

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

3.1 การศึกษาข้อมูล มาตรฐานการวิเคราะห์อาคารรับแรงแผ่นดินไหวและแรงลม

1. รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ วิธีการวิเคราะห์แรงแผ่นดินไหวที่กระทำต่ออาคาร โดยวิธีแรงสถิตย์เทียบเท่า ตามกฎกระทรวงฉบับปี พ.ศ.2550 และแรงลมตามข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร จากเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เอกสารต่าง ๆ ฯลฯ

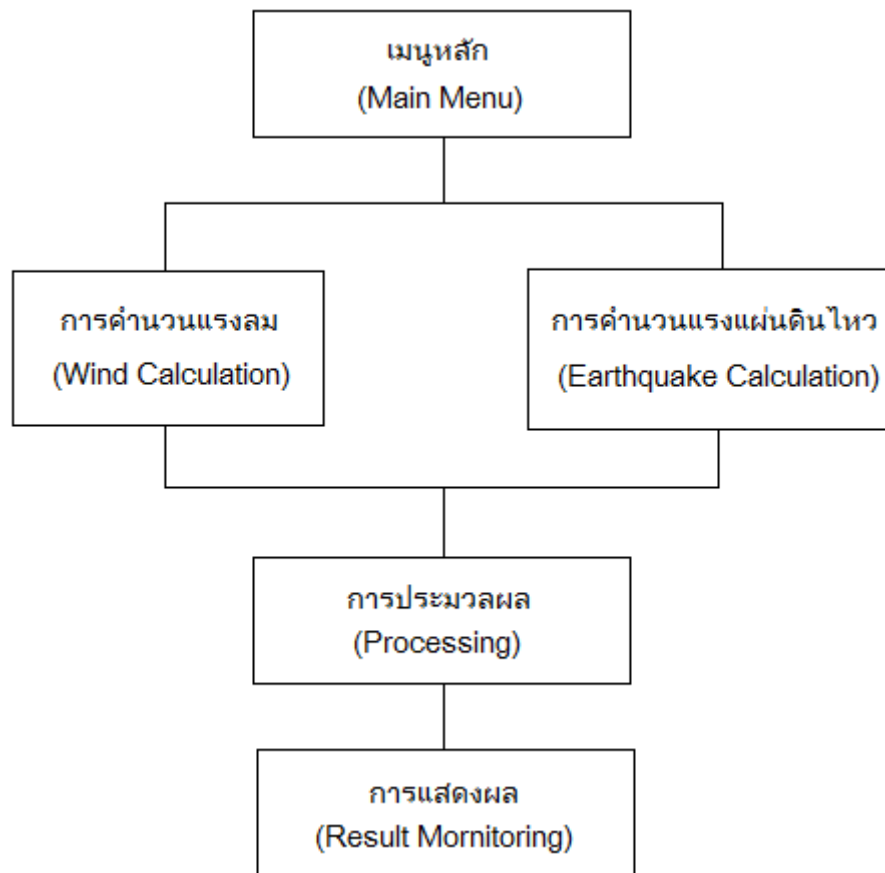
2. ศึกษาข้อกำหนดต่าง ๆ ในมาตรฐานวิธีแรงสถิตย์เทียบเท่า ตามกฎกระทรวงฉบับปี พ.ศ. 2550 ในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร จากเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง มยผ.1301-50 มาตรฐานประกอบการออกแบบอาคาร เพื่อดำเนินการสันสะเทือนของแผ่นดินไหว ของกรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย และหนังสือการออกแบบอาคารต้านทานแรงแผ่นดินไหว

3. ศึกษาข้อกำหนดต่าง ๆ ในมาตรฐานแรงลมตามข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2522 จากเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง มยผ.1311-50 มาตรฐานการคำนวณแรงลมและการตอบสนองของอาคาร ของกรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย

4. ศึกษาขั้นตอนและตัวอย่างการคำนวณตามมาตรฐานการวิเคราะห์ เพื่อเสริมความเข้าใจในการนำไปใช้งานจริง และความคิดเห็นที่เห็นว่าควรจะไปใช้ค้นคว้าและวิจัยต่อไป

3.2 วิธีการดำเนินงาน

การออกแบบโปรแกรมโดยโปรแกรมจะมีขั้นตอนในการทำงานดังแผนภูมิการไหล โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่แรงลม และ แรงแผ่นดินไหว ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนภูมิการไหลของการทำงานของโปรแกรม

จากรูปที่ 3.1 จะเห็นว่า มีขั้นตอนของการไหลของข้อมูลแบ่งออกเป็น 5 ส่วน แต่จะสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ในภาคผนวก ก โดยทั้ง 5 ส่วนจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.1 เมนเมนู (Main menu)

เป็นหน้าต่างที่ใช้ในการเริ่มต้น โดยจะมีการใส่ชื่อของโครงการและชื่อผู้ใช้โปรแกรม โดยมีค่าดั้งเดิมเป็นชื่อผู้เขียนโปรแกรม โดยรวมถึงหน้าต่างรับค่าข้อมูลเบื้องต้นของตัวอาคารสูง ดังแสดงในรูปที่ 3.2

floor	total floor		floors	total height	0	total wide
	1st height		meters of	floor		0
	2nd height		meters of	floor		total length
	other height		meters of	0 floor		0

รูปที่ 3.2 การรับข้อมูลในส่วนของเมนเมนู

จากรูปที่ 3.2 มีข้อมูลพื้นฐานที่ต้องใส่ได้แก่

- จำนวนชั้น (Total Floor)
- ค่าความสูงของแต่ละชั้น (First Height, Second Height รวมถึง Other Height)

นอกจากนี้ ยังมีทางเลือกกว่าต้องการให้คำนวณหาจากค่าแรงลม ที่ปะทะอาคารสูง หรือคำนวณจากค่าแรงแผ่นดินไหวที่ปะทะอาคารสูง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.2 การคำนวณแรงลม (Wind Calculation)

