, "WASTEWATER ENGINEERING, TREATMENT,DISPOSAL RESUE" TATA MC.MACGRAWHILL PUBLISHING CO.,LTD 1991 .
- 3) YOUNG,J.C AND DAHAB, M.F (1983) " EFFECT OF MEDIA DESIGN ON THE PERFORMANCE OF FIXED-BED ANAEROBIC REACTORS " VOL. 15 COPNHEGEN PP 369-383 LAWPRC/PERGAMON PPRESS LTD.
- 4) POLPRASERT C ET.AL, " SEPTIC TANK AND SEPTIC SYSTEMS" , ENSIC REVIEW COMMITTEE ON SEPTIC SYSTEM,ENVIRONMENTAL SANITATION INFORMATION CENTER, BANGKOK,THAILAND, APRIL 1982.



แผนผังการไหลของน้ำเสียอาคาร A



REFERENCES: WASTEWATER ENGINEERING,METCALF&EDDY1991

CALCULATION SHEET OF GREASE TRAP TANK

น้ำเสียจากส่วน INLET 01 KW+W (KITCHEN WASTE + WASTE WATER) อาคาร B

1.KITCHEN WASTE ปริมาณน้ำเสีย = 6.744 ลบ.ม/วัน BOD เข้า = 1,200 มก/ล.

2.WASTE WATER ปริมาณน้ำเสีย = 74.184 ลบ.ม/วัน BOD เข้า = 150 มก/ล.

ดังนั้นคำนวณปริมาณน้ำเสียส่วนที่1 จำนวน 80.928 ลบ.ม/วัน BOD เข้า 238 มก./ล., BOD ออก ไม่เกิน 167 มก/ล.

REFERENCES : WASTEWATER ENGINEERING,METCALF&EDDY1991

MODEL : CLEAR-140 K (G) (Grease trap chamber)

1. หลักเกณฑ์ในการออกแบบ

ปริมาณน้ำเสียที่เข้าถังดักไขมัน	=	80.93	ลบ.ม. / วัน
	=	80,928.00	ลิตร / วัน
ปริมาณ BOD เข้าถังดักไขมัน	=	238	มก/ล.
ปริมาณ BOD ออกถังดักไขมัน	=	167	มก/ล.

2. การคำนวณ

ระยะเวลาในการกักเก็บน้ำเสีย	=	6	ชั่วโมง
ปริมาตรน้ำเสียที่กักเก็บในถังเพื่อแยกไขมันและน้ำมัน	=	$80,928.00 \times (6/24)$	ลิตร
	=	20,232.00	ลิตร

3. เปรียบเทียบสมรรถนะของถังดักไขมัน

ปริมาตรถังดักไขมันที่ได้จากการคำนวณ	=	20,232.00	ลิตร
ปริมาตรถังดักไขมัน รุ่น CLEAR-140 K (G) (Grease trap chamber)	=	20,700.00	ลิตร
ระยะเวลากักเก็บจริง	=	6.14	ชั่วโมง O.K.
ปริมาตรถังดักไขมัน รุ่น CLEAR-140 K (G) (Grease trap chamber) มีปริมาตร 20,700 ลิตร > 20,232 ลิตร			OK
ประสิทธิภาพการกำจัด BOD	=	30%	
ปริมาณ BOD ออกถังดักไขมัน	=	167	มก/ล. O.K.

จากนั้น น้ำเสียส่วนที่ 1 (KITCHEN WASTE + WASTE WATER)

ที่ปริมาณน้ำเสีย 80.928 ลบ.ม/วัน BOD เข้า 238 มก./ล., BOD ออก ไม่เกิน 167 มก/ล. จะส่งบำบัดรวมในส่วนถัดไป

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเติมอากาศ ACTIVATED SLUDGE

(ACTIVATED SLUDGE AERATION TREATMENT SYSTEM)

MODEL : CLEAR- 140 K(G) อาคาร B

ปริมาณน้ำเสีย 140 ลบ.ม./วัน BOD เข้า 262 มก./ล., BOD ออก ไม่เกิน 20 มก/ล.

คำนวณปริมาณน้ำเสีย 140 ลบ.ม./วัน BOD เข้า 262 มก./ล. ดังนี้

1. น้ำเสียจากส่วน INLET 01

- KW+W (KITCHEN WASTE + WASTE WATER) ปริมาณน้ำเสีย = 80.928 ลบ.ม./วัน BOD in 167 มก/ล.

2. น้ำเสียจากส่วน INLET 02

- S (SOLID WATER) ปริมาณน้ำเสีย = 53.952 ลบ.ม./วัน BOD in 400 มก/ล.

- พนักงาน x 5 คน ปริมาณน้ำเสีย = 0.32 ลบ.ม./วัน BOD in 250 มก/ล.

- ห้องพักขยะรวมโครงการ ปริมาณน้ำเสีย = 0.24 ลบ.ม./วัน BOD in 1200 มก/ล.

รวมปริมาณน้ำเสีย = 135.44 ลบ.ม./วัน

ออกแบบปริมาณน้ำเสีย = 140 ลบ.ม./วัน

ข้อกำหนดในการออกแบบ

ปริมาณน้ำเสีย (Q) = 140 ลบ.ม./ วัน

BODของน้ำทิ้งที่เข้าระบบ = 262 มก./ล.

กำหนดค่า BODของน้ำทิ้งออกจากระบบไม่เกิน = 20 มก./ล.

ระยะเวลาเก็บกักในส่วนเกราะแยกกากไม่น้อยกว่า = 12 - 24 ชม.

ระยะเวลาเก็บกักในส่วนเติมอากาศ = 8 - 12 ชม.

ระยะเวลาเก็บกักในส่วนตกตะกอนไม่น้อยกว่า = 2 ชม.

(HRT คำนวณจาก Q/Q_r ต้องไม่น้อยกว่า 2 ชม.)

อัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ ; F/M = 0.2 - 0.4

อายุสลัดจ์ ; Tc = 5 - 15 วัน

เลือกใช้ค่า = 10 วัน

ของแข็งแขวนลอยในน้ำตะกอน ; MLSS = 1,500 - 3,000 มก./ล.

เลือกใช้ค่า = 3,000 มก./ล.

อัตราส่วนการสูบตะกอนกลับ ; Qr/Q = 0.25 - 1.00

ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี = 85% - 95%

(อ้างอิง : ค่ากำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย, สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย พ.ศ.2540, หน้า 10-11)

ORGANIC LOADING ของวัสดุกรอง = 0.10 - 5.00 กก. BOD / ลบ.ม.- วัน

(reference : Iwai & Shigehisa, Wastewater treatment with microbial films, p.120)

เลือกใช้ค่า = 1.00 กก. BOD / ลบ.ม.- วัน

Overflow Rate ในส่วนตกตะกอน ไม่เกิน = 1.00 ลบ.ม./ตร.ม.- ชม.

การคำนวณ

1. ถังเกราะแยกกาก (SEPARATION TANK)

ปริมาณน้ำเสียเข้าส่วนเกราะ	=	140.00	ลบ.ม/วัน	
BOD ของน้ำเสียที่เข้า	=	262.00	มก./ล.	
BOD loading ที่เข้า	=	36.68	กก. BOD/วัน	
ระยะเวลาเก็บกักน้ำไม่น้อยกว่า	=	12	ชั่วโมง	
ปริมาตรที่ต้องการ	=	70.00	ลบ.ม.	
ปริมาตรส่วนเกราะของถัง CLEAR- 140 K(G)	=	72.00	ลบ.ม.	o.k.
ระยะเวลาเก็บกักน้ำ	=	12.34	ชม.	o.k.
ประสิทธิภาพของส่วนเกราะ	=	40%		
BOD ของน้ำเสียที่ออกจากส่วนเกราะ	=	22.01	กก. BOD/วัน	
	=	157	มก./ล.	

2. ถังเติมอากาศ (AERATION TANK)

BODของน้ำเสียที่เข้าส่วนเติมอากาศ	=	157	มก./ลิตร	
BODของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบ	=	20	มก./ลิตร	
BODที่ถูกกำจัด	=	137	มก./ลิตร	
	=	19.18	กก. BOD/วัน	

คำนวณปริมาตรของส่วนเติมอากาศได้จากสูตร $V_r = T_c \cdot Q \cdot Y(S_o - S_e) / X(1 + K_d \cdot T_c)$

(reference : Metcalf & Eddy, Wastewater engineering treatment disposal reuse, p.593)

เมื่อ	V_r	=	ปริมาตรส่วนเติมอากาศ (ลบ.ม.)	
	T_c	=	อายุของตะกอนจุลินทรีย์	= 10 วัน
	Q	=	ปริมาณน้ำเสีย	= 140.00 ลบ.ม.
	Y	=	สัมประสิทธิ์การเกิดตะกอน	= 0.50 มก.VSS/มก.BOD
	S_o	=	ค่า BODของน้ำเสียเข้าระบบ	= 157 มก./ลิตร
	S_e	=	ค่าBODของน้ำทิ้งออกจากระบบ	= 20 มก./ลิตร
	X	=	ML VSS = 0.80 MLSS	= 0.80 x 3,000
		=		2400 มก./ลิตร
	K_d	=	endogenous decay coefficient	= 0.06 /วัน
		=	ดังนั้น V_r	= 25.01 ลบ.ม.
		=		8 ชั่วโมง
		=		46.67 ลบ.ม.
		=		65.00 ลบ.ม. o.k.
		>		46.67 ลบ.ม. o.k.
		=		11.14 ชม. o.k.

ประสิทธิภาพของส่วนเติมอากาศ	=	85%	
บีโอดีของน้ำเสียที่ออกจากส่วนเติมอากาศ	=	2.80	กก. BOD/วัน
	=	20.00	มก./ล.

หาปริมาณอากาศ

ปริมาณความต้องการออกซิเจน

Oxygen Capacity / BOD load ; (OC / LOAD)	=	2 เท่า	
BOD loading ในระบบ	=	19.18	กก./วัน
ปริมาณความต้องการออกซิเจนในระบบ ; OC	=	BOD loading x 2	
	=	38.36	กก./วัน
	=	1.60	กก./ชั่วโมง
ความสามารถในการละลายของออกซิเจนในน้ำเสีย	=	10%	
ในอากาศมีออกซิเจน 23.2 % โดยน้ำหนัก			
ความหนาแน่นของอากาศ	=	1.20	กก./ลบ.ม.
ดังนั้นปริมาณอากาศที่ต้องการ	=	(0.78)/(0.10 x 1.2 x 0.232)	
	=	57.41	ลบ.ม./ชั่วโมง
เลือกใช้เครื่องเติมอากาศ Ejector pump ขนาด 2.2 kW, capacity			
จำนวน 2 เครื่อง	=	80.00	ลบ.ม./ชั่วโมง

Check F/M ratio

$$F/M = Q(S_o - S_e)/VX$$

(reference : Metcalf & Eddy, Wastewater engineering treatment disposal reuse, p.389)

โดย	X	=	TcQY(S _o -S _e) / V(1+TcK _d)	
		=	1,628.85	มก./ล.
ดังนั้น	F/M	=	0.2	o.k.

3. ถังตกตะกอน (SEDIMENTATION TANK)

ระยะเวลาเก็บกักน้ำไม่น้อยกว่า	=	2	ชม.	
ปริมาตรที่ต้องการ	=	11.67	ลบ.ม.	
ปริมาตรส่วนตกตะกอนของถัง CLEAR- 140 K(G)	=	11.70	ลบ.ม.	o.k.
ระยะเวลาเก็บกัก	=	2.01	ชม.	
Surface area ของส่วนตกตะกอน	=	8.75	ตร.ม.	
OVERFLOW RATE ที่ใช้จริง	=	0.67	ลบ.ม./ตร.ม.-ชม.	o.k.



คำนวณหาปริมาณตะกอนเวียนกลับ(Sludge return) ; Qr

Return sludge concentration ; Xr	=	15000	มก./ล.	
mlss (Q + Qr)	=	Xr * Qr		
Qr	=	35.00	ลบ.ม./วัน	
	=	0.02	ลบ.ม./นาที่	
Qr / Q	=	0.25		o.k.

ใช้เครื่องสูบตะกอนได้น้ำ 0.14 ลบ.ม./นาที่ TDH 4.5 m. 0.25 kW จำนวน 1 เครื่อง



ตารางเปรียบเทียบข้อกำหนดในการออกแบบกับปริมาณที่ใช้จริงของระบบบำบัดน้ำเสีย

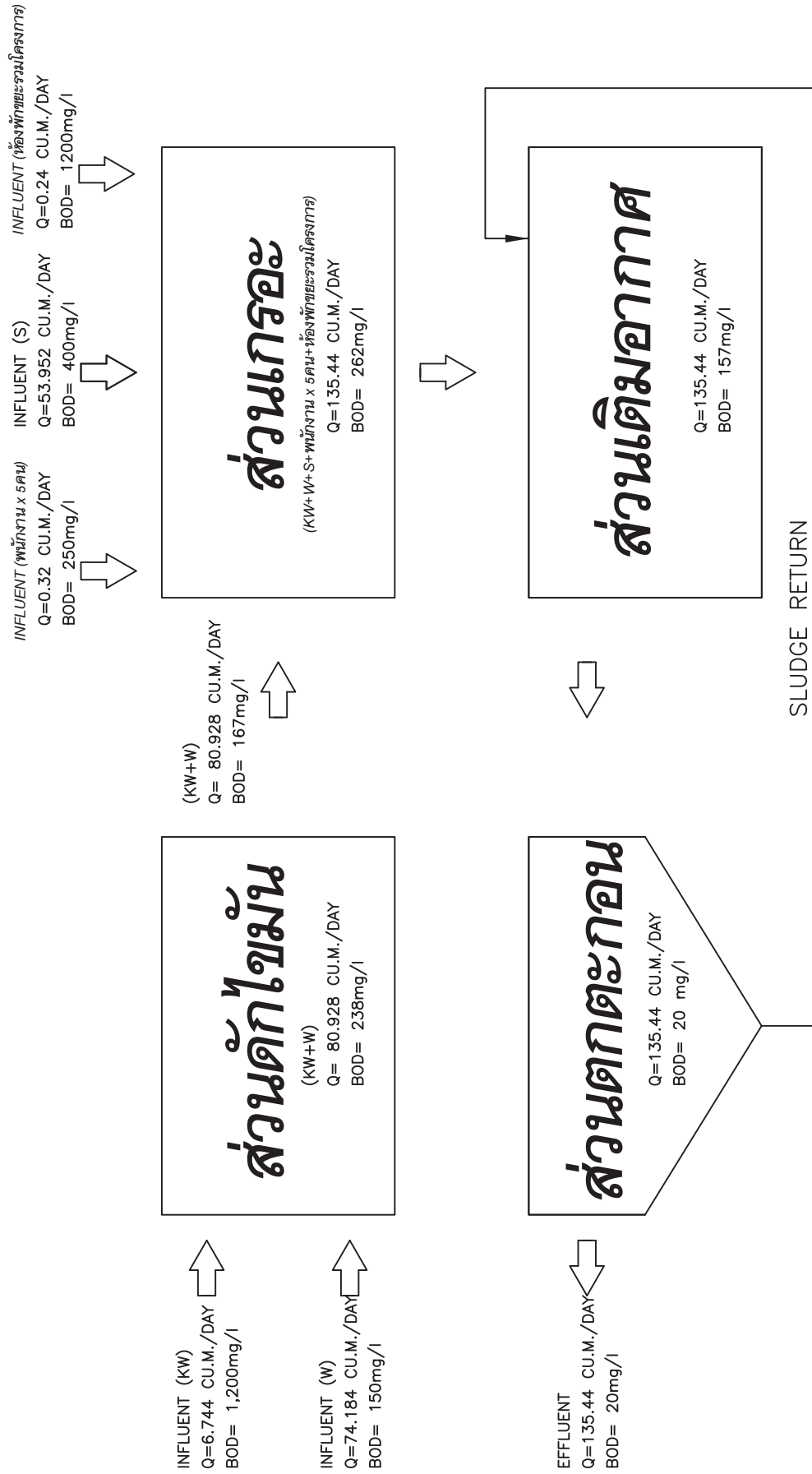
รายการ	ค่าที่กำหนด	ค่าที่ได้จากถัง CLEAR- 140 K(G)
ปริมาตรรวมของน้ำเสียเข้าระบบ (ลบ.ม / วัน)	140.00	140.00
ปริมาตรของส่วนเกราะแยกกาก (ลบ.ม.)	70.00	72.00
ปริมาตรของส่วนเติมอากาศ (ลบ.ม.)	46.67	65.00
ปริมาตรของส่วนตกตะกอน (ลบ.ม.)	11.67	11.70
ปริมาตรรวมของระบบ (ลบ.ม.)	128.33	148.70
ปริมาณอากาศ (ลบ.ม./ชม.)	57.41	80.00
อัตราส่วน F/M	0.2 - 0.4	0.2
MLSS (มก./ล)	1,500 - 3,000	1,628.85
Overflow rate (ลบ.ม./ตร.ม.-ชม.)	< 1	0.67
ระยะเวลาที่กักเก็บในส่วนตกตะกอน ; HRT (ชม.)	> 2	2.01
อัตราส่วนการสูบตะกอนกลับ ; Qr/Q	0.25 - 1.00	0.25
บีโอดีของน้ำทิ้งออกจากระบบ (มก. / ลิตร)	20.00	20.00

เอกสารอ้างอิง

- 1) SHIGEHISA IWAI & TAKANE KITAO, "WASTEWATER TREATMENT WITH MICROBIAL FILMS." TECHNOMIC PUBLISHING CO.,INC. 1994.
- 2) METCALF & EDDY,INC, "WASTEWATER ENGINEERING, TREATMENT,DISPOSAL RESUE" TATA MC.MACGRAWHILL PUBLISHING CO.,LTD 1991 .
- 3) YOUNG,J.C AND DAHAB, M.F (1983) " EFECT OF MEDIA DESIGN ON THE PERFORMANCE OF FIXED-BED ANAEROBIC REACTORS " VOL. 15 COPNHEGEN PP 369-383 LAWPRC/PERGAMON PPRESS LTD.
- 4) POLPRASERT C ET.AL, " SEPTIC TANK AND SEPTIC SYSTEMS" , ENSIC REVIEW COMMITTEE ON SEPTIC SYSTEM,ENVIRONMENTAL SANITATION INFORMATION CENTER, BANGKOK,THAILAND, APRIL 1982.