ส่วนของการคำนวณแรงลม จะเริ่มต้นด้วยการป้อนเงื่อนไขของแรงลม โดยจะมีค่าดั้งเดิมเป็นค่าตามมาตรฐานกฎหมายอาคารสูง ซึ่งแบ่งออกเป็นช่วงตามระดับความสูงต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.3

wind	0-10m	50
	10-20m	80
	20-40m	120
	>40m	160

รูปที่ 3.3 เงื่อนไขของแรงลม

3.2.3 การคำนวณแรงแผ่นดินไหว (Earthquake Calculation)

ส่วนของการคำนวณแรงแผ่นดินไหว จะประกอบด้วย 2 ส่วนคือการป้อนเงื่อนไขของน้ำหนักอาคารสูง ดังรูปที่ 3.4

weighting	floor	0	floor
	ave weight	0	
	a.clm ar1	0	
	a.clm ar2	0	
	a.clm ar3	0	
	other		

รูปที่ 3.4 การป้อนเงื่อนไขแรงแผ่นดินไหวของน้ำหนักอาคารสูง

จากรูปที่ 3.4 เงื่อนไขแรงแผ่นดินไหวของน้ำหนักอาคารสูง ได้แก่

- ความหนาของพื้นอาคารสูง (Floor Thickness)
- น้ำหนักโดยเฉลี่ยของพื้นอาคารสูง (Average Floor Weight)
- ขนาดเฉลี่ยของเสาในอาคารสูง (Average Column Area)

- น้ำหนักอื่นๆในตัวอาคารสูง (Other Weight)
นอกจากนี้ยังมีการป้อนเงื่อนไขของสมการแผ่นดินไหว ดังรูปที่ 3.5

erth qke	z	
	i	
	k	
	c	
	s	
	w	
	base shr	

รูปที่ 3.5 การป้อนเงื่อนไขของสมการแผ่นดินไหว

จากรูปที่ 3.5 การป้อนเงื่อนไขของสมการแผ่นดินไหว ได้แก่

- ค่าสัมประสิทธิ์ข้อแผ่นดินไหว (Z)
- ค่าพหุคูณของตัวอาคารสูง (I)
- ค่าสัมประสิทธิ์ของโครงสร้าง (K)
- ค่าสัมประสิทธิ์จากความถี่ในการสั่นไหว (C)
- ค่าสัมประสิทธิ์จากการสั่นพ้องของดิน (S)

โดยค่าน้ำหนักอาคารสูง จะได้มาจากการคำนวณส่วนแรก และ ค่าสัมประสิทธิ์จากความถี่ในการสั่นไหว จะคำนวณให้อัตโนมัติ

3.2.4 การประมวลผล (Processing)

ในส่วนนี้โปรแกรมจะกลับมาดำเนินการร่วมกันระหว่างการคำนวณแรงลมและแรงแผ่นดินไหว โดยการประมวลผลจะประกอบด้วยข้อมูลที่จำเป็นต้องป้อนค่าได้แก่

- การใส่ระยะของช่วงเสา ดังรูปที่ 3.6
- การประกาศชื่อเสาและกำแพงรับแรงเฉือนพร้อมใส่ขนาด ดังรูปที่ 3.7

span	frame no.	x length	y length	x cum.	x calc.	R sum	column1	column2	column3	column4	
	0	0	0	0	0	0	0				
	1				0	0	0				
	2				0	0	0				
	3				0	0	0				
	4				0	0	0				
	5				0	0	0				
	6				0	0	0				
	7				0	0	0				
	8				0	0	0				
	9				0	0	0				
10				0	0	0					
sum	0	0	0	0	0	0					

รูปที่ 3.6 การใส่ระยะของช่วงเสา

จากรูปที่ 3.6 โปรแกรมจะรับค่าช่วงเสาหรือกำแพงรับแรงเฉือนเพื่อคำนวณหา ระยะเชิงศูนย์กลางของตัวอาคาร นอกจากนี้ โปรแกรมยังหาค่าขนาดของอาคารสูงทั้งความ กว้าง และ ความลึกให้อัตโนมัติ

	name	dimension (cm.)		rigidity R	dim1 (cm.) floor	rigidity R	dim2 (cm.) floor	rigidity R
		x	y					
column	cl1			#DIV/0!	0	0	0	#DIV/0!
	cl2			#DIV/0!	0	0	0	#DIV/0!
	cl3			#DIV/0!	0	0	0	#DIV/0!
	cl4			#DIV/0!	0	0	0	#DIV/0!
	cl5			#DIV/0!	0	0	0	#DIV/0!
	cl6			#DIV/0!	0	0	0	#DIV/0!
	cl7			#DIV/0!	0	0	0	#DIV/0!
	cl8			#DIV/0!	0	0	0	#DIV/0!
	cl9			#DIV/0!	0	0	0	#DIV/0!
	cl10			#DIV/0!	0	0	0	#DIV/0!
	-	x (cm.)	l (m.)					
shearwall	sw1							
	sw2							
	sw3							
	sw4							
	sw5							

รูปที่ 3.7 การประกาศชื่อเสาหรือกำแพงรับแรงเฉือน พร้อมใส่ขนาด

จากรูปที่ 3.7 โปรแกรมจะรับค่าขนาดของเสามีหน่วยเป็นเซนติเมตร และ กำแพง รับแรงเฉือนมีความกว้างในหน่วยเซนติเมตร และมีความยาวในหน่วยเมตร โดยโปรแกรม จะคำนวณหาค่าความแข็งแรงของเสาและกำแพงรับแรงเฉือนในแต่ละหน่วยก่อนที่จะ นำไปหาค่ารวมกันในแต่ละเฟรม ในส่วนของเสา โปรแกรมได้ถูกออกแบบให้สามารถ ลดทอนขนาดของเสาให้อัตโนมัติด้วยเช่นกัน

หลังจากการรับค่าในส่วนของการประมวลผล ยังทำหน้าที่ประมวลผลของการ คำนวณแรงลมและแรงแผ่นดินไหวดังรูปที่ 3.8 และรูปที่ 3.9

criteria	force				total wind force	
	0-10m	10-20m	20-40m	>40m	0	
	50	80	120	160		
floor	height	calc area	h. cum.	h. calc.	force	
	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0
	7	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	0	0
	9	0	0	0	0	0
	10	0	0	0	0	0
	11	0	0	0	0	0
	12	0	0	0	0	0
	13	0	0	0	0	0
	14	0	0	0	0	0
	15	0	0	0	0	0
	16	0	0	0	0	0
	17	0	0	0	0	0
	18	0	0	0	0	0
	19	0	0	0	0	0
	20	0	0	0	0	0
	21	0	0	0	0	0
	22	0	0	0	0	0
	23	0	0	0	0	0
	24	0	0	0	0	0
	25	0	0	0	0	0
	26	0	0	0	0	0
	27	0	0	0	0	0
	28	0	0	0	0	0
	29	0	0	0	0	0
	30	0	0	0	0	0

wind force

รูปที่ 3.8 การประมวลผลแรงลมที่เข้าปะทะอาคารสูงในแต่ละชั้น

จากรูปที่ 3.10 โปรแกรมจะคำนวณหาค่าแรงที่เข้าปะทะในแต่ละเฟรมโดยทำการ คัดลอกค่าแรงที่เข้าปะทะในแต่ละชั้น และ ค่าความแข็งเกร็งของแต่ละเฟรมจากการ คำนวณก่อนหน้านี้ โดยโปรแกรมจะสรุปค่าแรงที่เข้าปะทะในแต่ละกริดไลน์ของแต่ละชั้น ของอาคารสูง ซึ่ง โปรแกรมจะมีค่าระยะเยื้องศูนย์กลางสองค่าคือค่าระยะเยื้องศูนย์กลางปกติและค่า ระยะเยื้องศูนย์กลางเพื่อ ซึ่งทั้ง 2 ค่าจะนำมาคำนวณหาทั้งแรงที่มาปะทะในแต่ละเฟรม รวมถึง ระยะเคลื่อนที่ของแต่ละเฟรม การแสดงผลของโปรแกรมนอกจากที่แสดงในยูทิลิตี้ เซอร์ ฟอรัมแล้ว ยังสามารถแสดงผลจากคำสั่งพิมพ์ โดยสามารถแบ่งหน้าแสดงผลออกได้เป็น 2 ส่วน ดังต่อไปนี้

3.2.5.1 การแสดงผลของแรงที่มากระทำในแต่ละชั้น แต่ละเฟรม

เป็นข้อมูลของแรงลมหรือแรงแผ่นดินไหวที่มาปะทะอาคารสูง โดยจะ แสดงอยู่ในตารางดังที่แสดงในรูปที่ 3.11

Project Name :		User :		Date :		8/06/2556						
floor	grid line											sum
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
												0.0

รูปที่ 3.11 การแสดงผลจากการพิมพ์ในส่วนองแรงในแต่ละชั้น ในแต่ละเฟรม

จากรูปที่ 3.11 การแสดงผลด้วยคำสั่งพิมพ์ในส่วนแรก ประกอบด้วย เลขที่ชั้น แรงที่ปะทะในแต่ละกริดไลน์ แรงที่ปะทะในแต่ละชั้น และ แรงที่ปะทะ

ตัวอาคารสูง ซึ่งจะมีการแสดงนี้ 2 หน้าต่าง มาจากการคำนวณค่าระยะเยื้องศูนย์แบบปกติ และ ค่าระยะเยื้องศูนย์แบบเพื่อ

3.2.5.2 การแสดงผลส่วนของการตรวจสอบ

จากการคำนวณแรงลมหรือแรงแผ่นดินไหวที่เข้าปะทะตัวอาคารสูงซึ่งเป็นเรื่องสำคัญ รวมถึง แรงที่ใช้ในการคำนวณเป็นเพียงแรงที่สมมุติขึ้น ดังนั้นค่าที่ได้จึงควรถูกตรวจสอบโดยอาศัยการพิจารณาจากแรงเฉือนในแต่ละเฟรม ในแต่ละชั้น นำมาคำนวณเป็นระยะการเคลื่อนที่ของแต่ละชั้น แล้วจึงนำมาเปรียบเทียบว่าตัวอาคารสูงมีความแข็งแรงเพียงพอหรือไม่ โดยมีลักษณะการแสดงผลดังรูปที่ 3.12 และ รูปที่ 3.13

c1	Project Name :										User :	Date :	16/6/2013
floor	grid line										max	check	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		min
Δ1												0.000	-
δ1												0.000	-
Δ2												0.000	-
δ2												0.000	-
Δ3												0.000	-
δ3												0.000	-
Δ4												0.000	-
δ4												0.000	-
Δ5												0.000	-
δ5												0.000	-
Δ6												0.000	-
δ6												0.000	-
Δ7												0.000	-
δ7												0.000	-
Δ8												0.000	-
δ8												0.000	-
Δ9												0.000	-
δ9												0.000	-
Δ10												0.000	-
δ10												0.000	-
Δ11												0.000	-
δ11												0.000	-
Δ12												0.000	-
δ12												0.000	-
Δ13												0.000	-
δ13												0.000	-
Δ14												0.000	-
δ14												0.000	-
Δ15												0.000	-
δ15												0.000	-

รูปที่ 3.12 การแสดงผลจากการพิมพ์ในส่วนของการตรวจสอบ

จากรูปที่ 3.12 การแสดงผลในส่วนของการตรวจสอบ ส่วนแรกจะเป็นการตรวจสอบค่าการเคลื่อนที่ของแต่ละกริดไลน์ ว่ามีการเคลื่อนที่ในลักษณะใดบ้าง กริดไลน์ที่มีการเคลื่อนที่มากที่สุด และกริดไลน์ที่มีการเคลื่อนที่น้อยที่สุด จะถูกนำค่ามาเพื่อเปรียบเทียบกันตามเงื่อนไขเพื่อพิจารณาว่าชั้นที่ถูกนำมาคำนวณมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ค่าปรับแก้หรือไม่

floor	e1	e2	Fni	Fne1	Fne2	v	sum R	Δ	δ	chk by fir	A	Fne3
1	0.000	0.000					0				-	-
2	0.000	0.000					0				-	-
3	0.000	0.000					0				-	-
4	0.000	0.000					0				-	-
5	0.000	0.000					0				-	-
6	0.000	0.000					0				-	-
7	0.000	0.000					0				-	-
8	0.000	0.000					0				-	-
9	0.000	0.000					0				-	-
10	0.000	0.000					0				-	-
11	0.000	0.000					0				-	-
12	0.000	0.000					0				-	-
13	0.000	0.000					0				-	-
14	0.000	0.000					0				-	-
15	0.000	0.000					0				-	-
16	0.000	0.000					0				-	-
17	0.000	0.000					0				-	-
18	0.000	0.000					0				-	-
19	0.000	0.000					0				-	-
20	0.000	0.000					0				-	-
21	0.000	0.000					0				-	-
22	0.000	0.000					0				-	-
23	0.000	0.000					0				-	-
24	0.000	0.000					0				-	-
25	0.000	0.000					0				-	-
26	0.000	0.000					0				-	-
27	0.000	0.000					0				-	-
28	0.000	0.000					0				-	-
29	0.000	0.000					0				-	-
30	0.000	0.000					0				-	-
			0	0	0	0		chk by bld	0.000	Nooo!!		