แผนผังการไหลของน้ำเสียอาคาร B



ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเติมอากาศ ACTIVATED SLUDGE

(ACTIVATED SLUDGE AERATION TREATMENT SYSTEM)

MODEL : CLEAR- 5000 CF

ปริมาณน้ำเสีย 5 ลบ.ม./วัน BOD เข้า 250มก./ล., BOD ออก ไม่เกิน 20 มก/ล.

ข้อกำหนดในการออกแบบ

ปริมาณน้ำเสีย (Q)	=	5	ลบ.ม./ วัน
BODของน้ำทิ้งที่เข้าระบบ	=	250	มก./ล.
กำหนดค่า BODของน้ำทิ้งออกจากระบบไม่เกิน	=	20	มก./ล.
ระยะเวลาเก็บกักในส่วนเกราะแยกกากไม่น้อยกว่า	=	12 - 24	ชม.
ระยะเวลาเก็บกักในส่วนเติมอากาศ	=	8 - 12	ชม.
ระยะเวลาเก็บกักในส่วนตกตะกอนไม่น้อยกว่า (HRT คำนวณจาก Q/Qr ต้องไม่น้อยกว่า 2 ชม.)	=	2	ชม.
อัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ ; F/M	=	0.2 - 0.4	
อายุสลัดจ์ ; Tc	=	5 - 15	วัน
เลือกใช้ค่า	=	10	วัน
ของแข็งแขวนลอยในน้ำตะกอน ; MLSS	=	1,500 - 3,000	มก./ล.
เลือกใช้ค่า	=	3,000	มก./ล.
อัตราส่วนการสูบตะกอนกลับ ; Qr/Q	=	0.25 - 1.00	
ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี	=	85% - 95%	
(อ้างอิง : ค่ากำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย, สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย พ.ศ.2540, หน้า 10-11)			
ORGANIC LOADING ของวัสดุกรอง	=	0.10 - 5.00	กก. BOD / ลบ.ม.- วัน
(reference : Iwai & Shigehisa, Wastewater treatment with microbial films, p.120)			
เลือกใช้ค่า	=	1.00	กก. BOD / ลบ.ม.- วัน
Overflow Rate ในส่วนตกตะกอน ไม่เกิน	=	1.00	ลบ.ม./ตร.ม.- ชม.

การคำนวณ

1. ถังเกราะแยกกาก (SEPARATION TANK)

ปริมาณน้ำเสียเข้าส่วนเกราะ	=	5.00	ลบ.ม./วัน
BOD ของน้ำเสียที่เข้า	=	250.00	มก./ล.
BOD loading ที่เข้า	=	1.25	กก. BOD/วัน
ระยะเวลาเก็บกักน้ำไม่น้อยกว่า	=	12	ชั่วโมง
ปริมาตรที่ต้องการ	=	2.50	ลบ.ม.
ปริมาตรส่วนเกราะของถัง CLEAR- 5000 CF	=	2.50	ลบ.ม. o.k.
ระยะเวลาเก็บกักน้ำ	=	12.00	ชม. o.k.

ประสิทธิภาพของส่วนเกราะ	=	40%	
BOD ของน้ำเสียที่ออกจากส่วนเกราะ	=	0.75	กก. BOD/วัน
	=	150.00	มก./ล.

2. ถังเติมอากาศ (AERATION TANK)

BODของน้ำเสียที่เข้าส่วนเติมอากาศ	=	150.00	มก./ลิตร
BODของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบ	=	20	มก./ลิตร
BODที่ถูกกำจัด	=	130.00	มก./ลิตร
	=	0.65	กก. BOD/วัน

คำนวณปริมาตรของส่วนเติมอากาศได้จากสูตร $V_r = T_c \cdot Q \cdot Y(S_o - S_e) / X(1 + K_d \cdot T_c)$

(reference : Metcalf & Eddy, Wastewater engineering treatment disposal reuse, p.593)

เมื่อ	V_r	=	ปริมาตรส่วนเติมอากาศ (ลบ.ม.)		
	T_c	=	อายุของตะกอนจุลินทรีย์	=	10 วัน
	Q	=	ปริมาณน้ำเสีย	=	5.00 ลบ.ม.
	Y	=	สัมประสิทธิ์การเกิดตะกอน	=	0.50 มก.VSS/มก.BOD
	S_o	=	ค่า BODของน้ำเสียเข้าระบบ	=	150 มก./ลิตร
	S_e	=	ค่า BODของน้ำทิ้งออกจากระบบ	=	20 มก./ลิตร
	X	=	ML VSS = 0.80 MLSS	=	0.80 x 3,000
				=	2400 มก./ลิตร
	K_d	=	endogenous decay coefficient	=	0.06 /วัน
			ดังนั้น V_r	=	0.85 ลบ.ม.
ระยะเวลาเก็บกักน้ำไม่น้อยกว่า		=	8		ชั่วโมง
ปริมาตรที่ต้องการ		=	1.67		ลบ.ม.
ปริมาตรส่วนเติมอากาศของถัง CLEAR- 5000 CF		=	1.67		ลบ.ม. o.k.
ระยะเวลากักเก็บจริง		=	8.02		ชม. o.k.
ประสิทธิภาพของส่วนเติมอากาศ		=	85%		
บีโอดีของน้ำเสียที่ออกจากส่วนเติมอากาศ		=	0.10		กก. BOD/วัน
		=	20.00		มก./ล.

หาปริมาณอากาศ

ปริมาณความต้องการออกซิเจน

Oxygen Capacity / BOD load ; (OC / LOAD)	=	2 เท่า	
BOD loading ในระบบ	=	0.65	กก./วัน
ปริมาณความต้องการออกซิเจนในระบบ ; OC	=	BOD loading x 2	
	=	1.30	กก./วัน
	=	0.05	กก./ชั่วโมง

ความสามารถในการละลายของออกซิเจนในน้ำเสีย	=	10%	
ในอากาศมีออกซิเจน 23.2 % โดยน้ำหนัก			
ความหนาแน่นของอากาศ	=	1.20	กก./ลบ.ม.
ดังนั้นปริมาณอากาศที่ต้องการ	=	$(0.78)/(0.10 \times 1.2 \times 0.232)$	
	=	1.95	ลบ.ม./ชั่วโมง
	=	32.50	ลิตร./นาที
เลือกใช้เครื่องเติมอากาศ Airpump 100 l/min, capacity			
จำนวน 1 เครื่อง	=	100.00	ลิตร./นาที

Check F/M ratio

$$F/M = Q(S_o - S_e)/VX$$

(reference : Metcalf & Eddy, Wastewater engineering treatment disposal reuse, p.389)

โดย	X	=	$T_c Q Y(S_o - S_e) / V(1 + T_c K_d)$	
		=	2,151.95	มก./ล.
ดังนั้น	F/M	=	0.2	o.k.

3. ถังตกตะกอน (SEDIMENTATION TANK)

ระยะเวลาเก็บกักน้ำไม่น้อยกว่า	=	2	ชม.	
ปริมาตรที่ต้องการ	=	0.42	ลบ.ม.	
ปริมาตรส่วนตกตะกอนของถัง CLEAR- 5000 CF	=	0.83	ลบ.ม.	o.k.
ระยะเวลาเก็บกัก	=	3.98	ชม.	
Surface area ของส่วนตกตะกอน	=	0.30	ตร.ม.	
OVERFLOW RATE ที่ใช้จริง	=	0.69	ลบ.ม./ตร.ม.-ชม.	o.k.

คำนวณหาปริมาณตะกอนเวียนกลับ(Sludge return) : Q_r

Return sludge concentration ; X _r	=	15000	มก./ล.	
mlss (Q + Q _r)	=	X _r * Q _r		
Q _r	=	1.25	ลบ.ม./วัน	
	=	0.00	ลบ.ม./นาที	
Q _r / Q	=	0.25		o.k.

ตารางเปรียบเทียบข้อกำหนดในการออกแบบกับปริมาณที่ใช้จริงของระบบบำบัดน้ำเสีย

รายการ	ค่าที่กำหนด	ค่าที่ได้จากถัง CLEAR- 5000 CF
ปริมาตรรวมของน้ำเสียเข้าระบบ (ลบ.ม / วัน)	5.00	5.00
ปริมาตรของส่วนเกราะแยกกาก (ลบ.ม.)	2.50	2.50
ปริมาตรของส่วนเติมอากาศ (ลบ.ม.)	1.67	1.67
ปริมาตรของส่วนตกตะกอน (ลบ.ม.)	0.42	0.83
ปริมาตรรวมของระบบ (ลบ.ม.)	4.58	5.00
ปริมาณอากาศ (ลิตร/นาที่)	32.50	100.00
อัตราส่วน F/M	0.2 - 0.4	0.2
MLSS (มก./ล)	1,500 - 3,000	2,151.95
Overflow rate (ลบ.ม./ตร.ม.-ชม.)	< 1	0.69
ระยะเวลากักเก็บในส่วนตกตะกอน ; HRT (ชม.)	> 2	3.98
อัตราส่วนการสูบตะกอนกลับ ; Qr/Q	0.25 - 1.00	0.25
บีโอดีของน้ำทิ้งออกจากระบบ (มก. / ลิตร)	20.00	20.00

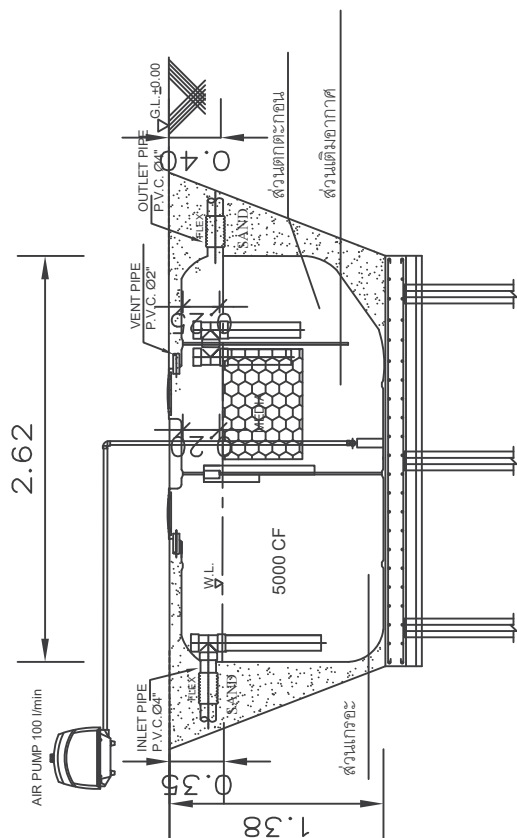
เอกสารอ้างอิง

- 1) SHIGEHISA IWAI & TAKANE KITAO, "WASTEWATER TREATMENT WITH MICROBIAL FILMS." TECHNOMIC PUBLISHING CO.,INC. 1994.
- 2) METCALF & EDDY,INC, "WASTEWATER ENGINEERING, TREATMENT,DISPOSAL RESUE" TATA MC.MACGRAWHILL PUBLISHING CO.,LTD 1991 .
- 3) YOUNG,J.C AND DAHAB, M.F (1983) " EFFECT OF MEDIA DESIGN ON THE PERFORMANCE OF FIXED-BED ANAEROBIC REACTORS " VOL. 15 COPNHEGEN PP 369-383 LAWPRC/PERGAMON PPRESS LTD.
- 4) POLPRASERT C ET.AL, " SEPTIC TANK AND SEPTIC SYSTEMS" , ENSIC REVIEW COMMITTEE ON SEPTIC SYSTEM,ENVIRONMENTAL SANITATION INFORMATION CENTER, BANGKOK,THAILAND, APRIL 1982.

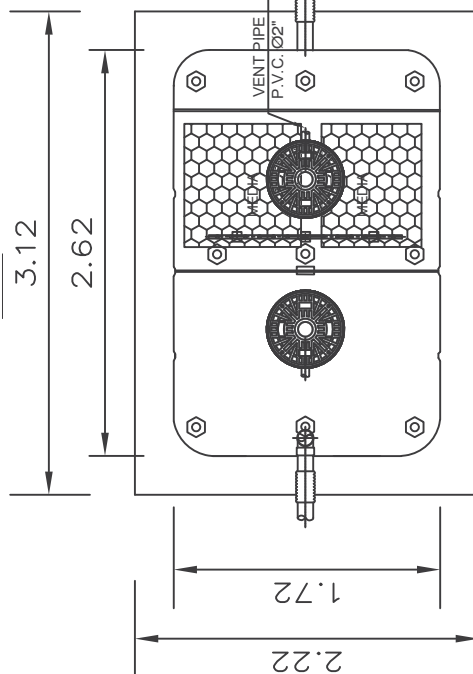


CLEAR 5000 CF

ถึงบำบัดน้ำเสียชนิดเติมอากาศ

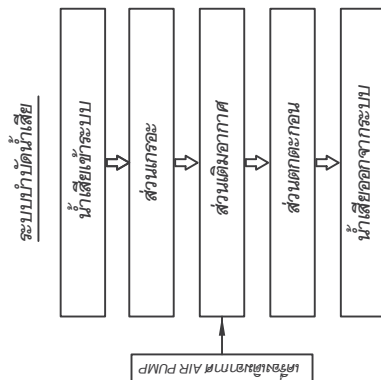


PLAN



SECTION A-A

คุณสมบัติ	
ความกว้าง	1.72 ม.
ความสูง	1.38 ม.
ความยาว	2.62 ม.
ท่อเข้า	100 มม.
ท่อ خروج	100 มม.
ถังกรอง	2.50 ลบ.ม.
เติมอากาศ	1.67 ลบ.ม.
ถังตกตะกอน	0.83 ลบ.ม.
ปริมาตรรวม	5.00 ลบ.ม.
วัสดุ	
CHAMBER	FRP
SEPARATION PLATE	FRP
TRANSFER BAFFLE	FRP
ท่อส่งอากาศ	PVC 2"
ผาถัง	ABS, FRP
ท่อเข้า-ออก	PVC 4" (100 mm. Dia)
มิเตอร์	PVC
เครื่องเติมอากาศ AIR PUMP	100 ลิตร/นาที (1 ตัว) , 220V/2Phase/50Hz



ภาคผนวก ค-6

รายการคำนวณการบำบัดก๊าซมีเทน
ละอองน้ำเสีย (Aerosol) จากระบบบำบัดน้ำเสีย
และรายการคำนวณการบำบัดอากาศจากห้องพักขยะเปียก

รายการคำนวณบ่อดินกำจัดมีเทน
โครงการ ชิตีโฮม สนามบินน้ำ รัตนนิเบศร์ อาคาร A

การกำจัดก๊าซมีเทน

โครงการเลือกการกำจัดก๊าซมีเทน (CH_4) ด้วยวิธีการใช้แบคทีเรียที่มีอยู่ในดินธรรมชาติ โดยการเปลี่ยนก๊าซมีเทนผ่านกระบวนการเมตาบอลิซึมของเซลล์เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งสามารถช่วยลดภาวะโลกร้อนได้ 21 เท่า

ในปฏิกิริยาออกซิเดชันของมีเทนจะทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และ (H_2O) ซึ่งในการทำให้เกิดปฏิกิริยาดังกล่าวจะต้องใช้ออกซิเจน 2 โมล ต่อ มีเทน 1 โมล ดังสมการที่⁽¹⁾



อนึ่งแต่ละ 16 กรัมของมีเทน CH_4 ที่ผลิตขึ้นและหายไปในบรรยากาศจะทำให้ COD ในน้ำลดลง 65 กรัมที่อุณหภูมิและความดันมาตรฐาน ซึ่งเท่ากับ 0.34 ลบ.ม. ของมีเทน CH_4 ต่อ 1 กิโลกรัมของ COD ที่ถูกทำให้คงตัว (อ้างอิงจาก : ธีระ เกรอต , 2539 , วิศวกรรมน้ำเสีย การบำบัดทางชีวภาพ กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) ดังนั้น จะสามารถคำนวณหาปริมาณมีเทนที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

1. คำนวณหาปริมาณ COD ที่เกิดขึ้นของระบบ

ระบบบำบัดน้ำเสียออกแบบรองรับปริมาณน้ำเสียภายในถังเกรอะ	=	140	ลบ.ม./วัน
BOD ที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย	=	261	มก./ล.
กำหนดให้ประสิทธิภาพในการกำจัด BOD ภายในบ่อเกรอะเท่ากับ 40%			
อัตราส่วนระหว่าง BOD5/COD สำหรับน้ำเสียชุมชน	=	0.67	
ดังนั้น COD ที่กำจัด	=	$(0.40 \times 261 \times 140) / 0.67$	
	=	21,814.93	ก. COD/วัน
	=	21.81	กก. COD/วัน

2. คำนวณหาปริมาณก๊าซมีเทน (CH_4) ที่เกิดขึ้นของระบบ

∴ ปริมาตรก๊าซมีเทน (CH_4) ที่เกิดขึ้น	=	0.34×21.81	ลบ.ม. มีเทน/วัน
	=	7.42	ลบ.ม. มีเทน/วัน
อัตราการผลิตมีเทนของปุ๋ยหมักพร้อมใช้งาน	=	2.40	ลบ.ม./ตร.ม.-วัน
พื้นที่ในการกำจัดก๊าซมีเทน อาคาร A	=	$7.42 / 2.40$	ตร.ม.
	=	3.09	ตร.ม.

ลงชื่อ.....