รูปที่ 3.13 การแสดงผลจากการพิมพ์ในส่วนของการตรวจสอบส่วนที่ 2

จากรูปที่ 3.13 การแสดงผลในส่วนของการตรวจสอบจะประกอบด้วย เลขที่ชั้น ผลการคำนวณค่าระยะเยื้องศูนย์กลางแบบเพื่อ แรงที่เข้ามาปะทะในแต่ละชั้น แรงเฉือนและการเคลื่อนที่จากการใช้ค่าระยะเยื้องศูนย์กลางของแต่ละชั้น ผลการตรวจสอบว่าโครงสร้างสามารถมีการเคลื่อนที่ภายใต้เงื่อนไข ผลการตรวจสอบว่าโครงสร้างสามารถมีการเคลื่อนที่ของเฟรมที่เคลื่อนที่มากที่สุดและน้อยที่สุด ภายใต้เงื่อนไข รวมถึงการปรับแก้ค่าระยะเยื้องศูนย์กลางตามเงื่อนไข

3.2 ขอบเขตของการดำเนินงาน

ภายใต้ขอบเขตของโครงการ การเขียน โปรแกรมในโครงการนี้มีข้อจำกัดเบื้องต้น ดังต่อไปนี้

- อาคารมีจำนวนชั้นไม่เกิน 30 ชั้น
- อาคารมีความสูงไม่เกิน 80 เมตร

- ความสูงของชั้นในอาคารในแต่ละชั้นมีขนาดอยู่ในช่วงแรงลมได้ไม่เกิน 2 ค่า
- ความสูงของชั้นมีค่าแตกต่างกันไม่เกิน 3 ระดับ โดยชั้นที่มีความสูงเท่ากันต้องอยู่ติดกัน
- ขนาดของเสามีความแตกต่างกันไม่เกิน 10 ขนาด
- ขนาดของเสามีการลดน้อยถอยลงของขนาดไม่เกิน 2 ระดับ
- ขนาดของกำแพงรับแรงเฉือนมีความแตกต่างไม่เกิน 5 ขนาด
- ขนาดของกำแพงรับแรงเฉือนคิดจากความสูงเฉลี่ยของแต่ละชั้นอาคาร
- ขนาดของช่วงห่างระหว่างเสาไม่เกิน 10 ช่วงเสา ในแนวแกนหนึ่งๆ
- ในแต่ละช่วงเสา สามารถใส่กำแพงรับแรงเฉือนได้ไม่เกิน 2 ค่า

3.3 กรณีศึกษา

การศึกษาพฤติกรรมของอาคารรับแรงกระทำด้านข้างนี้ เป็นการศึกษาแบบจำลอง โครงสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีโครงสร้างต่างๆกัน ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 กรณีตัวอย่างสำหรับการคำนวณด้วยโปรแกรม

ตัวอย่าง	ประเภทการคำนวณ	จำนวนชั้น	การลดขนาดของเสาตามแนวดิ่ง	การใส่กำแพงรับแรงเฉือน
1	แรงลม	5	ไม่มี	ไม่มี
2	แรงลม		มี	ไม่มี
3	แรงลม		ไม่มี	มี
4	แรงแผ่นดินไหว		ไม่มี	ไม่มี
5	แรงแผ่นดินไหว		มี	ไม่มี
6	แรงแผ่นดินไหว		ไม่มี	มี

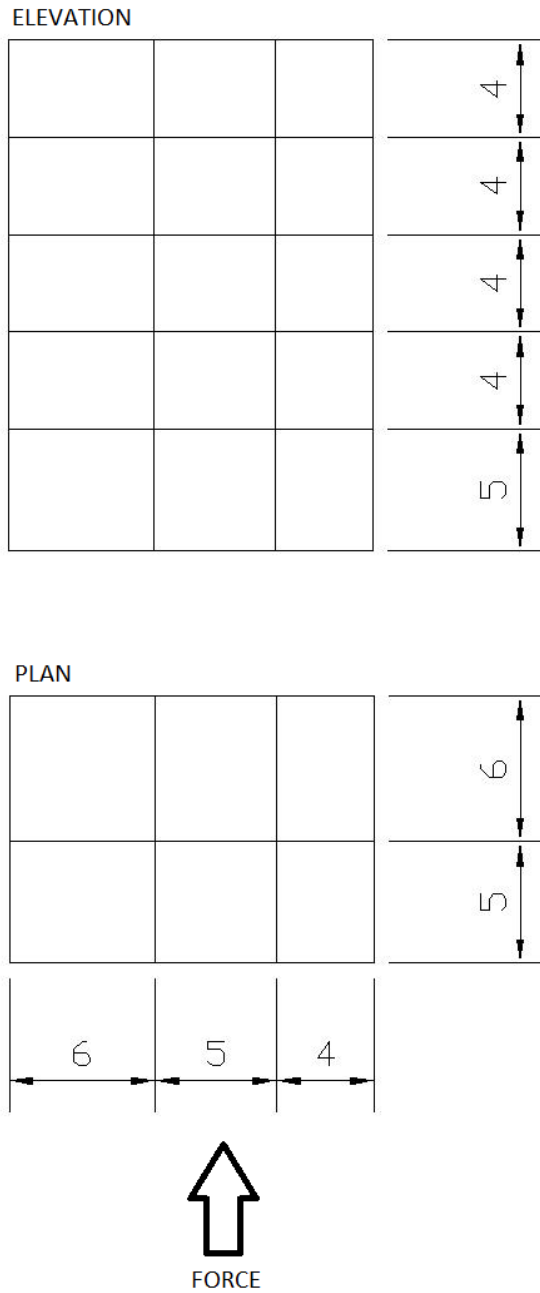
จากตารางที่ 3.1 ตัวอย่างของการคำนวณทั้ง 6 ข้อ เป็นตัวอย่างการคำนวณแรงลมปะทะอาคารสูงจำนวน 3 ข้อ ได้แก่ ตัวอย่างที่ 1 อาคารสูงที่ไม่มีลดขนาดของเสาเลย ตัวอย่างที่ 2 อาคารสูงที่มีการลดขนาดตามแนวดิ่งหรือตามความสูงชั้นของอาคาร และ ตัวอย่างที่ 3 อาคารสูงที่มีการใส่กำแพงรับแรงเฉือน และเป็นตัวอย่างการคำนวณแรงแผ่นดินไหวปะทะอาคารสูงจำนวน 3 ข้อ โดยมีความหนาพื้นที่เท่ากับ 20 เซนติเมตร และมีน้ำหนักแผ่นของกำแพงก่ออิฐรวมวัสดุคลุม