(นายจิรศักดิ์ อาจัญญ์) วส.30

รายการคำนวณบ่อดินกำจัดมีเทน และระบบบำบัดกลิ่นจากห้องขยะเปียก
โครงการ ชิตีโฮม สนามบินน้ำ รัตนภิเบศร์ อาคาร B

การกำจัดก๊าซมีเทน

โครงการเลือกการกำจัดก๊าซมีเทน (CH_4) ด้วยวิธีการใช้แบคทีเรียที่มีอยู่ในดินธรรมชาติ โดยการเปลี่ยนก๊าซมีเทนผ่านกระบวนการเมตาบอลิซึมของเซลล์เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งสามารถช่วยลดภาวะโลกร้อนได้ 21 เท่า

ในปฏิกิริยาออกซิเดชันของมีเทนจะทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และ (H_2O) ซึ่งในการทำให้เกิดปฏิกิริยาดังกล่าวจะต้องใช้ออกซิเจน 2 โมล ต่อ มีเทน 1 โมล ดังสมการที่⁽¹⁾



อนึ่งแต่ละ 16 กรัมของมีเทน CH_4 ที่ผลิตขึ้นและหายไปในบรรยากาศจะทำให้ COD ในน้ำลดลง 65 กรัมที่อุณหภูมิและความดันมาตรฐาน ซึ่งเท่ากับ 0.34 ลบ.ม. ของมีเทน CH_4 ต่อ 1 กิโลกรัมของ COD ที่ถูกทำให้คงตัว (อ้างอิงจาก : ธีระ เกรอต , 2539 , วิศวกรรมน้ำเสีย การบำบัดทางชีวภาพ กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) ดังนั้น จะสามารถคำนวณหาปริมาณมีเทนที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

1. คำนวณหาปริมาณ COD ที่เกิดขึ้นของระบบ

ระบบบำบัดน้ำเสียออกแบบรองรับปริมาณน้ำเสียภายในถังเกรอะ	=	140	ลบ.ม./วัน
BOD ที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย	=	262	มก./ล.
กำหนดให้ประสิทธิภาพในการกำจัด BOD ภายในบ่อเกรอะเท่ากับ 40%			
อัตราส่วนระหว่าง BOD5/COD สำหรับน้ำเสียชุมชน	=	0.67	
ดังนั้น COD ที่กำจัด	=	(0.40x262x140)/0.67	
	=	21,898.51	ก. COD/วัน
	=	21.90	กก. COD/วัน

2. คำนวณหาปริมาณก๊าซมีเทน (CH_4) ที่เกิดขึ้นของระบบ

∴ ปริมาตรก๊าซมีเทน (CH_4) ที่เกิดขึ้น	=	0.34 x 21.90	ลบ.ม. มีเทน/วัน
	=	7.45	ลบ.ม. มีเทน/วัน
อัตราการผลิตมีเทนของปุ๋ยหมักพร้อมใช้งาน	=	2.40	ลบ.ม./ตร.ม.-วัน
พื้นที่ในการกำจัดก๊าซมีเทน อาคาร B	=	7.45 / 2.40	ตร.ม.
	=	3.10	ตร.ม.

ลงชื่อ.....

(นายจิรศักดิ์ อาจัญญวร) วส.30

ชิตีโฮม สนามบินน้ำ รัตนานิเบศร์

ระบบสุขภาพ

3. คำนวณหาพื้นที่ในการบำบัดกลิ่นจากห้องพักขยะเปียก

โครงการได้จัดให้มีการบำบัดกลิ่นจากห้องพักขยะเปียก โดยอาศัยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในดินเป็นตัวดูดซับและตรึงมลพิษที่เกิดขึ้น เพื่อควบคุมไม่ให้กลิ่นส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมภายนอกและต่อผู้พักอาศัย รวมถึงช่วยให้ระบบกำจัดมีเทนทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการนำออกวิเจนมาช่วยในการกำจัดมีเทน โครงการให้หลักการในการบำบัดมลพิษทางอากาศโดยใช้พืช ดิน และจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในดิน ซึ่งอาศัยกระบวนการทางชีวภาพในการบำบัดกลิ่น และต้องมีระยะเวลาเก็บกักจริง (True residence time) อย่างน้อย 60 วินาที (1) เพื่อให้เกิดกระบวนการในการบำบัดกลิ่น โดยโครงการจัดให้มีพื้นที่สีเขียวหนา 0.60 เมตร มีรายละเอียดที่นำมาพิจารณา เพื่อกำหนดขนาดพื้นที่สีเขียวที่ใช้ในการบำบัดกลิ่น ดังต่อไปนี้

1. กำหนดให้ปริมาณอากาศจากห้องขยะเปียกเท่ากับปริมาณการระบายอากาศจากห้องพักขยะเปียกเท่ากับ 4 เท่าของปริมาตรห้อง/ชม.

จากข้อมูลข้างต้นสามารถคำนวณพื้นที่ในการกำจัดกลิ่นจากห้องขยะเปียกของโครงการได้ดังต่อไปนี้

	ขนาดห้อง ก x ย x ส (ม.)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	อัตราการระบายอากาศ 4 เท่า ของปริมาตรห้อง/ชม.	อัตราการระบายอากาศที่เลือกใช้ (Q)	
				ลบ.ม./ชม.	ลบ.ม./วินาที
ห้องพัก ขยะเปียก	9.30 ตร.ม.x2.80	26.04	$26.04 \times 4 = 104.16$	104.16	0.029

2. ระยะเวลาเก็บกักจริง (TRUE RESIDENCE TIME) = 65 วินาที

โดยที่ ระยะเวลาเก็บกักจริง = V_{fa} / Q

V_{fa} = ปริมาตรของตัวกรองในระบบจริง (ลบ.ม.)

= ปริมาตรของตัวกรอง x ความพรุน

ความพรุน = 54.70% ⁽²⁾⁽³⁾ ปู่หมักตามมาตรฐานกรม

วิชาการเกษตรปี 2548

ปริมาตรของตัวกรอง = ความลึกดิน x พื้นที่ลานบำบัดกลิ่น

Q = อัตราการไหลของก๊าซ (ลบ.ม./วินาที)

∴ ระยะเวลาเก็บกักจริง = $\frac{\text{ความลึกดิน} \times \text{พื้นที่ลานบำบัดกลิ่น} \times \text{ความพรุน}}{\text{อัตราการไหลของก๊าซ}}$

$$65 = \frac{0.60 \times \text{พื้นที่ลานบำบัดกลิ่น} \times 0.547}{0.029}$$

ลงชื่อ.....

(นายรัฐศักดิ์ อาจัญญ์) วส.30

$$\therefore \text{พื้นที่ลานบำบัดกลิ่น} = 5.74 \text{ ตร.ม.}$$

ที่มา ⁽¹⁾ " Treatment of wastewater odor in pig farm using tray biofilter system " Apissara Rakthaisong, Suranaree University of Technology , 2015

⁽²⁾ " Understanding biofilter performance and determining emission. Concentrations under operational conditions" Final Report-Project Number ER36, sniffer knowledge brokers for a resilient Scotland.

⁽³⁾ " Identifying and Controlling odor in the municipal wastewater environment phase 1 : literature research and review" , Gregory M. Adams & Ron Hargreavers, Water Environment research Foundation, 2003

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่บำบัดมีเทนและบำบัดกลิ่นจากห้องพักขยะเปียก} &= \text{พื้นที่ในการกำจัดมีเทน} + \text{พื้นที่ในการ} \\ &\quad \text{บำบัดกลิ่นจากห้องพักขยะเปียก} \\ &= 3.10 + 5.74 \text{ ตร.ม.} \\ &= 8.84 \text{ ตร.ม.} \end{aligned}$$

ลงชื่อ.....

(นายจิรศักดิ์ อาจัญญ์) วส.30

ระบบสุขภาพ

รายการคำนวณการกำจัดละอองลอย (Aerosol)
โครงการ ชิตีโฮม สนามบินน้ำ รัตนนิเบศร์

สำหรับละอองน้ำเสียที่เกิดขึ้น อาจเกิดการรั่วไหลผ่านทางข้อต่อ หรือฝาปิดได้ โดยการกำจัด
ละอองน้ำเสีย (Aerosol) จากระบบเติมอากาศ โครงการได้จัดให้มีการกำจัดละอองน้ำเสียโดยอาศัย
จุลินทรีย์ที่มีอยู่ในดินเป็นตัวดูดซับและตรึงมลพิษที่เกิดจากละอองน้ำเสีย เพื่อควบคุมไม่ให้ละอองน้ำเสียส่ง
ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมภายนอกและต่อผู้พักอาศัย

โครงการใช้หลักการในการกำจัดมลพิษทางอากาศโดยใช้พืช ดิน และจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ใน
ดิน ซึ่งอาศัยกระบวนการทางชีวภาพในการกำจัดเชื้อโรคที่มาจากละอองน้ำเสีย และต้องมีการสัมผัสกับ
ดินอย่างน้อย 10 วินาที เพื่อให้เกิดกระบวนการในการกำจัดเชื้อโรคจากละอองน้ำเสีย โดยโครงการจัดให้มี
พื้นที่สีเขียวหนา 0.40 เมตร และต้องมีความเร็วของอากาศเท่ากับ 0.04 เมตร/วินาที ($0.40/10$) มี
รายละเอียดที่นำมาพิจารณา เพื่อกำหนดขนาดพื้นที่สีเขียวที่ใช้ในการกำจัดเชื้อโรคจากละอองน้ำ
เสีย ดังต่อไปนี้

1. กำหนดให้ปริมาณละอองน้ำเสียที่เกิดขึ้นเท่ากับปริมาณการเติมอากาศของเครื่อง
เติมอากาศ
2. กำหนดให้การบำบัดละอองน้ำเสีย (Aerosol) ต้องมีระยะเวลาที่กักเก็บในดินอย่าง
น้อย 10 วินาที ดังนั้นในพื้นที่ 1 ตารางเมตร ที่ความลึก 0.40 เมตร สามารถบำบัด
ละอองน้ำเสียได้ 0.04 ลูกบาศก์เมตร/วินาที/ตารางเมตร

ลงชื่อ.....

(นายจิรศักดิ์ อาจัญญ์) วส.30

ชิตีโฮม สนามบินน้ำ รัตนานิเบศร์

ระบบสุขาภิบาล

จากข้อมูลข้างต้นสามารถคำนวณพื้นที่ในการกำจัดละอองน้ำเสีย (Aerosol) จากระบบบำบัดน้ำเสียของโครงการได้ดังต่อไปนี้

ระบบบำบัดน้ำเสีย	ปริมาณละอองน้ำเสีย (เท่ากับอัตราการเติมอากาศของระบบบำบัด) (ลบ.ม./วินาที)	พื้นที่สีเขียวที่ต้องการสำหรับบำบัดปริมาณละอองน้ำเสีย (Aerosol) = ปริมาณละอองน้ำเสีย / 0.04 (ตร.ม. ที่ความลึก 0.4 ม.)	พื้นที่ที่โครงการจัดให้สำหรับบำบัดละอองน้ำเสีย (Aerosol)
1. ระบบบำบัดน้ำเสียรวม	= 0.044 ลบ.ม./วินาที	= 0.044/0.04 = 1.10 ตร.ม.	1.5 ตร.ม.

ดังนั้นในส่วนละอองน้ำเสียและกลิ่นเหม็นจากการบำบัดจะส่งผลกระทบต่อในระดับน้อยมาก ทั้งนี้เพื่อให้มีความปลอดภัยจากการแพร่กระจายของเชื้อโรคมากยิ่งขึ้น ทางโครงการเลือกใช้วิธีการกำจัด Aerosol ด้วยการบำบัดโดยอาศัยแบคทีเรียในดินของพื้นที่สีเขียวและดูดซับของเนื้อดินบริเวณใกล้เคียงกับตำแหน่งระบบบำบัดน้ำเสียรวม

สรุปขนาดบ่อกำจัดมีเทน อาคาร A = 3.39 ตร.ม.

อาคาร B = 9.13 ตร.ม.

ขนาดบ่อ Aerosol ขนาด = 1.50 ตร.ม.

ลงชื่อ.....

(นายจิรศักดิ์ อางส์ญจร) วส.30

ภาคผนวก ค-7

รายการคำนวณบ่อหนองน้ำ

รายการคำนวณระบบระบายน้ำฝน และบ่อน้ำ
โครงการ ชิตีไฮม สนามบินน้ำ รัตนภิเบศร์

รายการคำนวณขนาดบ่อน้ำ

การคำนวณหาค่า Q น้ำฝนจะใช้วิธี Rational Method โดยมีรายละเอียดดังนี้

จากสูตร	Q	=	$0.278 \times 10^{-6} \text{ C.I.A}$
	Q	=	อัตราการระบายน้ำ ; ลูกบาศก์เมตรวินาที
	C	=	สัมประสิทธิ์การไหลนองของพื้นที่
	I	=	ความเข้มฝนที่คาบอุบัติ 5 ปี
		=	$[7,840 / (t_c + 30)^{1.03}]$
	A	=	พื้นที่รับน้ำเพื่อระบายน้ำออก ; ตารางเมตร
	t_c	=	เวลาการรวมตัวของน้ำ ; นาที

สามารถคำนวณหาค่า C ของพื้นที่โครงการก่อนและหลังการพัฒนาโครงการ ได้ดังนี้

(1) ข้อมูลก่อนพัฒนาโครงการ

1.1 พื้นที่โครงการก่อนการพัฒนามีขนาดพื้นที่ = 8,489.60 ตารางเมตร

1.2 ค่า C ก่อนพัฒนาโครงการ (พื้นที่รกร้าง) = 0.3

1.3 เวลาการไหลรวมตัวของน้ำ (t_c)

เวลาการไหลรวมตัวของน้ำ (t_c) = เวลา น้ำไหลบนพื้นที่ระบายน้ำ +
เวลา น้ำไหลในท่อระบายน้ำ

ก่อนการพัฒนาเป็นพื้นที่รกร้างไม่มีท่อระบายน้ำ ดังนั้นเวลาการไหลรวมตัวของน้ำ (t_c)

หาได้จาก Kerby Formula

- เวลา น้ำไหลบนพื้นที่ระบายน้ำ (t_c) = $0.83 (L n s^{-0.5})^{0.467}$

L = ระยะทางที่ไกลที่สุดของพื้นที่ระบายน้ำ = 500 ฟุต

กำหนดค่า n = 0.20

ลงชื่อ.....

(นายจิรศักดิ์ อาจัญญ์) วส.30

ระบบสุขาภิบาล

$$\begin{aligned}
 \text{ความลาดเอียงของผิวดิน 1 : 1,000} &= 0.001 \\
 \text{ดังนั้น เวลาการไหลรวมตัวของน้ำ (t_c)} &= [0.83(500 \times 0.20 \times 0.001^{-0.5})]^{0.467} \\
 &= 36.00 \quad \text{นาที} \\
 \text{ความเข้มข้นในการตก 1 ครั้ง (I)} &= 7,840 / [t_c + 30]^{1.03} \\
 &= 7,840 / [36 + 30]^{1.03} \\
 &= 104.76 \quad \text{มม./ชม.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร } Q &= 0.278 \times 10^{-6} \text{ C.I.A} \\
 Q_{\text{ก่อน}} &= 0.278 \times 10^{-6} \times 0.3 \times 104.76 \times 8,489.60 \\
 &= 0.074 \quad \text{ลูกบาศก์เมตร / วินาที} \\
 &= 266.40 \quad \text{ลูกบาศก์เมตร / ชั่วโมง}
 \end{aligned}$$

(2) ปริมาณน้ำที่ต้องกักเก็บ

จากการคำนวณปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยที่เกิดขึ้นจริงนำค่าที่ได้ไปแทนค่าในการคำนวณขนาดพื้นที่
ชะลอน้ำได้ 327.94 ลูกบาศก์เมตร

ดังนั้น โครงการจะต้องจัดให้มีระบบหนองน้ำเพื่อรองรับน้ำหลากภายในพื้นที่โครงการ
โดยทางโครงการจะทำการหนองน้ำโดยมีบ่อหนองน้ำปริมาตร 1,150.29 ลูกบาศก์เมตร ทั้งนี้
การระบายน้ำออกนอกโครงการต้องติดตั้งเครื่องสูบน้ำ โดยกำหนดอัตราสูบไม่เกินก่อน
พัฒนาโครงการ 266.40 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

ปริมาณการระบายน้ำออกนอกโครงการรวมไม่เกินปริมาณการระบายน้ำก่อนพัฒนาโครงการ
= 266.40 ลบ.ม./ ชม.

ลงชื่อ.....

(นายจิรศักดิ์ อาจัญจ) วส.30

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยที่เกิดขึ้นจริง

โครงการ ชีวไฮม สามมบินน้ำ รัตนวิเบศร์ ฟันที่ ๒ โครงการ

พื้นที่รับน้ำฝน	พื้นที่ ฝนที่	ค่า C	ปริมาณน้ำฝนหลังพัฒนา					
			ระยะเวลา ที่พบว่า ฝนตก(Tc) นาที	ความถี่ฝน ในการตก 1 ครั้ง มม./ชม.	ปริมาณน้ำฝน ในแต่ละครั้ง ลบ.ม.	อัตราน้ำฝน ที่ตกลงบน พื้นผิว ลบ.ม./วินาที	ปริมาณน้ำฝน ที่ตกลง บนพื้นผิว ลบ.ม.	ปริมาณน้ำฝน ที่ตกลงในดิน บนพื้นผิว ลบ.ม.
พื้นที่อาคาร	2,807.00	1.00	36.00	104.76	176.43	0.0817	176.43	-
พื้นที่ถนนที่	1,969.60	1.00	36.00	104.76	123.80	0.0573	123.80	-
พื้นที่ถนน Porous	1,524.00	0.40	36.00	104.76	38.32	0.0177	15.33	22.99
พื้นที่สีเขียว	2,189.00	0.30	36.00	104.76	41.28	0.0191	12.38	28.89
รวมทั้งโครงการ	8,489.60				379.82		327.94	51.88

ลงชื่อ.....