เท่ากับ 400 กิโลกรัมต่อตารางเมตร โดยใช้ค่าในการคำนวณแรงเฉือนที่พื้นได้แก่ ค่า $Z=0.38$, $I=1$, $K=0.67$, $S=2.5$ และใช้ค่าความถี่ด้วยการคำนวณวิธีที่ 2 ได้แก่ ตัวอย่างที่ 4 อาคารสูงที่ไม่มีการลดขนาดของเสาเลย ตัวอย่างที่ 6 อาคารสูงที่มีการลดขนาดตามแนวตั้ง และ ตัวอย่างที่ 6 อาคารสูงที่มีการใส่กำแพงรับแรงเฉือน

นอกจากตัวอย่างการคำนวณทั้ง 6 ตัวอย่างแล้ว ยังมีการทดสอบโปรแกรมเมื่อเทียบกับ โจทย์ที่ทางกรมการเจ้าหน้าที่จำนวน 4 ข้อ คือ ตัวอย่างที่ 7 แรงลมปะทะอาคารสูง กับ ตัวอย่างที่ 8 รับแรงแผ่นดินไหวปะทะอาคารสูง แล้วนำอาคารตัวอย่างมาสลับแรงที่เข้าปะทะเป็นตัวอย่างที่ 7 แต่รับแรงแผ่นดินไหว และ ตัวอย่างที่ 8 รับแรงลม และ โจทย์ดัดแปลงอีกจำนวน 4 ข้อ โดยอาคารทั้ง 14 ตัวอย่างมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

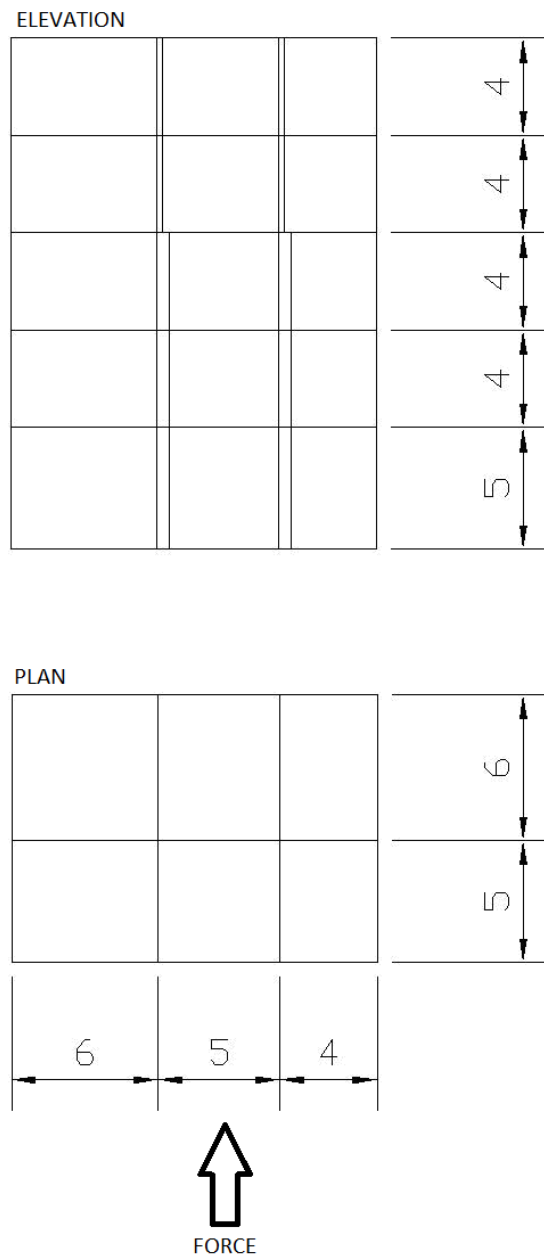
3.3.1 อาคารตัวอย่างที่ 1 ถึง 6

เป็นอาคารสูง 5 ชั้น โดยชั้นที่ 1 มีความสูง 5 เมตร ชั้นที่ 2 ถึง 4 มีความสูง 4 เมตร โดยมีระยะช่วงเสาในแกนราบหรือแกนปะทะแรงเท่ากับ 6 เมตร, 5 เมตร และ 4 เมตร ตามลำดับ และมีระยะช่วงเสาในแกนลึกเท่ากับ 6 เมตร และ 5 เมตร ตามลำดับ โดยมีขนาดมิติของเสาที่เท่ากันทุกระดับความสูงเท่ากับ 40 เซนติเมตรทั้งในความกว้างและความลึก โดยมีพื้นหนา 20 เซนติเมตร และมีน้ำหนักวัสดุแต่งผิวหน้าเท่ากับ 100 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และ น้ำหนักพื้นเฉลี่ยเท่ากับ 300 กิโลกรัมต่อตารางเมตรสำหรับตัวอย่างที่ 1 และ ตัวอย่างที่ 4 ดังรูปที่ 3.14



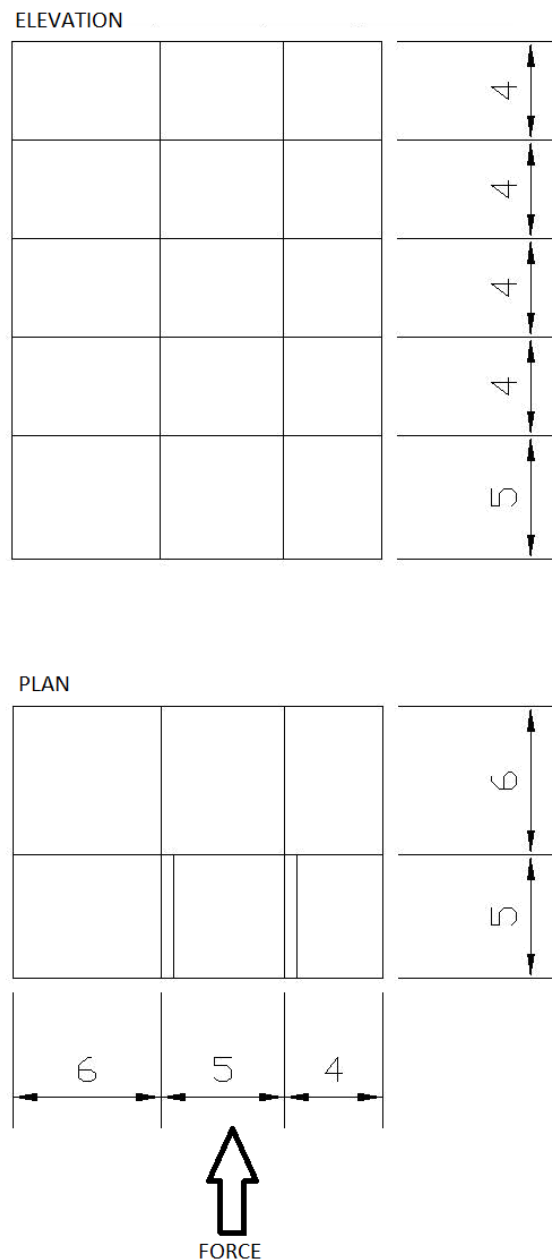
รูปที่ 3.14 รูปร่างอาคารตัวอย่างการคำนวณที่ 1 และตัวอย่างที่ 4

ขนาดมิติของเสาเท่ากับ 40 เซนติเมตรทั้งในความกว้างและความลึกโดยมีความสูงขึ้นไป 3 ชั้น และมีขนาดมิติของเสาเท่ากับ 30 เซนติเมตรทั้งในความกว้างและความลึกตั้งแต่ชั้น 4 ขึ้นไปสำหรับตัวอย่างที่ 2 และตัวอย่างที่ 5 ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 รูปร่างอาคารตัวอย่างการคำนวณที่ 2 และตัวอย่างที่ 5

ขนาดมิติของเสาตอมที่เท่ากันทุกระดับความสูงเท่ากับ 40 เซนติเมตรทั้งในความกว้างและความลึก และมีการเสริมกำแพงรับแรงเฉือนขนาดความกว้าง 20 เซนติเมตร และลึกเข้าไปเท่ากับระยะช่วงเสา คือ 5 เมตร สำหรับตัวอย่างที่ 3 และตัวอย่างที่ 6 ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 รูปร่างอาคารตัวอย่างการคำนวณที่ 3 และตัวอย่างที่ 6

3.3.2 อาคารตัวอย่างที่ 7 ถึง 10

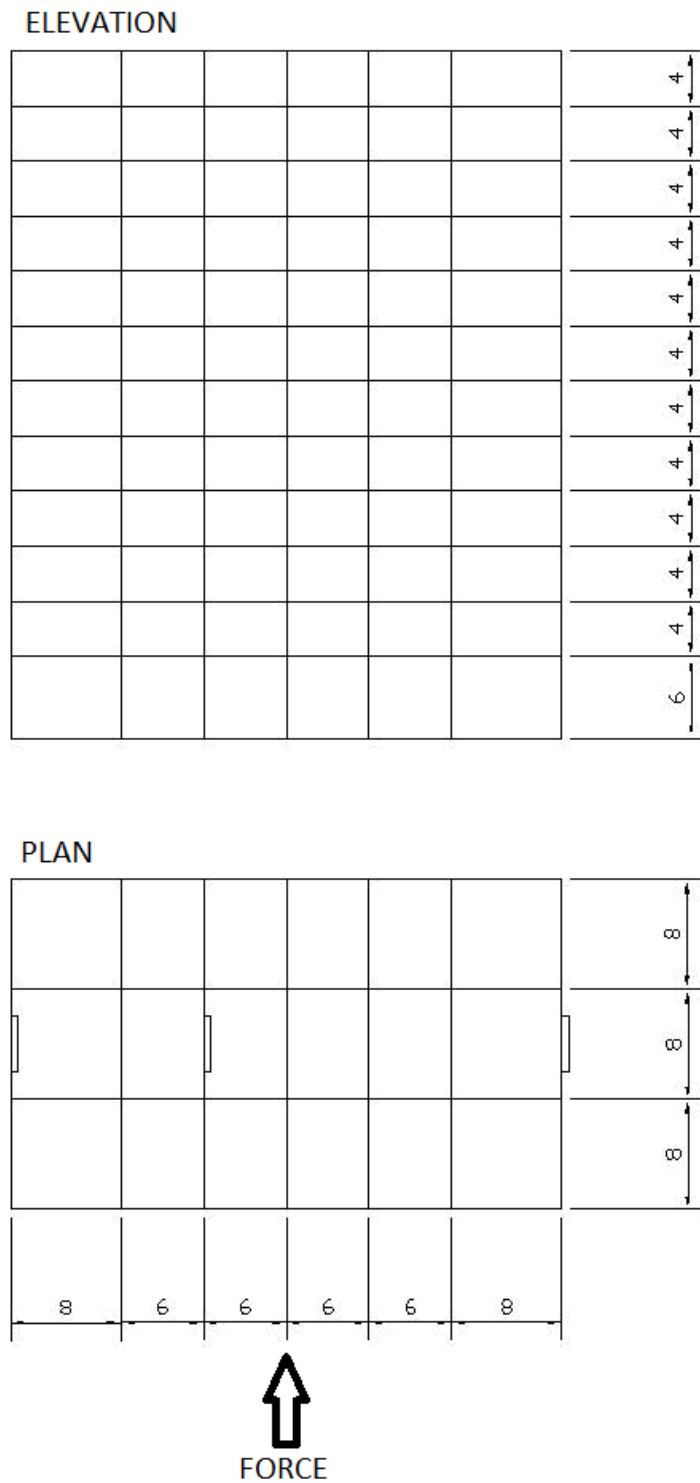
ทางคณะกรรมการสอบโครงการงานได้ให้ตัวอย่างเพื่อทดสอบความแม่นยำในการคำนวณของโปรแกรม โดยอาคารมีลักษณะดังต่อไปนี้