(นายจิรศักดิ์ อาจัญญ์) วส.30

ภาคผนวก ค-8

รายการคำนวณระบบระบายอากาศ
และระบบปรับอากาศ

สรุปรายงานเครื่องปรับอากาศ

โครงการ ชิดโฮม สนามบินน้ำ-รัตนวิเศษ

AIR CONDITIONING CAPACITY	
พื้นที่	ภาวะปรับอากาศทั้งหมด (BTU)
ส่วนกลางและคอนโด	8,274,058

อาคารทั้งหมด ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่สามารถทำความเย็นรวม

8,274,058

BTU/H

690

ตันความเย็น

ลงชื่อ.....

(นายสุรศักดิ์ เจริญยุทธ) วก.781

VENTILATION FAN SCHEDULE ซิตีโฮม สนามบินน้ำ-รัตนธิเบศร์ (PUBLIC AREA)

UNIT NO.	AREA SERVED	LOCATION	ระบบปรับอากาศ	พื้นที่ (SQ.M)	ความสูงห้อง	ปริมาตรห้อง	ปริมาณการระบายอากาศ(คำนวณ)			
					(M.)	(CU.M.)	CU.M/Hr/SQ.M	ACH	CMH	CFM
	อาคาร A									
EFA-1-01	Pump Room	ชั้น B1	-	39.72	2.00	79.44	-	20	1589	935
EFA-1-02	ห้องพักขยะชั้น1	ชั้น 1	-	3.45	2.40	8.28	-	4	33	19
EFA-RF-01	ห้องพักขยะประจำชั้น 2-8	ชั้นคาถฟ้า	-	7.20	18.13	130.54	-	4	522	307
	อาคาร B									
EFB-1-01	ห้องนิติบุคคล	ชั้น 1	✓	22.72	-	-	2	-	45	27
	ห้องเก็บของนิติบุคคล	ชั้น 1	-	2.40	2.40	5.76	-	2	12	7
EFB-1-02	ห้องขยะรีไซเคิล,อันตรายและขยะแห้ง	ชั้น 1	-	14.35	2.40	34.44	-	4	137.76	81
EFB-1-03	ห้องขยะเปียก	ชั้น 1	-	9.10	2.40	21.84	-	4	87.36	51
EFB-1-04	ห้องพักขยะชั้น1	ชั้น 1	-	2.58	2.40	6.19	-	4	24.768	15
EFB-RF-01	ห้องพักขยะประจำชั้น 2-8	ชั้นคาถฟ้า	-	7.26	18.13	131.62	-	4	526	310

ลงชื่อ

(นายสุรศักดิ์ เจริญยุทธ) วก.781

VENTILATION FAN SCHEDULE ชิตโฮม สยามบิณน้ำ-รัตนนิเบศร์ (RESIDENTIAL AREA)

NO.	AREA SERVED	LOCATION	UNITS	AIR FLOW (CFM)	QTY. SET (S)	POWER SUPPLY		REMARK
						APPOX KW.	V / P / HZ	
	อาคาร A							
1	ห้องพัก STUDIO A	FL.1-8	100					
EF-1	ห้องน้ำ			50	1	0.025	220 / 1 / 50	
	อาคาร B							
1	ห้องพัก STUDIO A	FL.1-8	139					
EF-1	ห้องน้ำ			50	1	0.025	220 / 1 / 50	

ลงชื่อ..

(นายสุรศักดิ์ เจริญยุทธ) วก.781

ภาคผนวก ค-9

รายการคำนวณโครงสร้าง

รายการคำนวณ
การรับแรงลม และแผ่นดินไหว โดยวิธีพลศาสตร์
โครงการ : ศาลาถ้ำ ชิดโฮม สนามบิหน้า-รัตนานิเบศร์

รายการประกอบการคำนวณ

1.	คอนกรีต				
	หน่วยแรงอัดประลัย (fc')	=	240	กก./ตร.ซม.	สำหรับโครงสร้างทั่วไป
	หน่วยแรงอัดประลัย (fc')	=	280	กก./ตร.ซม.	สำหรับโครงสร้างฐานราก
	หน่วยแรงอัดประลัย (fc')	=	320	กก./ตร.ซม.	สำหรับโครงสร้างเสา
	หน่วยแรงอัดประลัย (fc')	=	240	กก./ตร.ซม.	สำหรับโครงสร้างผนังลิฟท์
	หน่วยแรงอัดประลัย (fc')	=	320	กก./ตร.ซม.	สำหรับโครงสร้างผนังลิฟท์
	หน่วยแรงอัดประลัย (fc')	=	320	กก./ตร.ซม.	สำหรับโครงสร้างพื้น
					ระบบ Post - Tension
2.	เหล็กเสริม				
	กำลังคราก (fy)	=	2,400	กก./ตร.ซม.	สำหรับ SR-24(RB6-RB9)
	กำลังคราก (fy)	=	4,000	กก./ตร.ซม.	สำหรับ SD-40(DB12-DB25)
	กำลังคราก (fy)	=	5,000	กก./ตร.ซม.	สำหรับ SD-50(DB28-DB32)
3.	เหล็กรูปพรรณ A36				
	กำลังคราก (Fy)	=	2,400	กก./ตร.ซม.	
	หน่วยแรงดึง (Ft)	=	0.6 Fy	=	1,440 กก./ตร.ซม.
	หน่วยแรงดัด (Fb)	=	0.6 Fy	=	1,440 กก./ตร.ซม.
	หน่วยแรงเฉือน (Fv)	=	0.4 Fy	=	960 กก./ตร.ซม.
4.	น้ำหนักคอนกรีต			2,400	กก./ลบ.ม.
	น้ำหนักกำแพงก่ออิฐ 1/2 แผ่น			180	กก./ตร.ม.
	น้ำหนักกำแพงก่ออิฐเต็มแผ่น			360	กก./ตร.ม.
5.	น้ำหนักบรรทุกจรสำหรับห้องพัก			200	กก./ตร.ม.
	น้ำหนักบรรทุกจรสำหรับห้องเครื่อง			1,000	กก./ตร.ม.
	น้ำหนักบรรทุกจรสำหรับที่จอดรถ			400	กก./ตร.ม.
	น้ำหนักบรรทุกจรสำหรับหลังคา			100	กก./ตร.ม.
6.	แรงลม มาตรฐาน มยผ.1311-50				
7.	แรงแผ่นดินไหว มาตรฐาน มยผ.1301/1302-61				

เอกสารประกอบการคำนวณ

1. ข้อบัญญัติควบคุมการก่อสร้างอาคาร กทม. พ.ศ. 2522
2. ACI-Code 318-63 , 318-71
3. Fundamental of Reinforced Concrete by Ferguson.
4. Prestress Concrete Design's Handbook by PCI.
5. Steel Designer's Manual by The Steel Construction Institute.

คำนวณโดย

1. นายพิรพงศ์ ลาภเจียม สย. 9283

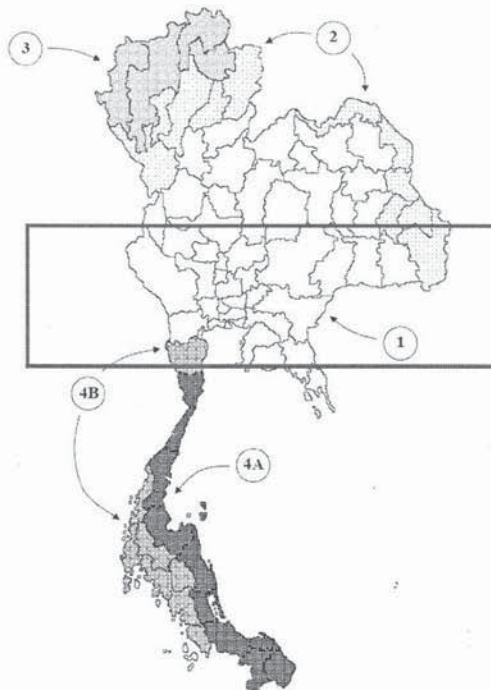
**หลักการออกแบบอาคารสำหรับป้องกันความเสียหายโครงสร้างอาคารจากแรงลม
และแผ่นดินไหว ตามมาตรฐานกรมโยธาธิการ โดยวิธีพลศาสตร์**

อาคารได้รับการออกแบบให้มีความสามารถรับแรงลมได้ตามมาตรฐานกรมโยธาธิการ โดยใช้ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กของลิฟต์และบันไดเป็นโครงสร้างหลักในการรับแรงร่วมกับเสาและพื้น ค่าหน่วยแรงลมที่ใช้ออกแบบตามมาตรฐานกรมโยธาธิการ มีค่าดังนี้

1. แรงลม มาตรฐาน มยผ.1311-50

1.1 รายละเอียดที่ตั้งโครงการ

ที่ตั้งโครงการ อยู่จังหวัดนนทบุรีความเร็วอ้างอิงอยู่ในกลุ่มที่ 1 ตามรูปที่ 1.1 และรูปที่ 1.2 ดังนั้นหน่วยแรงลมอ้างอิงกระทำกับอาคารเท่ากับ 25 เมตรต่อวินาที และค่าประกอบได้ฝุ่นเท่ากับ 1.0



รูปที่ 1.1 แผนที่การแบ่งกลุ่มความเร็วลมอ้างอิง

การจำแนกและการแบ่งกลุ่มความเร็วลมอ้างอิงแสดงในรูป ก.1 และตาราง ก-1 กลุ่มความเร็วลมอ้างอิงมีจำนวน 5 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่มที่ 1	$V_{50} = 25$ เมตร ต่อ วินาที: $T_F = 1.0$
กลุ่มที่ 2	$V_{50} = 27$ เมตร ต่อ วินาที: $T_F = 1.0$
กลุ่มที่ 3	$V_{50} = 29$ เมตร ต่อ วินาที: $T_F = 1.0$
กลุ่มที่ 4A	$V_{50} = 25$ เมตร ต่อ วินาที: $T_F = 1.2$
กลุ่มที่ 4B	$V_{50} = 25$ เมตร ต่อ วินาที: $T_F = 1.05$

รูปที่ 1.2 ความเร็วลมอ้างอิง

1.2 ค่าประกอบความสำคัญของอาคาร

อาคารอยู่ในประเภทความสำคัญ ปกติ ดังนั้นค่าประกอบความสำคัญของแรงลมที่สภาวะจำกัดด้านกำลัง และด้านการใช้งานเท่ากับ 1.00 และ 0.75 ตามตารางที่ 1.1 และตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.1 การจำแนกประเภทของอาคาร ตามความสำคัญต่อสาธารณชน

ประเภทของอาคาร	ประเภทความสำคัญ
อาคารและส่วนโครงสร้างอื่นที่มีปัจจัยเสี่ยงอันตรายต่อชีวิตมนุษย์ค่อนข้างน้อยเมื่อเกิดการพังทลายของอาคารหรือส่วนโครงสร้างนั้นๆ เช่น <ul style="list-style-type: none"> - อาคารที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร - อาคารชั่วคราว - อาคารเก็บของเสีย ซึ่งไม่มีความสำคัญ 	น้อย
อาคารและส่วนโครงสร้างอื่นที่ไม่จัดอยู่ในอาคารประเภท ความสำคัญ น้อย มาก และสูงมาก	ปกติ
อาคารและส่วนโครงสร้างอื่นที่หากเกิดการพังทลาย จะเป็นอันตรายต่อชีวิตมนุษย์และสาธารณชนอย่างมาก เช่น <ul style="list-style-type: none"> - อาคารที่เป็นที่ชุมนุมในพื้นที่ยิ่งใหญ่ มากกว่า 300 คน - โรงเรียนประถมหรือมัธยมศึกษาที่มีความจุมากกว่า 250 คน - มหาวิทยาลัยหรือวิทยาลัย ที่มีความจุมากกว่า 500 คน - สถานีวิทยุหรือสถานีโทรทัศน์ที่มีความจุคนใช้มากกว่า 50 คน แต่ไม่สามารถทำการรักษากรณีฉุกเฉินได้ - เรือนจำและสถานกักกันนักโทษ 	มาก
อาคารและส่วนโครงสร้างที่มีความจำเป็นต่อความเป็นอยู่ของสาธารณชนเป็นอย่างมาก หรืออาคารที่จำเป็นต่อการบรรเทาภัยหลังเกิดเหตุเป็นอย่างมาก เช่น <ul style="list-style-type: none"> - โรงพยาบาลที่สามารถทำการรักษากรณีฉุกเฉินได้ - สถานีตำรวจ สถานีดับเพลิง และโรงเก็บรถฉุกเฉินต่างๆ - โรงไฟฟ้า - โรงผลิตน้ำประปา อ่างเก็บน้ำ และสถานีสูบน้ำที่มีความดันสูงสำหรับการดับเพลิง - อาคารศูนย์สื่อสาร - อาคารศูนย์บรรเทาสาธารณภัย - ท่าอากาศยาน ศูนย์บัญชาการบิน และโรงเก็บเครื่องบิน ที่ต้องใช้มือเหตุการณ์ฉุกเฉิน - อาคารศูนย์บัญชาการแห่งชาติ <p>อาคารหรือส่วนโครงสร้างในส่วนของการผลิต การจัดการ การจัดเก็บ หรือการใช้สารพิษ เช่น เชื้อเพลิง หรือสารเคมี อันก่อให้เกิดการระเบิดขึ้นได้</p>	สูงมาก

ตารางที่ 1.2 ค่าประกอบความสำคัญของแรงลม

ประเภทความสำคัญ ของอาคาร	ค่าประกอบความสำคัญของแรงลม	
	สภาวะจำกัดด้านกำลัง	สภาวะจำกัดด้านการใช้งาน
น้อย	0.8	0.75
ปกติ	1	0.75
มาก	1.15	0.75
สูงมาก	1.15	0.75

1.3 สภาพภูมิประเทศ

อาคารตั้งอยู่ในสภาพภูมิประเทศแบบ B ตามรูปที่ 1.3 สภาพภูมิประเทศ

3.4 ค่าประกอบเนื่องจากสภาพภูมิประเทศ (C_e)

ค่าประกอบเนื่องจากสภาพภูมิประเทศ เป็นค่าประกอบที่นำมาปรับค่าหน่วยแรงลมให้แปรเปลี่ยนตามความสูงจากพื้นดินและสภาพภูมิประเทศ

การคำนวณค่าแรงลมโดยวิธีการอย่างละเอียด คำนึงถึงสภาพภูมิประเทศเป็น 3 แบบ ดังนี้

- ก. สภาพภูมิประเทศแบบ A เป็นสภาพภูมิประเทศแบบโล่งซึ่งมีอาคาร ดันไม้ หรือสิ่งปลูกสร้าง กระจัดกระจายอยู่ห่างๆ กัน หรือเป็นบริเวณชายฝั่งทะเล ให้คำนวณค่า C_e จากสมการ (3-1) หรือใช้ค่าจากตาราง 3-1

$$C_e = \left(\frac{z}{10} \right)^{0.25} \quad (3-1)$$

โดยที่ ถ้า C_e ที่คำนวณจากสมการ (3-1) มีค่าน้อยกว่า 1.0 หรือมากกว่า 2.5 ให้ใช้ค่า C_e เท่ากับ 1.0 หรือ 2.5 ตามลำดับ

- ข. สภาพภูมิประเทศแบบ B เป็นสภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง หรือพื้นที่ที่มีต้นไม้ใหญ่ หนาแน่น หรือบริเวณศูนย์กลางเมืองขนาดเล็ก ให้คำนวณค่า C_e จากสมการ (3-2) หรือใช้ค่าจากตาราง 3-1

$$C_e = 0.5 \left(\frac{z}{12.7} \right)^{0.5} \quad (3-2)$$

โดยที่ ถ้า C_e ที่คำนวณได้จากสมการ (3-2) มีค่าน้อยกว่า 0.5 หรือมากกว่า 2.5 ให้ใช้ค่า C_e เท่ากับ 0.5 หรือ 2.5 ตามลำดับ

- ค. สภาพภูมิประเทศแบบ C เป็นสภาพภูมิประเทศของบริเวณศูนย์กลางเมืองใหญ่ มีอาคารสูงอยู่หนาแน่น โดยที่อาคารไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ต้องมีความสูงเกิน 4 ชั้น ให้คำนวณค่า C_e จากสมการ (3-3) หรือใช้ค่าจากตาราง 3-1

รูปที่ 1.3 สภาพภูมิประเทศ

ในกรณีที่เกิดแผ่นดินไหว จะเกิดแรงกระทำด้านข้างต่ออาคารสลับทิศไปมา แรงที่เกิดขึ้นในอาคารเป็นผลจากการที่ฐานของอาคารถูกเคลื่อนตัวออกไปเนื่องจากการเคลื่อนสั่นไหวของดินแต่มวลเฉื่อย (Inertia) ของอาคารทำให้ส่วนต่าง ๆ ของอาคารไม่เคลื่อนตัวไปพร้อมกับฐานทันทีจึงเกิดแรงกระทำต่อโครงสร้างอาคาร ดังนั้นส่วนสำคัญซึ่งในโครงการนี้ได้คำนึงถึงในการป้องกันความเสียหายเนื่องจากแผ่นดินไหว ได้แก่

1. การรับแรงด้านข้างและจำกัดการเคลื่อนตัวของอาคารไม่ให้มากเกินไปจนเกิดความเสียหาย การป้องกันในส่วนนี้โครงการได้ใช้ผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก (Shear wall) ของลิฟต์และบันไดเป็นโครงสร้างหลักในการรับแรงด้านข้างร่วมกับเสาและพื้น (Building Frame System with Ordinary Reinforced Concrete Shear Wall) โครงสร้างลักษณะนี้จะรับแรงด้านข้างได้ดีและมีระยะการเคลื่อนตัวต่ำ
2. จุดต่อของโครงสร้าง เช่น จุดต่อเสา-คาน , เสา-พื้น จะเสริมเหล็กให้มีความเหนียว (Ductility) ช่วยให้โครงสร้างไม่เปราะแตกหักง่าย ตามมาตรฐานของกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ 1301-50 และ มยผ 1302-52,61 ซึ่งเมื่อโครงข้อต่อเหล่านี้ขยับตัวและกลับมาสมดุล โครงสร้างจุดต่อเหล่านี้จะไม่เสียหาย
3. เหล็กปลอกเสาอาคารซึ่งปลายเหล็กทาบที่ผิวคอนกรีตจะหลุดและรูดออกจากเนื้อคอนกรีตได้ง่ายเมื่อเวลาเกิดแผ่นดินไหว ในโครงการนี้จะงอปลายเหล็กปลอกเป็นมุม 135 องศา เพื่อให้ปลายเหล็กฝังลึกเข้าไปในคอนกรีต จะป้องกันการรูดของเหล็กได้ดี
4. การวิเคราะห์โครงสร้างรับแรงจากแผ่นดินไหวจะวิเคราะห์ด้วยวิธีเชิงพลศาสตร์ โดยใช้การคำนวณสเปกตรัมการตอบสนองแบบโหมด (Modal Response Spectrum)
5. ฐานรากใช้เสาเข็มกดขนาดใหญ่ยังลึกลงไปชั้นทราย 28 เมตร ฐานรากจะมีเสถียรภาพที่ดีและการทรุดตัวของอาคารจะค่อนข้างน้อย
6. พื้นชั้นล่างและฐานรากยึดโยงต่อกันเป็น Rigid Frame ซึ่งจะเป็นระบบโครงสร้างที่ดีในการต้านแรงด้านข้าง