- อาคารที่ 7 เป็นอาคารโรงแรมคอนกรีตเสริมเหล็กหลังหนึ่งสูง 12 ชั้น ตั้งอยู่ในบริเวณชายทะเล มีความกว้าง 24 เมตร ยาว 40 เมตร และสูง 50 เมตร โคนมีแปลนอาคารและรูปร่างดังแสดงในรูปที่ 3.17 กำหนดให้ใช้ความเร็วลมตามมาตรฐาน

กฎหมาย ให้คำนวณหาแรงลมที่เข้าปะทะอาคารในฝั่งที่ยาว 40 เมตร โดยให้มีการลดทอนขนาดของเสาและกำแพงรับแรงเฉือนลงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การลดทอนขนาดของเสาและกำแพงรับแรงเฉือนของอาคารตัวอย่างที่ 7

ระดับชั้น	ขนาดของเสา	ขนาดของกำแพงรับแรงเฉือน
1-4	80 X 80 cm	30 cm
5-8	70 X 70 cm	25 cm
9-12	60 X 60 cm	20 cm

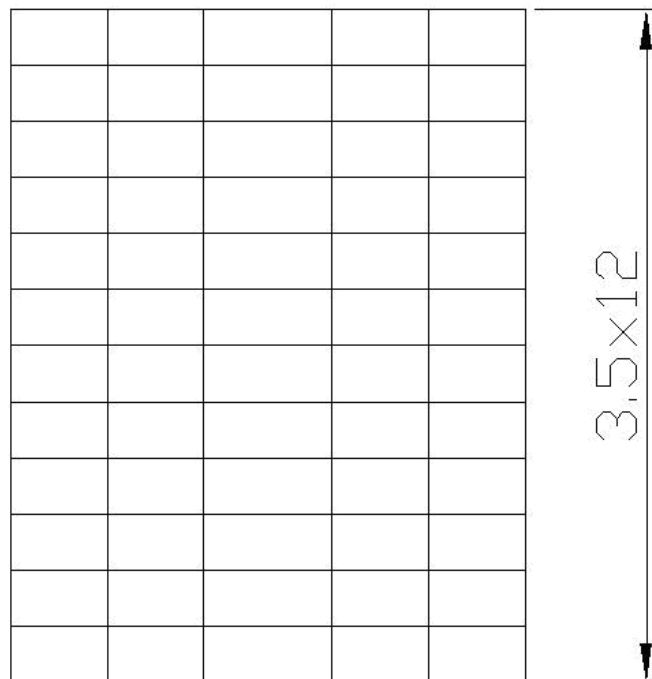


รูปที่ 3.17 รูปแปลนอาคารตัวอย่างที่ 7 และ อาคารตัวอย่างที่ 9

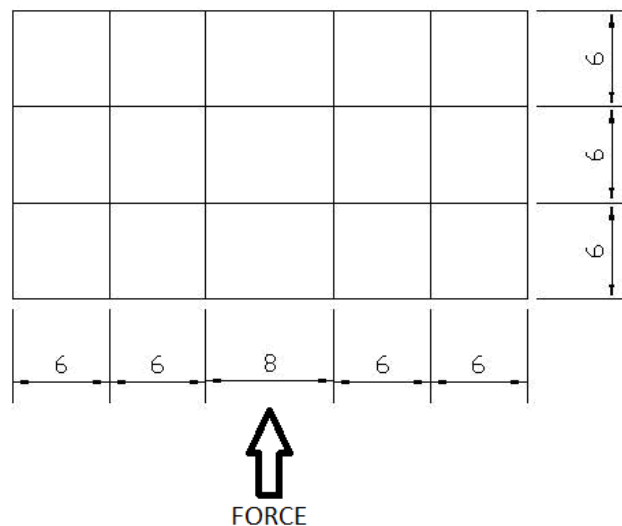
- อาคารที่ 8 อาคารหอพักคอนกรีตเสริมเหล็กหลังหนึ่ง จุคนได้ประมาณสองร้อยคน สูง 8 ชั้น ตั้งอยู่ในจังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งต้องออกแบบปรับแรงแผ่นดินไหว

แปลนและรูปร่างของอาคารแสดงในรูปที่ 3.18 อาคารดังกล่าวนี้มีโครงสร้างรับแรงด้านข้างแบบโครงข้อแข็งซึ่งมีความเหนียวเพียงพอในการต้านแผ่นดินไหว โดยที่อาคารดังกล่าวมีความกว้าง 18 เมตร ยาว 32 เมตร และสูง 28 เมตร สมมติให้อาคารรับแรงแผ่นดินไหวในทิศความยาว 32 เมตรและจากข้อมูลการเจาะสำรวจดินพบว่าเป็นชั้นดินแข็ง ให้คำนวณหาแรงแผ่นดินไหว โดยเสามีการลดทอนขนาดจากชั้นที่ 1 ถึงชั้นที่ 4 มีขนาด 70 เซนติเมตรทั้งความกว้างและความลึก และชั้นที่ 5 ถึงชั้นที่ 8 มีขนาด 60 เซนติเมตรทั้งความกว้างและความลึก โดยมีพื้นหนา 25 เซนติเมตร และมีน้ำหนักวัสดุแต่งผิวหน้าเท่ากับ 120 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และ น้ำหนักพื้นเฉลี่ยเท่ากับ 300 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