2. แร่งแผ่นดินไหว มาตราฐาน มยผ.1301/1302-61

2.1 รายละเอียดที่ตั้งโครงการและความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ

ที่ตั้งโครงการ อยู่ที่จังหวัดนนทบุรี ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมที่คาบสั้น 0.2 วินาที (S_u) และที่คาบ 1 วินาที (S_1) ใช้ตามรูปที่ 1.4-5



แผนที่แสดงการแบ่งโซนพื้นที่ในกรุงเทพมหานครฯ เพื่อการออกแบบ อาคารด้านทานแผ่นดินไหว

<p>โซน 1</p> <p>จังหวัดเพชรบุรี</p> <ul style="list-style-type: none"> - อ.เขาย้อย <p>จังหวัดราชบุรี</p> <ul style="list-style-type: none"> - อ.ปากท่อ - อ.วัดเพลง - อ.เมืองราชบุรี <p>โซน 2</p> <p>จังหวัดราชบุรี</p> <ul style="list-style-type: none"> - อ.ดำเนินสะดวก - อ.บ้านแพ <p>จังหวัดนครปฐม</p> <ul style="list-style-type: none"> - อ.สามพราน - อ.พุทธมณฑล - อ.นครชัยศรี - อ.ดอนตูม - อ.บางเลน - อ.เมืองนครปฐม 	<p>โซน 3</p> <p>จังหวัดสมุทรสาคร</p> <p>(ทั้งจังหวัด)</p> <p>จังหวัดสมุทรสงคราม</p> <p>(ทั้งจังหวัด)</p> <p>โซน 4</p> <p>จังหวัดนนทบุรี</p> <p>(ทั้งจังหวัด)</p> <p>โซน 5</p> <p>จังหวัดกรุงเทพมหานคร</p> <p>(ทั้งจังหวัด)</p> <p>จังหวัดสมุทรปราการ</p> <p>(ทั้งจังหวัด)</p>	<p>โซน 6</p> <p>จังหวัดพระนครศรีอยุธยา</p> <ul style="list-style-type: none"> - อ.ลาดบัวหลวง - อ.บางไทร - อ.บางปะอิน - อ.วังน้อย - อ.เสนา - อ.อุทัย - อ.ท่าเรือ - อ.บางบาล - อ.เมืองพระนครศรีอยุธยา <p>โซน 7</p> <p>จังหวัดปทุมธานี</p> <p>(ทั้งจังหวัด)</p> <p>โซน 8</p> <p>จังหวัดนครนายก</p> <ul style="list-style-type: none"> - อ.บ้านนา - อ.ปากพลี - อ.เมืองนครนายก 	<p>โซน 9</p> <p>จังหวัดนครนายก</p> <ul style="list-style-type: none"> - อ.องครักษ์ <p>จังหวัดปราจีนบุรี</p> <ul style="list-style-type: none"> - อ.บ้านฉาง <p>จังหวัดฉะเชิงเทรา</p> <ul style="list-style-type: none"> - อ.บางน้ำเปรี้ยว - อ.บางคล้า - อ.ราชสาส์น - อ.คลองเขื่อน - อ.บ้านโพธิ์ - อ.บางปะกง - อ.เมืองฉะเชิงเทรา <p>โซน 10</p> <p>จังหวัดชลบุรี</p> <ul style="list-style-type: none"> - อ.พานทอง - อ.เมืองชลบุรี
---	---	---	--

รูปที่ 1.4-5 การแบ่งโซนพื้นที่ในกรุงเทพมหานครฯ เพื่อการออกแบบอาคารด้านทานแผ่นดินไหว

ตารางที่ 1.4-7 ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ ด้วยวิธีพลศาสตร์สำหรับพื้นที่ใน
โซนต่าง ๆ (อัตราส่วนความหน่วง 5.0%) ของพื้นที่ในกรุงเทพมหานคร

โซน S_a	S_a (0.01 s)	S_{DS} (0.2 s)	S_a (0.5 s)	S_{D1} (1.0 s)	S_a (2.0 s)	S_a (3.0 s)	S_a (4.0 s)	S_a (5.0 s)	S_a (6.0 s)
1	0.208	0.495	0.360	0.181	0.085	0.041	0.034	0.024	0.022
2	0.136	0.257	0.352	0.193	0.151	0.084	0.047	0.030	0.024
3	0.111	0.212	0.262	0.265	0.166	0.085	0.052	0.035	0.026
4	0.102	0.211	0.287	0.207	0.163	0.078	0.032	0.023	0.020
5	0.075	0.128	0.191	0.199	0.168	0.094	0.053	0.037	0.028
6	0.099	0.189	0.272	0.154	0.150	0.077	0.042	0.031	0.026
7	0.093	0.167	0.246	0.181	0.132	0.084	0.051	0.036	0.030
8	0.085	0.189	0.162	0.075	0.041	0.025	0.015	0.010	0.008
9	0.080	0.165	0.214	0.156	0.107	0.048	0.022	0.014	0.011
10	0.115	0.301	0.179	0.049	0.035	0.023	0.014	0.010	0.008

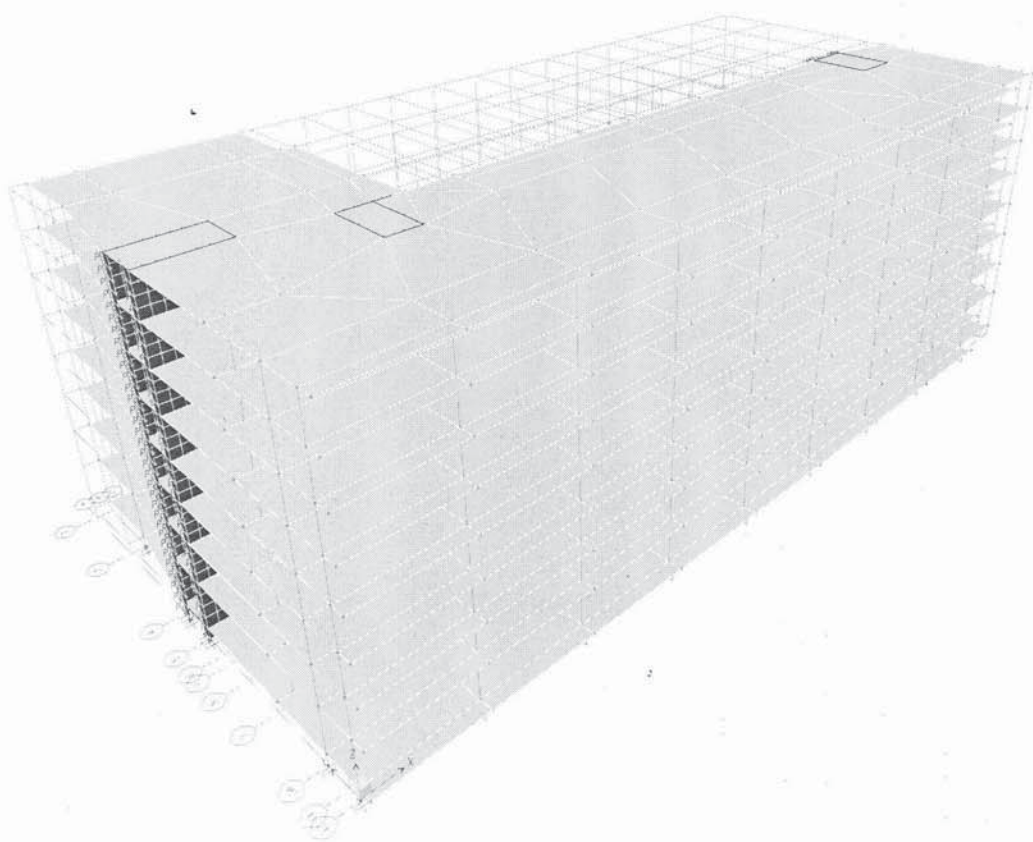
ตารางที่ 1.4-7 ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบด้วยวิธีเชิงพลศาสตร์
สำหรับพื้นที่ในกรุงเทพมหานคร

2.2 ตัวประกอบความสำคัญและประเภทของอาคาร

อาคารจัดอยู่ในประเภทความสำคัญ ปกติ ดังนั้นตัวประกอบความสำคัญเท่ากับ 1.0 ตามตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การจำแนกประเภทความสำคัญอาคารและค่าตัวประกอบความสำคัญของอาคาร

ประเภทของอาคาร	ประเภทความสำคัญ
<p>อาคารและส่วนโครงสร้างอื่นที่มีปัจจัยเสี่ยงอันตราย เขตอภัยพิภพภัยก่อนขังน้ำนองเมื่อเกิดการพังทลายของอาคารหรือส่วนโครงสร้างนั้นๆ เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> - อาคารที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร - อาคารชั่วคราว - อาคารอื่นของเล็กๆ ซึ่งไม่มีความสำคัญ 	น้อย
อาคารและส่วนโครงสร้างอื่นที่ไม่จัดอยู่ในอาคารประเภท ความสำคัญ น้อย มาก และสูงมาก	ปกติ
<p>อาคารและส่วนโครงสร้างอื่นที่หากเกิดการพังทลาย จะเป็นอันตราย เขตอภัยพิภพภัยและสาธารณชนอย่างมาก เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> - อาคารที่เป็นที่ชุมนุมในพื้นที่หนึ่งๆ มากกว่า 300 คน - โรงเรียนประถมหรือมัธยมศึกษาที่มีความจุมากกว่า 250 คน - มหาวิทยาลัยหรือวิทยาลัย ที่มีความจุมากกว่า 500 คน - สถานรักษาพยาบาลที่มีความจุคนไข้มากกว่า 50 คน แต่ไม่สามารถทำการรักษากรณีฉุกเฉินได้ - เรือนจำและสถานกักกันนักโทษ 	มาก
<p>อาคารและส่วนโครงสร้างที่มีความจำเป็นต่อความเป็นอยู่ของสาธารณชนเป็นอย่างมาก หรืออาคารที่จำเป็นต่อการบรรเทาภัยหลังเกิดเหตุเป็นอย่างมาก เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> - โรงพยาบาลที่สามารถทำการรักษากรณีฉุกเฉินได้ - สถานีตำรวจ สถานีดับเพลิง และโรงเก็บรถฉุกเฉินต่างๆ - โรงไฟฟ้า - โรงผลิตน้ำประปา ดึงเก็บน้ำ และสถานีสูบน้ำที่มีความดันสูงสำหรับการดับเพลิง - อาคารศูนย์สื่อสาร - อาคารศูนย์บรรเทาสาธารณภัย - ท่าอากาศยาน ศูนย์บังคับการบิน และโรงเก็บเครื่องบิน ที่ต้องใช้เมื่อเกิดกรณีฉุกเฉิน - อาคารศูนย์บัญชาการแห่งชาติ <p>อาคารหรือส่วนโครงสร้างในส่วนของการผลิต การจัดการ การจัดเก็บ หรือการใช้สารพิษ เช่น เชื้อเพลิง หรือสารเคมี อันก่อให้เกิดการระเบิดขึ้นได้</p>	สูงมาก



Project : ศุภาลัย :ขี้ติโฮม สนามมินน้ำ รัตนาริเบศร์ A
Base Shear EQX unit kg,m

Story	Load	Loc	Vx
ROOF	EQXU MAX	Top	94114
ROOF	EQXU MAX	Bottom	94114
STORY8	EQXU MAX	Top	168340
STORY8	EQXU MAX	Bottom	168340
STORY7	EQXU MAX	Top	227077
STORY7	EQXU MAX	Bottom	227077
STORY6	EQXU MAX	Top	273933
STORY6	EQXU MAX	Bottom	273933
STORY5	EQXU MAX	Top	311072
STORY5	EQXU MAX	Bottom	311072
STORY4	EQXU MAX	Top	339396
STORY4	EQXU MAX	Bottom	339396
STORY3	EQXU MAX	Top	358877
STORY3	EQXU MAX	Bottom	358877
STORY2	EQXU MAX	Top	369517
STORY2	EQXU MAX	Bottom	369517
STORY1	EQXU MAX	Top	370379
STORY1	EQXU MAX	Bottom	370379

Project : ศุภาลัย :ขัติโยม สนามบิมนนำ รัตนธิเบศร์ A
Base Shear EQY unit kg,m

Story	Load	Loc	Vy
ROOF	EQYU MAX	Top	91880
ROOF	EQYU MAX	Bottom	91880
STORY8	EQYU MAX	Top	166898
STORY8	EQYU MAX	Bottom	166898
STORY7	EQYU MAX	Top	227254
STORY7	EQYU MAX	Bottom	227254
STORY6	EQYU MAX	Top	275378
STORY6	EQYU MAX	Bottom	275378
STORY5	EQYU MAX	Top	313169
STORY5	EQYU MAX	Bottom	313169
STORY4	EQYU MAX	Top	341497
STORY4	EQYU MAX	Bottom	341497
STORY3	EQYU MAX	Top	360567
STORY3	EQYU MAX	Bottom	360567
STORY2	EQYU MAX	Top	370605
STORY2	EQYU MAX	Bottom	370605
STORY1	EQYU MAX	Top	371303
STORY1	EQYU MAX	Bottom	371303

Project : ศาลาลย :วัดโสม สนามบ้นนำ รัตนารเบศร A
Base Shear WINDUP unit kg,m

Story	Load	Loc	VY
ROOF	WINDUP	Top	-6600
ROOF	WINDUP	Bottom	-6600
STORY8	WINDUP	Top	-19800
STORY8	WINDUP	Bottom	-19800
STORY7	WINDUP	Top	-33000
STORY7	WINDUP	Bottom	-33000
STORY6	WINDUP	Top	-32340
STORY6	WINDUP	Bottom	-32340
STORY5	WINDUP	Top	-59400
STORY5	WINDUP	Bottom	-59400
STORY4	WINDUP	Top	-72600
STORY4	WINDUP	Bottom	-72600
STORY3	WINDUP	Top	-82500
STORY3	WINDUP	Bottom	-82500
STORY2	WINDUP	Top	-92400
STORY2	WINDUP	Bottom	-92400
STORY1	WINDUP	Top	-102300
STORY1	WINDUP	Bottom	-102300

Project : ศาลาชัย : วัดโสม สนามบิณน้ำ รัตนาริเบศร์ A
Base Shear WINDDW unit kg,m

Story	Load	Loc	VY
ROOF	WINDDW	Top	6600
ROOF	WINDDW	Bottom	6600
STORY8	WINDDW	Top	19800
STORY8	WINDDW	Bottom	19800
STORY7	WINDDW	Top	33000
STORY7	WINDDW	Bottom	33000
STORY6	WINDDW	Top	46200
STORY6	WINDDW	Bottom	46200
STORY5	WINDDW	Top	59400
STORY5	WINDDW	Bottom	59400
STORY4	WINDDW	Top	72600
STORY4	WINDDW	Bottom	72600
STORY3	WINDDW	Top	82500
STORY3	WINDDW	Bottom	82500
STORY2	WINDDW	Top	92400
STORY2	WINDDW	Bottom	92400
STORY1	WINDDW	Top	102300
STORY1	WINDDW	Bottom	102300

Project : ศาลาชัย : วัดโสม สนามบิณนำ รัดนาธิเบศร์ A
 Base Shear WINDR unit kg,m

Story	Load	Loc	VX
ROOF	WINDXR	Top	-3200
ROOF	WINDXR	Bottom	-3200
STORY8	WINDXR	Top	-9600
STORY8	WINDXR	Bottom	-9600
STORY7	WINDXR	Top	-16000
STORY7	WINDXR	Bottom	-16000
STORY6	WINDXR	Top	-22400
STORY6	WINDXR	Bottom	-22400
STORY5	WINDXR	Top	-28800
STORY5	WINDXR	Bottom	-28800
STORY4	WINDXR	Top	-35200
STORY4	WINDXR	Bottom	-35200
STORY3	WINDXR	Top	-40640
STORY3	WINDXR	Bottom	-40640
STORY2	WINDXR	Top	-46080
STORY2	WINDXR	Bottom	-46080
STORY1	WINDXR	Top	-51520
STORY1	WINDXR	Bottom	-51520

Project :
Base Shear

ศภาลัย : ชัดโสม สนามบินนำ รัตนาริเบศร์ A
WINDL unit kg,m

Story	Load	Loc	VX
ROOF	WINDXL	Top	3200
ROOF	WINDXL	Bottom	3200
STORY8	WINDXL	Top	9600
STORY8	WINDXL	Bottom	9600
STORY7	WINDXL	Top	16000
STORY7	WINDXL	Bottom	16000
STORY6	WINDXL	Top	22400
STORY6	WINDXL	Bottom	22400
STORY5	WINDXL	Top	28800
STORY5	WINDXL	Bottom	28800
STORY4	WINDXL	Top	35200
STORY4	WINDXL	Bottom	35200
STORY3	WINDXL	Top	40640
STORY3	WINDXL	Bottom	40640
STORY2	WINDXL	Top	46080
STORY2	WINDXL	Bottom	46080
STORY1	WINDXL	Top	51520
STORY1	WINDXL	Bottom	51520

Project : ศุภาลัย : วัดโสม สนามบิมนำ รัตนาริเบศร์ B
Base Shear EQX unit kg,m

Story	Load	Loc	Vx
ROOF	EQXU MAX	Story	89010
ROOF	EQXU MAX	ROOF	89010
STORY8	EQXU MAX	ROOF	160346
STORY8	EQXU MAX	STORY8	160346
STORY7	EQXU MAX	STORY8	217297
STORY7	EQXU MAX	STORY7	217297
STORY6	EQXU MAX	STORY7	263004
STORY6	EQXU MAX	STORY6	263004
STORY5	EQXU MAX	STORY6	299317
STORY5	EQXU MAX	STORY5	299317
STORY4	EQXU MAX	STORY5	327026
STORY4	EQXU MAX	STORY4	327026
STORY3	EQXU MAX	STORY4	346072
STORY3	EQXU MAX	STORY3	346072
STORY2	EQXU MAX	STORY3	356495
STORY2	EQXU MAX	STORY2	356495
STORY1	EQXU MAX	STORY2	357308
STORY1	EQXU MAX	STORY1	357308

Project : ศุภาลัย :ขี้ดีโฮม สนามบินน้ำ รัตนธิเบศร์ B
Base Shear EQY unit kg,m

Story	Load	Loc	Vy
ROOF	EQYU MAX	Top	88628
ROOF	EQYU MAX	Bottom	88628
STORY8	EQYU MAX	Top	160472
STORY8	EQYU MAX	Bottom	160472
STORY7	EQYU MAX	Top	217902
STORY7	EQYU MAX	Bottom	217902
STORY6	EQYU MAX	Top	263758
STORY6	EQYU MAX	Bottom	263758
STORY5	EQYU MAX	Top	300036
STORY5	EQYU MAX	Bottom	300036
STORY4	EQYU MAX	Top	327710
STORY4	EQYU MAX	Bottom	327710
STORY3	EQYU MAX	Top	346830
STORY3	EQYU MAX	Bottom	346830
STORY2	EQYU MAX	Top	357352
STORY2	EQYU MAX	Bottom	357352
STORY1	EQYU MAX	Top	358140
STORY1	EQYU MAX	Bottom	358140

Project : ศาลา : ขี้โสม สนามบินน้ำ รัตนวิเศษ A
 Story Drift EQX unit kg,m

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	DriftX	DriftY	Cd
ROOF	Max Drift X	EQXI	82	60.8	-1	23.8	0.001		4.5
ROOF	Max Drift Y	EQXI	83	66	0	23.8		0.000823	4.5
STORY8	Max Drift X	EQXI	82	60.8	-1	21	0.001056		4.5
STORY8	Max Drift Y	EQXI	84	66	13.5	21		0.000854	4.5
STORY7	Max Drift X	EQXI	82	60.8	-1	18.2	0.001086		4.5
STORY7	Max Drift Y	EQXI	83	66	0	18.2		0.000865	4.5
STORY6	Max Drift X	EQXI	82	60.8	-1	15.4	0.001084		4.5
STORY6	Max Drift Y	EQXI	84	66	13.5	15.4		0.00085	4.5
STORY5	Max Drift X	EQXI	82	60.8	-1	12.6	0.001036		4.5
STORY5	Max Drift Y	EQXI	83	66	0	12.6		0.000799	4.5
STORY4	Max Drift X	EQXI	82	60.8	-1	9.8	0.000929		4.5
STORY4	Max Drift Y	EQXI	84	66	13.5	9.8		0.000704	4.5
STORY3	Max Drift X	EQXI	82	60.8	-1	7	0.000752		4.5
STORY3	Max Drift Y	EQXI	84	66	13.5	7		0.000557	4.5
STORY2	Max Drift X	EQXI	82	60.8	-1	4.2	0.000452		4.5
STORY2	Max Drift Y	EQXI	337	0	15.8	4.2		0.000332	4.5
STORY1	Max Drift X	EQXI	39	60.8	0	0.8	0.000124		4.5
STORY1	Max Drift Y	EQXI	14	0	0	0.8		0.000091	4.5

DriftX h/?	DriftY h/?
222	
	270
210	
	260
205	
	257
205	
	261
215	
	278
239	
	316
296	
	399
492	
	669
1792	
	2442
1,792	2,442
205	257

Project : ศภาลัย :ขัติโสม สนามินน้ำ รัตนวิเบศร์ A
 Story Drift EQY unit kg,m

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	DriftX	DriftY	Cd
ROOF	Max Drift X	EQYI	90	14.4	31	23.8	0.000178		4.5
ROOF	Max Drift Y	EQYI	84	66	13.5	23.8		0.001126	4.5
STORY8	Max Drift X	EQYI	90	14.4	31	21	0.000172		4.5
STORY8	Max Drift Y	EQYI	84	66	13.5	21		0.00115	4.5
STORY7	Max Drift X	EQYI	90	14.4	31	18.2	0.000161		4.5
STORY7	Max Drift Y	EQYI	84	66	13.5	18.2		0.001148	4.5
STORY6	Max Drift X	EQYI	90	14.4	31	15.4	0.000146		4.5
STORY6	Max Drift Y	EQYI	84	66	13.5	15.4		0.001112	4.5
STORY5	Max Drift X	EQYI	90	14.4	31	12.6	0.000127		4.5
STORY5	Max Drift Y	EQYI	84	66	13.5	12.6		0.00103	4.5
STORY4	Max Drift X	EQYI	90	14.4	31	9.8	0.000104		4.5
STORY4	Max Drift Y	EQYI	84	66	13.5	9.8		0.000891	4.5
STORY3	Max Drift X	EQYI	90	14.4	31	7	0.000079		4.5
STORY3	Max Drift Y	EQYI	84	66	13.5	7		0.000687	4.5
STORY2	Max Drift X	EQYI	82	60.8	-1	4.2	0.000057		4.5
STORY2	Max Drift Y	EQYI	337	0	15.8	4.2		0.000458	4.5
STORY1	Max Drift X	EQYI	39	60.8	0	0.8	0.000019		4.5
STORY1	Max Drift Y	EQYI	337	0	15.8	0.8		0.000126	4.5

DriftX h/?	DriftY h/?
1248	
	197
1292	
	193
1380	
	194
1522	
	200
1750	
	216
2137	
	249
2813	
	323
3899	
	485
11696	
	1764
11,696	1,764
1,248	193

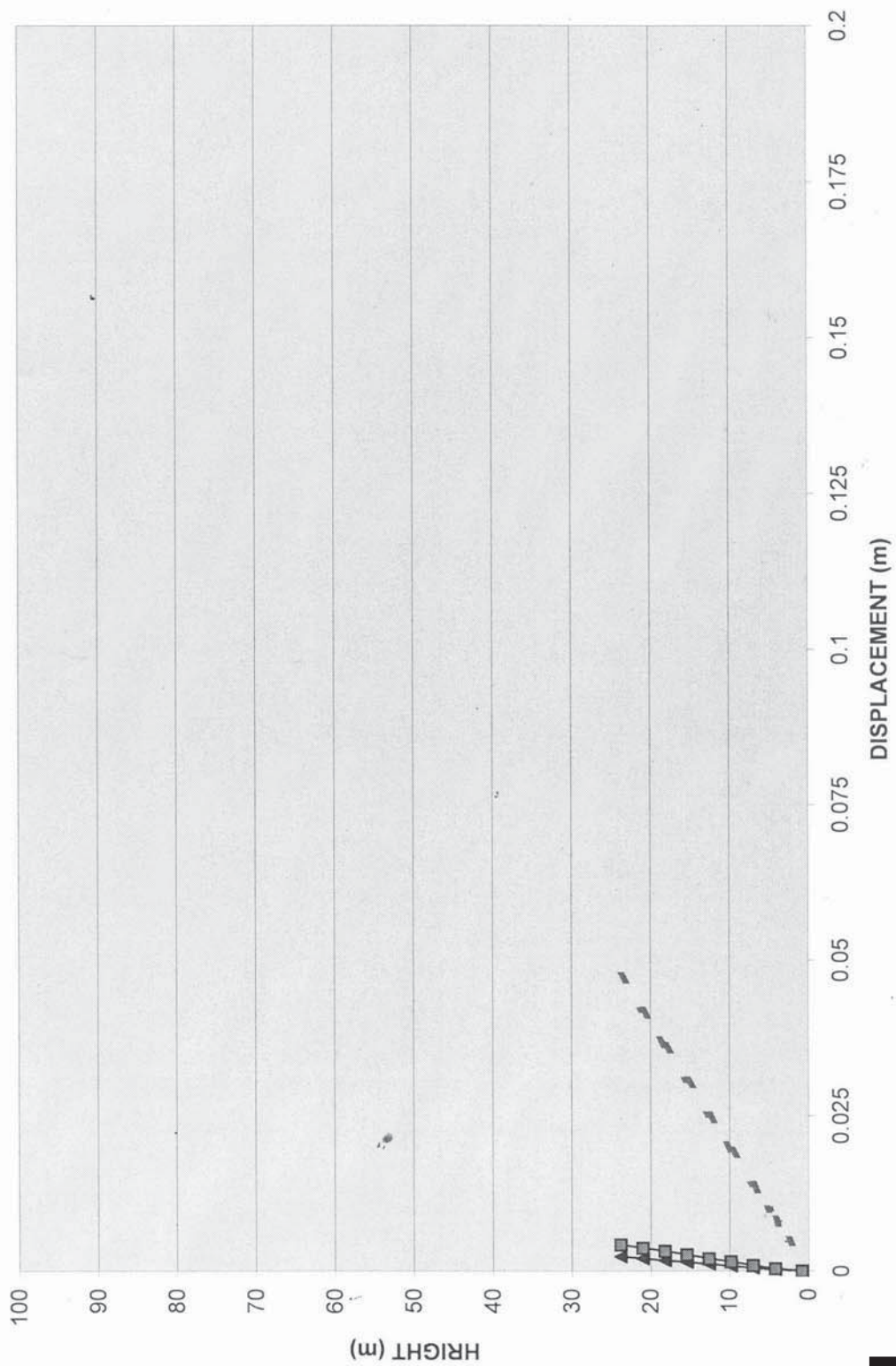
ตารางค่าการเคลื่อนที่เนื่องจากแรงลมในแนวแกน X

Story	Diaphragm	Load	UX	UY
ROOF	D1	WINDX	0.0023	0.0033
STORY8	D1	WINDX	0.002	0.0029
STORY7	D1	WINDX	0.0017	0.0025
STORY6	D1	WINDX	0.0014	0.002
STORY5	D1	WINDX	0.0011	0.0015
STORY4	D1	WINDX	0.0008	0.0011
STORY3	D1	WINDX	0.0005	0.0007
STORY2	D1	WINDX	0.0002	0.0003
STORY1	D1	WINDX	0	0

ตารางค่าการเคลื่อนที่เนื่องจากแรงลมในแนวแกน Y

Story	Diaphragm	Load	UX	UY
ROOF	D1	WINDUP MAX	0.0012	0.0042
STORY8	D1	WINDUP MAX	0.001	0.0037
STORY7	D1	WINDUP MAX	0.0009	0.0032
STORY6	D1	WINDUP MAX	0.0007	0.0026
STORY5	D1	WINDUP MAX	0.0005	0.002
STORY4	D1	WINDUP MAX	0.0004	0.0015
STORY3	D1	WINDUP MAX	0.0002	0.0009
STORY2	D1	WINDUP MAX	0.0001	0.0004
STORY1	D1	WINDUP MAX	0	0

รูปการเคลื่อนที่เนื่องจากแรงลมที่ยอดอาคาร



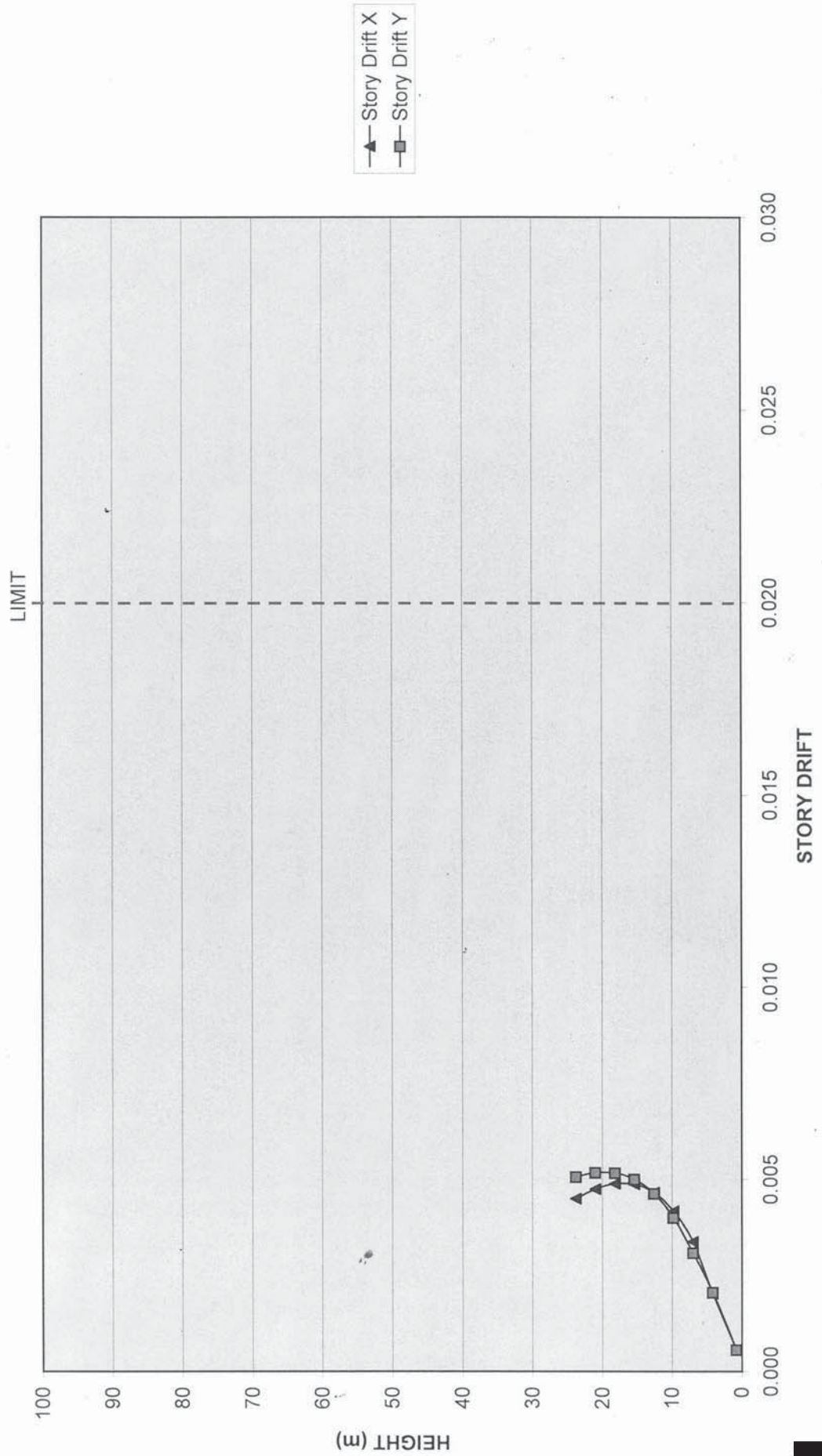
ตารางค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ระหว่างชั้นเนื่องจากแรงแผ่นดินไหวในแนวแกน X อาคาร A

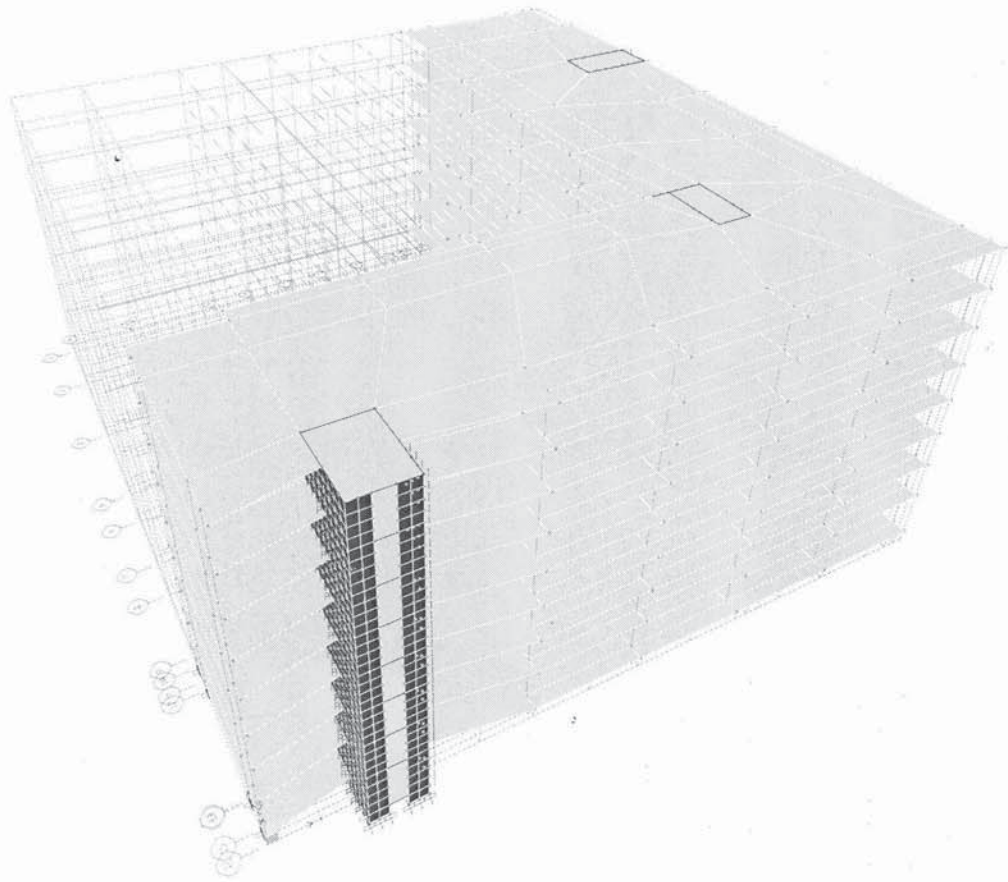
Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	DriftX	Cd	xCd/I
ROOF	Diaph D1 X	EQXI	82	60.8	-1	23.8	0.001	4.5	0.00450
STORY8	Diaph D1 X	EQXI	82	60.8	-1	21	0.001056	4.5	0.00475
STORY7	Diaph D1 X	EQXI	82	60.8	-1	18.2	0.001086	4.5	0.00489
STORY6	Diaph D1 X	EQXI	82	60.8	-1	15.4	0.001084	4.5	0.00488
STORY5	Diaph D1 X	EQXI	82	60.8	-1	12.6	0.001036	4.5	0.00466
STORY4	Diaph D1 X	EQXI	82	60.8	-1	9.8	0.000929	4.5	0.00418
STORY3	Diaph D1 X	EQXI	82	60.8	-1	7	0.000752	4.5	0.00338
STORY2	Diaph D1 X	EQXI	82	60.8	-1	4.2	0.000452	4.5	0.00203
STORY1	Diaph D1 X	EQXI	39	60.8	0	0.8	0.000124	4.5	0.00056

ตารางค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ระหว่างชั้นเนื่องจากแรงแผ่นดินไหวในแนวแกน Y อาคาร A

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	DriftY	Cd	xCd/I
ROOF	Diaph D1 Y	EQYI	84	66	13.5	23.8	0.001126	4.5	0.00507
STORY8	Diaph D1 Y	EQYI	84	66	13.5	21	0.00115	4.5	0.00518
STORY7	Diaph D1 Y	EQYI	84	66	13.5	18.2	0.001148	4.5	0.00517
STORY6	Diaph D1 Y	EQYI	84	66	13.5	15.4	0.001112	4.5	0.00500
STORY5	Diaph D1 Y	EQYI	84	66	13.5	12.6	0.00103	4.5	0.00464
STORY4	Diaph D1 Y	EQYI	84	66	13.5	9.8	0.000891	4.5	0.00401
STORY3	Diaph D1 Y	EQYI	84	66	13.5	7	0.000687	4.5	0.00309
STORY2	Diaph D1 Y	EQYI	337	0	15.8	4.2	0.000458	4.5	0.00206
STORY1	Diaph D1 Y	EQYI	337	0	15.8	0.8	0.000126	4.5	0.00057

รูปการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ระหว่างชั้นเนื่องจากแรงแผ่นดินไหว





Project : ศาลาชัย :วัดโสม สนามบิณน้า รัตนาริเบศร์ B
Base Shear WINDUP unit kg,m

Story	Load	Loc	VY
ROOF	WINDUP	Top	-4700
ROOF	WINDUP	Bottom	-4700
STORY8	WINDUP	Top	-14100
STORY8	WINDUP	Bottom	-14100
STORY7	WINDUP	Top	-23500
STORY7	WINDUP	Bottom	-23500
STORY6	WINDUP	Top	-32900
STORY6	WINDUP	Bottom	-32900
STORY5	WINDUP	Top	-42300
STORY5	WINDUP	Bottom	-42300
STORY4	WINDUP	Top	-51700
STORY4	WINDUP	Bottom	-51700
STORY3	WINDUP	Top	-58800
STORY3	WINDUP	Bottom	-58800
STORY2	WINDUP	Top	-65900
STORY2	WINDUP	Bottom	-65900
STORY1	WINDUP	Top	-72997
STORY1	WINDUP	Bottom	-72997

Project : ศาลาชัย : วัดโสม สนามบิณนำ รัตนาริเบศร์ B
Base Shear WINDDW unit kg,m

Story	Load	Loc	VY
ROOF	WINDDW	Top	4700
ROOF	WINDDW	Bottom	4700
STORY8	WINDDW	Top	14100
STORY8	WINDDW	Bottom	14100
STORY7	WINDDW	Top	23500
STORY7	WINDDW	Bottom	23500
STORY6	WINDDW	Top	32900
STORY6	WINDDW	Bottom	32900
STORY5	WINDDW	Top	42300
STORY5	WINDDW	Bottom	42300
STORY4	WINDDW	Top	51700
STORY4	WINDDW	Bottom	51700
STORY3	WINDDW	Top	58800
STORY3	WINDDW	Bottom	58800
STORY2	WINDDW	Top	65900
STORY2	WINDDW	Bottom	65900
STORY1	WINDDW	Top	72997
STORY1	WINDDW	Bottom	72997

Project : ตูกล้าย : ชาติโสม สนามบินน้ำ รัตนาริเบศร์ B
Base Shear WINDR unit kg,m

Story	Load	Loc	VX
ROOF	WINDXR	Top	-5100
ROOF	WINDXR	Bottom	-5100
STORY8	WINDXR	Top	-15300
STORY8	WINDXR	Bottom	-15300
STORY7	WINDXR	Top	-25500
STORY7	WINDXR	Bottom	-25500
STORY6	WINDXR	Top	-35700
STORY6	WINDXR	Bottom	-35700
STORY5	WINDXR	Top	-45900
STORY5	WINDXR	Bottom	-45900
STORY4	WINDXR	Top	-56100
STORY4	WINDXR	Bottom	-56100
STORY3	WINDXR	Top	-63750
STORY3	WINDXR	Bottom	-63750
STORY2	WINDXR	Top	-71400
STORY2	WINDXR	Bottom	-71400
STORY1	WINDXR	Top	-79050
STORY1	WINDXR	Bottom	-79050

Project : ศุภาลัย : วัดโสม สนามบิมนน้ำ รัตนาริเบศร์ B
 Base Shear WINDL unit kg,m

Story	Load	Loc	VX
ROOF	WINDXL	Top	5100
ROOF	WINDXL	Bottom	5100
STORY8	WINDXL	Top	15300
STORY8	WINDXL	Bottom	15300
STORY7	WINDXL	Top	25500
STORY7	WINDXL	Bottom	25500
STORY6	WINDXL	Top	35700
STORY6	WINDXL	Bottom	35700
STORY5	WINDXL	Top	45900
STORY5	WINDXL	Bottom	45900
STORY4	WINDXL	Top	56100
STORY4	WINDXL	Bottom	56100
STORY3	WINDXL	Top	63750
STORY3	WINDXL	Bottom	63750
STORY2	WINDXL	Top	71400
STORY2	WINDXL	Bottom	71400
STORY1	WINDXL	Top	79050
STORY1	WINDXL	Bottom	79050

Project : ศุภาลัย :วัดโสม สนามบิมนำ รัตนธิเบศร์ B
 Story Drift EQX unit kg,m

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	DriftX	DriftY	Cd
ROOF	Max Drift X	EQXI	48-4	6.4	-1.45	21.7	0.000957		4.5
ROOF	Max Drift Y	EQXI	338-4	47.15	34.75	21.7		0.000646	4.5
STORY8	Max Drift X	EQXI	49-4	7.55	-1.45	18.9	0.001029		4.5
STORY8	Max Drift Y	EQXI	68-1	47.15	37.15	18.9		0.000695	4.5
STORY7	Max Drift X	EQXI	49-4	7.55	-1.45	16.1	0.001075		4.5
STORY7	Max Drift Y	EQXI	68-1	47.15	37.15	16.1		0.000729	4.5
STORY6	Max Drift X	EQXI	47-6	5.2	-1.45	14.7	0.001083		4.5
STORY6	Max Drift Y	EQXI	338-5	47.15	34.75	14		0.000735	4.5
STORY5	Max Drift X	EQXI	385	8.175	-1.45	12.6	0.001072		4.5
STORY5	Max Drift Y	EQXI	338	47.15	34.75	12.6		0.000731	4.5
STORY4	Max Drift X	EQXI	385	8.175	-1.45	9.8	0.001		4.5
STORY4	Max Drift Y	EQXI	338	47.15	34.75	9.8		0.000689	4.5
STORY3	Max Drift X	EQXI	385	8.175	-1.45	7	0.000845		4.5
STORY3	Max Drift Y	EQXI	338	47.15	34.75	7		0.000596	4.5
STORY2	Max Drift X	EQXI	385	8.175	-1.45	4.2	0.00054		4.5
STORY2	Max Drift Y	EQXI	338	47.15	34.75	4.2		0.000401	4.5
STORY1	Max Drift X	EQXI	385	8.175	-1.45	0.8	0.000146		4.5
STORY1	Max Drift Y	EQXI	338	47.15	34.75	0.8		0.000109	4.5

DriftX h/?	DriftY h/?
232	
	344
216	
	320
207	
	305
205	
	302
207	
	304
222	
	323
263	
	373
412	
	554
1522	
	2039
1,522	2,039
205	302

Project : ศาลาชัย :ขี้ดีโสม สนามบินน้ำ รัตนาริเบศร์ B
 Story Drift EQY unit kg,m

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	DriftX	DriftY	Cd
ROOF	Max Drift X	EQYI	48-4	6.4	-1.45	21.7	0.00063		4.5
ROOF	Max Drift Y	EQYI	338-4	47.15	34.75	21.7		0.000813	4.5
STORY8	Max Drift X	EQYI	49-4	7.55	-1.45	18.9	0.000672		4.5
STORY8	Max Drift Y	EQYI	68-1	47.15	37.15	18.9		0.00086	4.5
STORY7	Max Drift X	EQYI	49-4	7.55	-1.45	16.1	0.000698		4.5
STORY7	Max Drift Y	EQYI	68-1	47.15	37.15	16.1		0.000888	4.5
STORY6	Max Drift X	EQYI	47-6	5.2	-1.45	14.7	0.000701		4.5
STORY6	Max Drift Y	EQYI	338	47.15	34.75	15.4		0.000889	4.5
STORY5	Max Drift X	EQYI	385	8.175	-1.45	12.6	0.000692		4.5
STORY5	Max Drift Y	EQYI	338	47.15	34.75	12.6		0.000873	4.5
STORY4	Max Drift X	EQYI	385	8.175	-1.45	9.8	0.000645		4.5
STORY4	Max Drift Y	EQYI	338	47.15	34.75	9.8		0.00081	4.5
STORY3	Max Drift X	EQYI	385	8.175	-1.45	7	0.000546		4.5
STORY3	Max Drift Y	EQYI	338	47.15	34.75	7		0.00069	4.5
STORY2	Max Drift X	EQYI	385	8.175	-1.45	4.2	0.000351		4.5
STORY2	Max Drift Y	EQYI	338	47.15	34.75	4.2		0.000456	4.5
STORY1	Max Drift X	EQYI	385	8.175	-1.45	0.8	0.000095		4.5
STORY1	Max Drift Y	EQYI	338	47.15	34.75	0.8		0.000124	4.5

DriftX h/?	DriftY h/?
353	
	273
331	
	258
318	
	250
317	
	250
321	
	255
345	
	274
407	
	322
633	
	487
2339	
	1792
2,339	1,792
317	250

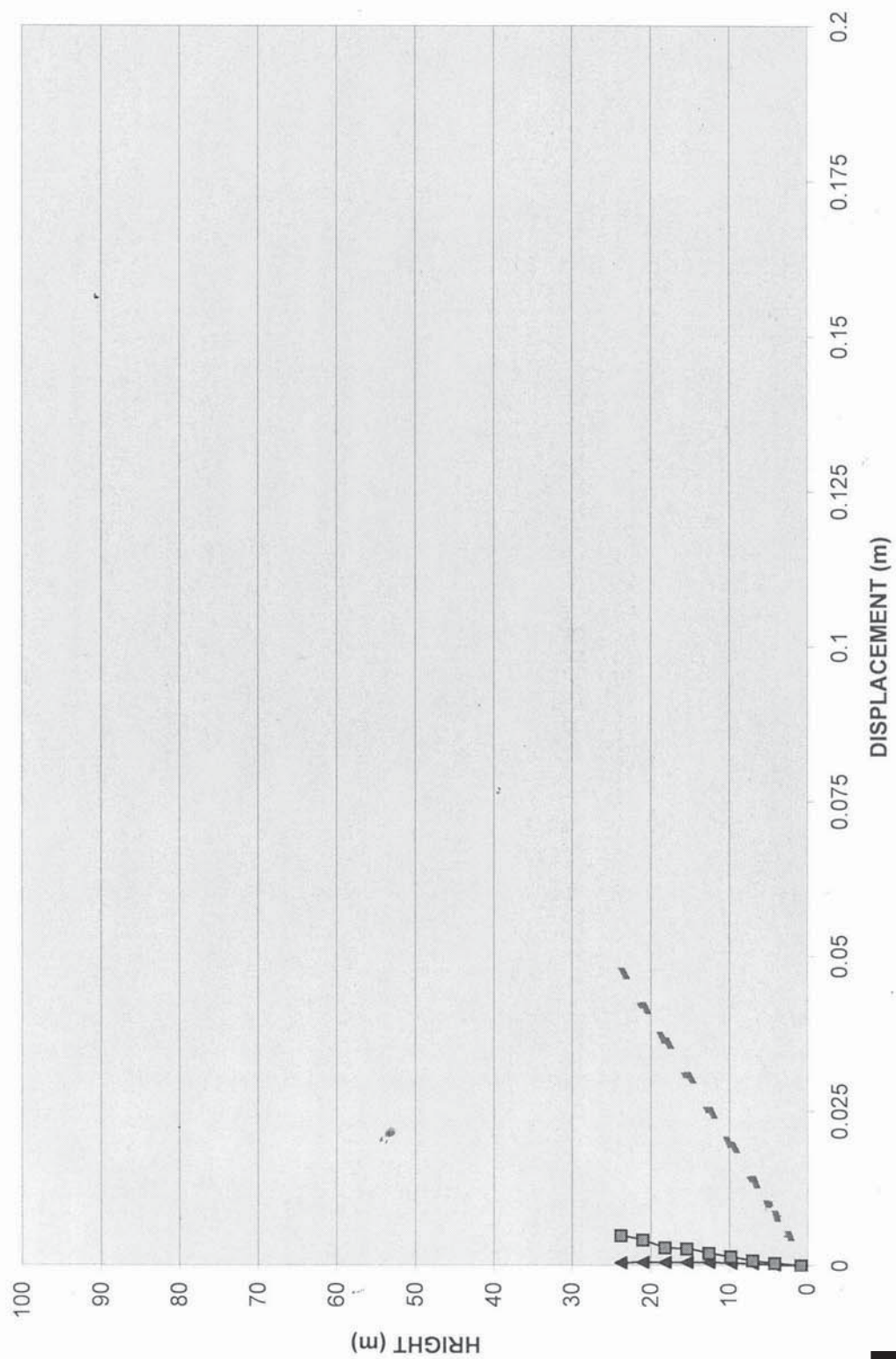
ตารางค่าการเคลื่อนที่เนื่องจากแรงลมในแนวแกน X

Story	Diaphragm	Load	UX	UY
ROOF	D1	WINDX	0.0004	0.004
STORY8	D1	WINDX	0.0005	0.0034
STORY7	D1	WINDX	0.0005	0.0028
STORY6	D1	WINDX	0.0005	0.0022
STORY5	D1	WINDX	0.0005	0.0016
STORY4	D1	WINDX	0.0004	0.0011
STORY3	D1	WINDX	0.0003	0.0006
STORY2	D1	WINDX	0.0001	0.0003
STORY1	D1	WINDX	0	0

ตารางค่าการเคลื่อนที่เนื่องจากแรงลมในแนวแกน Y

Story	Diaphragm	Load	UX	UY
ROOF	D1	WINDUP MAX	-0.0001	0.0048
STORY8	D1	WINDUP MAX	0	0.0041
STORY7	D1	WINDUP MAX	-0.0009	0.0029
STORY6	D1	WINDUP MAX	0.0002	0.0027
STORY5	D1	WINDUP MAX	0.0002	0.002
STORY4	D1	WINDUP MAX	0.0002	0.0014
STORY3	D1	WINDUP MAX	0.0002	0.0008
STORY2	D1	WINDUP MAX	0.0001	0.0004
STORY1	D1	WINDUP MAX	0	0

รูปการเคลื่อนที่เนื่องจากรวมที่ยอดอาคาร



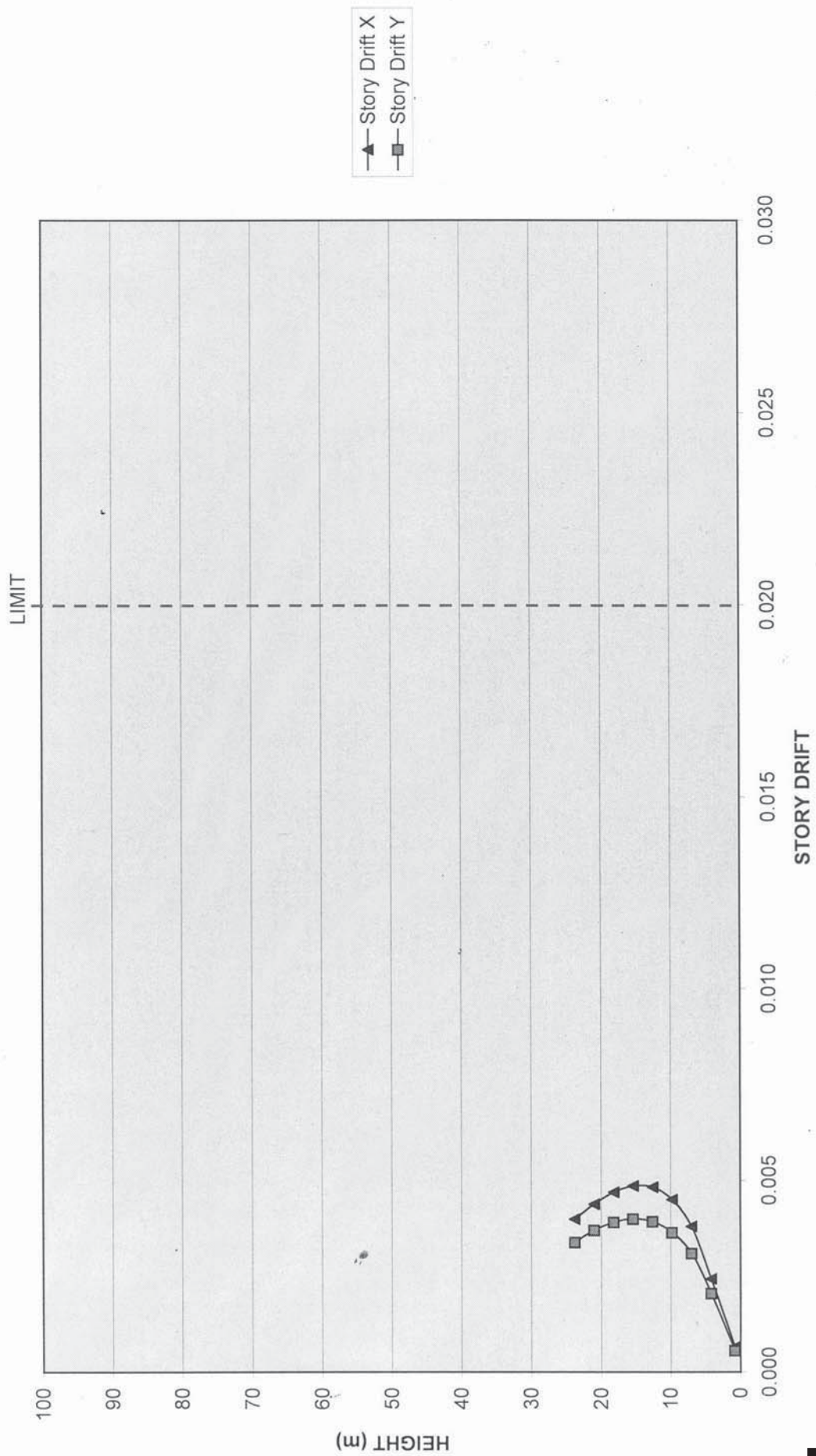
ตารางค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ระหว่างชั้นเนื่องจากแรงแผ่นดินไหวในแนวกแกน X อาคาร B

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	DriftX	Cd	xCd/l
ROOF	Diaph D1 X	EQXI	385	8.175	-1.45	23.8	0.000887	4.5	0.00399
STORY8	Diaph D1 X	EQXI	385	8.175	-1.45	21	0.000974	4.5	0.00438
STORY7	Diaph D1 X	EQXI	385	8.175	-1.45	18.2	0.001042	4.5	0.00469
STORY6	Diaph D1 X	EQXI	385	8.175	-1.45	15.4	0.00108	4.5	0.00486
STORY5	Diaph D1 X	EQXI	385	8.175	-1.45	12.6	0.001072	4.5	0.00482
STORY4	Diaph D1 X	EQXI	385	8.175	-1.45	9.8	0.001	4.5	0.00450
STORY3	Diaph D1 X	EQXI	385	8.175	-1.45	7	0.000845	4.5	0.00380
STORY2	Diaph D1 X	EQXI	385	8.175	-1.45	4.2	0.00054	4.5	0.00243
STORY1	Diaph D1 X	EQXI	385	8.175	-1.45	0.8	0.000146	4.5	0.00066

ตารางค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ระหว่างชั้นเนื่องจากแรงแผ่นดินไหวในแนวแกน Y อาคาร B

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	DriftY	Cd	xCd/l
ROOF	Diaph D1 Y	EQYI	338	47.15	34.75	23.8	0.000753	4.5	0.00339
STORY8	Diaph D1 Y	EQYI	338	47.15	34.75	21	0.000822	4.5	0.00370
STORY7	Diaph D1 Y	EQYI	338	47.15	34.75	18.2	0.000869	4.5	0.00391
STORY6	Diaph D1 Y	EQYI	338	47.15	34.75	15.4	0.000889	4.5	0.00400
STORY5	Diaph D1 Y	EQYI	338	47.15	34.75	12.6	0.000873	4.5	0.00393
STORY4	Diaph D1 Y	EQYI	338	47.15	34.75	9.8	0.00081	4.5	0.00365
STORY3	Diaph D1 Y	EQYI	338	47.15	34.75	7	0.00069	4.5	0.00311
STORY2	Diaph D1 Y	EQYI	338	47.15	34.75	4.2	0.000456	4.5	0.00205
STORY1	Diaph D1 Y	EQYI	338	47.15	34.75	0.8	0.000124	4.5	0.00056

รูปการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ระหว่างชั้นเนื่องจากแรงแผ่นดินไหว



ภาคผนวก ค-10

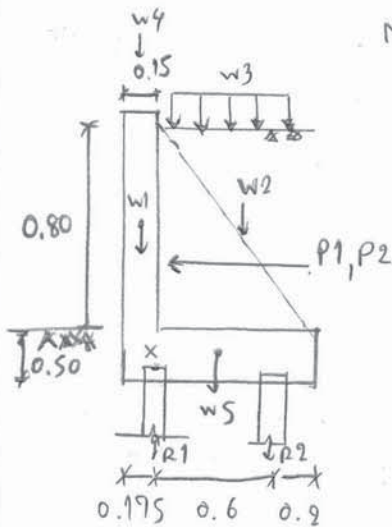
รายการคำนวณรั้วกันดิน

โครงการ
ศุภਾਲย์ชิตีโฮม สนามบินน้ำ-รัตนานิเบศร์

รายการคำนวณรั้วกันดิน

นายพีรพงศ์ ลากเจียม สย.9283





NOTE : USE I-0.18x0.18x6 m safe load 2,600 kg/Pile.

ผนังค้ำยันสูง 2.40 m
surcharge 600 kg/m²
หน่วยน้ำหนักดิน 1,800 kg/m³

$$w_1 = 0.15 \times 0.8 \times 2400 = 288 \text{ kg/m}$$

$$w_2 = 0.825 \times 0.8 \times 1800 + 0.15 \times 0.825 \times 2400 = 1485 \text{ kg/m}$$

$$w_3 = 0.825 \times 600 = 495 \text{ kg/m}$$

$$w_4 = 150 \times 2.4 = 360 \text{ kg/m}$$

$$w_5 = 0.75 \times 0.975 \times 2400 \times 0.35 = 286$$

$$K_a \text{ ของดิน} = 0.33$$

$$P_1 = \frac{1}{2} \times (0.33 \times 1800 \times 0.8) \times 0.8 = 190 \text{ kg/m}$$

$$P_2 = 0.33 \times 600 \times 0.8 = 158$$

$$\sum M_x = 0$$

$$0.6R_2 = 190 \times \frac{0.8}{3} + 158 \times \frac{0.8}{2} + (288 + 360) \times 0.1 \\ - (1485 + 825 + 286) \times 0.488$$

$$= 51 + 63 + 65 - 1266$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{คิดที่ระยะต่อ} \\ \text{ความยาว 1.5m} \end{array} \right\} \begin{array}{l} R_2 = -1087 \text{ kg/m} \times 1.5 = -1630 \text{ kg} \\ R_1 = 648 + 1485 + 495 - 1087 = (1541 \times 1.5) + 286 \\ = 2597 \end{array}$$

$$\text{WALL} \quad M = 190 \times \frac{0.8}{3} + 150 \times 0.4 = 111 \text{ kg-m/m}$$

$$A_s = 1 \text{ cm}^2/\text{m} \quad R_{90.15}$$

$$\text{ฐานดิน} \quad M = 1630 \times 0.6 + [(1485 + 495) \times 1.5 + 286] \times 0.413 \\ = 2447 \text{ kg-m / 1.5}$$

$$A_s = 4.48 \text{ cm}^2 \quad \text{USE } 4-012$$



ใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม
Thai Professional Engineering License

เลขประจำตัวประชาชน (ID) [REDACTED]

ชื่อตัวและชื่อสกุล

นาย พิรพงศ์ ลาภเจียม

Title/Name Surname

Mr. Peerapong Lapjiam



เลขทะเบียน ๙๙.๙๒๘๓
License No.

เลขที่สมาชิกสามัญ 149592
Member No.

ระดับ
Level

สามัญวิศวกร
Professional Eng.

สาขา โยธา
Discipline Civil Eng.

วันออกให้ 18 มิ.ย. 2563
Date of Issue 18 Jun 2020

วันหมดอายุ 17 มิ.ย. 2568
Date of Expiry 17 Jun 2025

ใช้สำหรับประกอบรายการคำนวณเริ่มต้น
โครงการ คูมัลย์ ซิตีโฮม สนามบินน้ำ รัตนวิเบศร์ เท่านั้น



314146

สภาวิศวกร
COUNCIL OF ENGINEERS
www.coe.or.th



ภาคผนวก ค-11

รายการคำนวณการขุดดินและการเสียรูปเชิงมุม
ของโครงสร้าง

โครงการ
ศุภาลักษณ์ดีไฮม์ สนามบินน้ำ-รัตนธิเบศร์

รายการคำนวณการขุดดิน
และการเสียรูปเชิงมุมของโครงสร้าง

นายพีรพงศ์ ลาภเจียม สย.9283



ใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม
Thai Professional Engineering License

เลขประจำตัวประชาชน (ID) [REDACTED]

ชื่อและชื่อสกุล

Title/Name Surname Mr. Peerapong Lapjiam



เลขทะเบียน
License No. สย.9283

เลขที่สมาชิกสามัญ
Member No. 149592

ระดับ
Level สามัญวิศวกร
Professional Eng.

สาขา
Discipline โยธา
Civil Eng.

วันอนุญาต
Date of Issue 18 มิ.ย. 2563
18 Jun 2020

วันหมดอายุ
Date of Expiry 17 มิ.ย.
17 Jun 2564

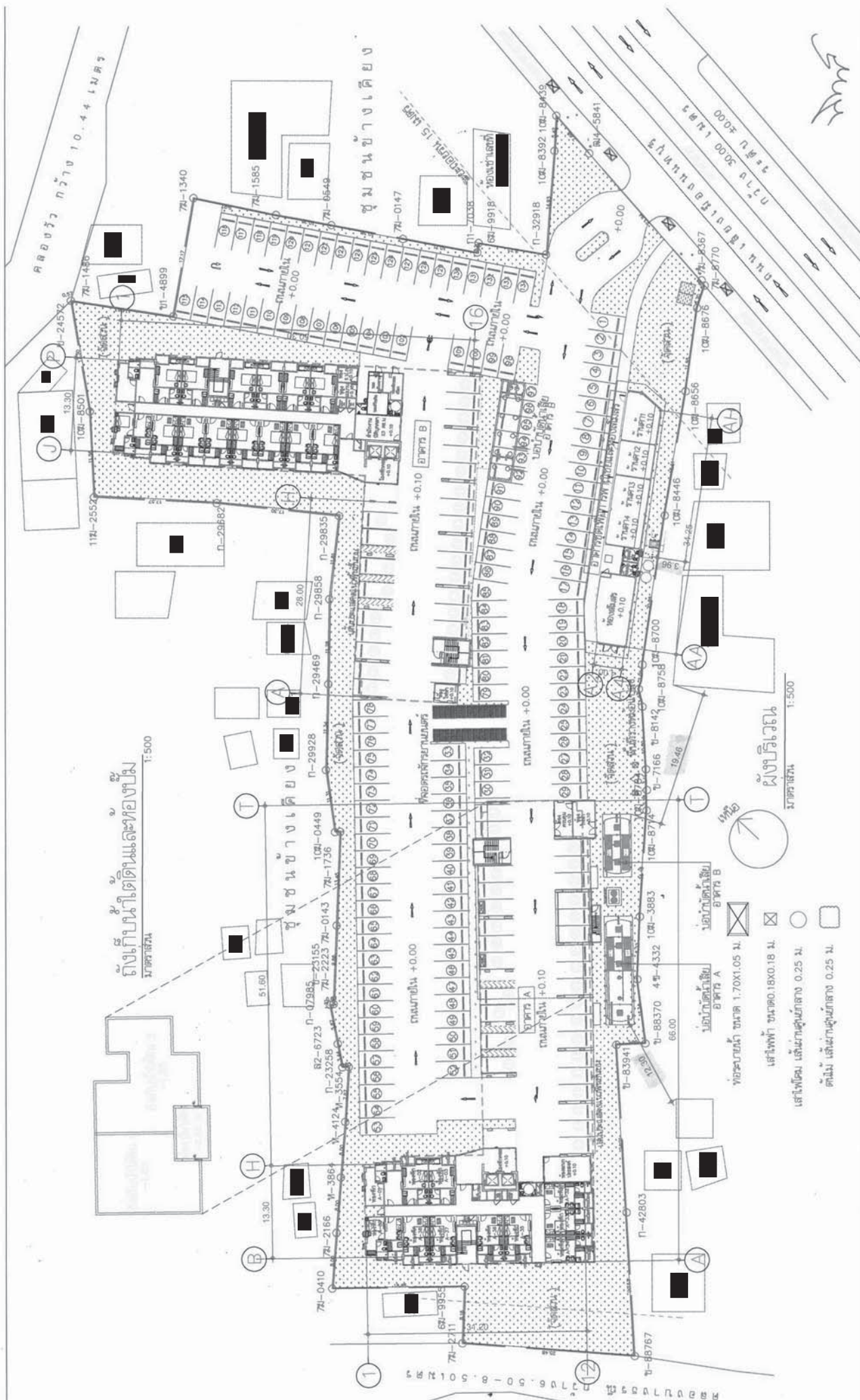
ใช้สำหรับประกอบรายการคำนวณการขุดดินและการเลี้ยวรูปเชิงมุมของโครงสร้าง
โครงการ คูภาลย์ ชิตโฮม สนามบินน้ำ รัตนวิเชียร์ เท่านั้น



314146

สภาวิศวกร
COUNCIL OF ENGINEERS
www.coe.or.th





ตรวจสอบการทรุดตัวของดินและการเสียรูปเชิงมุมของโครงสร้าง

โดยค่าการเสียรูปเชิงมุมที่เกิดขึ้นนำไปตรวจสอบตามข้อแนะนำ 10.1-10.4 หน้า 27 มยผ.1552-51
อาคารที่ห่างจากบ่อขุดเกิน 3 เท่าของความลึกบ่อขุด ไม่มีผลกระทบจากการขุดดิน

ตารางที่ 6 ขีดจำกัดของการเสียรูปเชิงมุม (β) ที่ยอมรับได้
สำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กชนิดเสา-คาน และชนิดผนังรับน้ำหนัก
(ข้อ 13.1)

ความเสียหาย	ขีดจำกัดการเสียรูปเชิงมุม (β)	
	Skempton & MacDonald (1956)	Mayerhof (1953)
โครงสร้างอาคาร	1/150	1/250
ผนังอาคารเริ่มแตกร้าว	1/300	1/500

ข้อแนะนำ 10.1-10.4

(1) การยกดินขึ้นเบื้องหลังการขุดดิน ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง รวมถึงลักษณะของชั้นดิน ชั้นคอนกรีต
ก่อสร้าง และวิธีการก่อสร้าง เป็นต้น จากข้อมูลในอดีตที่ผ่านมา พบว่าการทรุดตัวจากการขุดดินในชั้น
ดินทราย ดินเหนียวแข็ง และดินเหนียวอ่อน มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 3 ถึงรูปที่ 5 ตามลำดับ
จะเห็นว่าลักษณะการทรุดตัวของดินจะสูงสุด ณ บริเวณขอบของบ่อขุดดินและจะค่อยๆ ลดลงจนเป็น
ศูนย์ที่ระยะห่างจากขอบบ่อขุดดินประมาณ 2 ถึง 3 เท่าของความลึกสูงสุดที่ขุด ดังนั้น จึงสามารถสรุป
ได้ว่าอาคารที่อยู่ห่างจากบ่อขุดดินเกิน 3 เท่าของความลึกสูงสุดของบ่อขุด ไม่น่าจะได้รับผลกระทบ
รุนแรงจากการขุดดิน แต่เป็นที่น่าสังเกตที่การเคลื่อนตัวในแนวราบเนื่องจากการขุดดิน
ยังมีจำกัดเฉพาะกรณีดินเหนียวแข็ง รูปที่ 4 แสดงลักษณะการเคลื่อนตัวในแนวราบขึ้นอยู่กับความแข็งแรง
(Rigidity) ของระบบค้ำยัน โดยมีขนาดสูงสุดที่ขอบบ่อขุด และค่อยๆ ลดลงจนเป็นศูนย์ที่ระยะประมาณ
3 เท่าของความลึกของการขุดดิน

ตรวจสอบการทรุดตัวของดินและการเสียรูปเชิงมุมของโครงสร้าง**ตารางการตรวจสอบระยะทรุดตัวและการเสียรูปเชิงมุม**

อาคาร	ระยะจากขอบชุดถึงอาคารข้างเคียง (ม)	ความลึกบ่อชุด (ม)	การเสียรูปเชิงมุมของโครงสร้างอาคาร	ผลกระทบ
อาคารไม่ทราบเลขที่	12.3	2.0	ไม่มีผลกระทบ	อาคารอยู่ห่างมากกว่า 3 เท่าของความลึกบ่อชุด ไม่มีผลกระทบต่ออาคาร
อาคารเลขที่ 15,15/1,17	19.46	2.0	ไม่มีผลกระทบ	อาคารอยู่ห่างมากกว่า 3 เท่าของความลึกบ่อชุด ไม่มีผลกระทบต่ออาคาร
อาคารเลขที่ 36/4	4.0	1.0	ไม่มีผลกระทบ	อาคารอยู่ห่างมากกว่า 3 เท่าของความลึกบ่อชุด ไม่มีผลกระทบต่ออาคาร

สรุปการตรวจสอบการทรุดตัวและการเสียรูปเชิงมุม

1.อาคารข้างเคียงที่ระยะห่างมากกว่า 3 เท่าของความลึกของบ่อชุด ไม่มีผลกระทบจากชุดดิน อ้างอิงจากข้อแนะนำ(10.1-10.4) หน้าที่ 27 ของ มยผ.1552-51