ELEVATION



PLAN



รูปที่ 3.18 รูปแปลนอาคารตัวอย่างที่ 8 และ อาคารตัวอย่างที่ 10

เพื่อให้เกิดความครอบคลุมในการคำนวณ จะนำอาคารตัวอย่างที่ 7 ซึ่งรับแรงลม และ ตัวอย่างที่ 8 ซึ่งรับแรงแผ่นดินไหว มาทำการคำนวณหาแรงแผ่นดินไหวที่เข้ากระทำต่ออาคารตัวอย่างที่ 7 และ แรงลมที่เข้ากระทำต่ออาคารตัวอย่างที่ 8 เป็นตัวอย่างที่ 9 และ

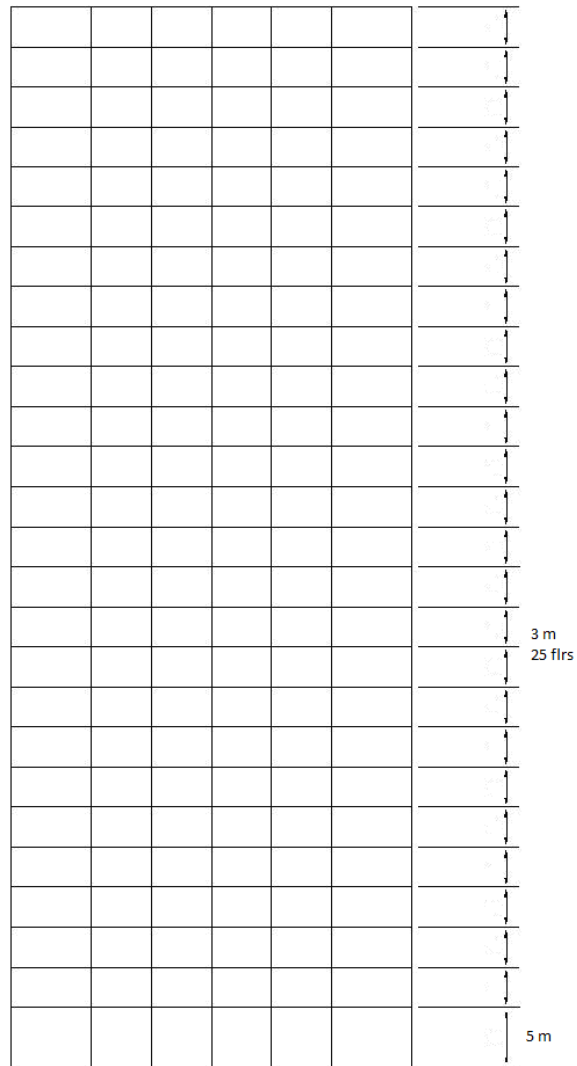
10 ตามลำดับ โดยข้อมูลบางส่วนที่จำเป็นต้องใช้ในการคำนวณและไม่มีมาในโจทย์ จะใช้ค่าจากอีกข้อหนึ่งมาเสริมเพื่อให้โจทย์สมบูรณ์

3.3.3 อาคารตัวอย่างที่ 11 ถึง 14

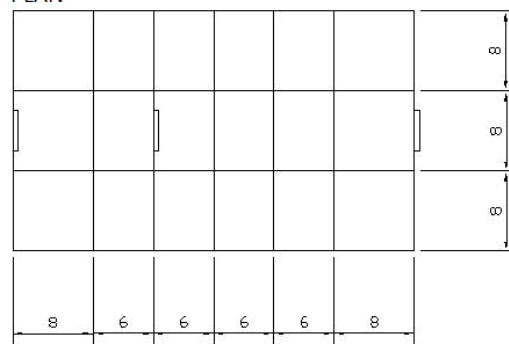
อาคารตัวอย่างที่ 11 ถึง 14 เป็นอาคารถูกตัดแปลงจากตัวอย่างที่ 6 ให้เอาข้อมูลมาใช้โดยที่เปลี่ยนระยะความสูงจากตัวอย่างที่หกในชั้นที่หนึ่งมีความสูงเท่ากับหกเมตร ให้ใช้เป็นห้าเมตร และ ความสูงในชั้นอื่นๆในอาคารที่หกมีความสูงเท่ากับสามเมตรครึ่ง แต่ใช้ความสูงเท่ากับสามเมตรแทน นอกจากนี้ ขนาดของเสาที่ใช้ในอาคารที่หกเท่ากับแปดสิบเซ็นติเมตรทั้งสองด้าน และมีการลดขนาดที่ชั้นที่ห้าและชั้นที่สิบสอง ในตัวอย่างที่ 11 และ 12 จะเปลี่ยนเป็นใช้เสาขนาดหนึ่งร้อยยี่สิบเซ็นติเมตร มีการลดขนาดที่ชั้นที่เก้าเหลือหนึ่งร้อยเซ็นติเมตร และชั้นสิบเจ็ดเหลือแปดสิบเซ็นติเมตรแทน และกำแพงรับแรงเฉือนใช้ความกว้างเท่ากับสามสิบ ยี่สิบห้า และ ยี่สิบเซ็นติเมตรตามลำดับการลดทอนขนาดของเสาตามแนวดิ่ง ในการรับแรงลมในตัวอย่างที่ 11 และ รับแรงแผ่นดินไหวในตัวอย่างที่ 12

ในส่วนของตัวอย่างที่ 13 และ 14 จะเปลี่ยนจากตัวอย่างที่ 11 และ 12 คือเปลี่ยนขนาดเสาให้เป็นที่เหลี่ยมผืนผ้าแทนที่จะเป็นจตุรัส โดยจะใช้เสาขนาดกว้าง 80 เซ็นติเมตร ยาว 180 เซ็นติเมตรในชั้นที่หนึ่งถึงชั้นที่แปด สำหรับชั้นที่เก้าถึงชั้นที่สิบหก ใช้เสากว้าง 60 เซ็นติเมตร และ ยาว 160 เซ็นติเมตร และสำหรับชั้นที่ 17 เป็นต้นไปจะใช้เสาขนาดกว้าง 40 เซ็นติเมตร และ ยาวขนาด 140 เซ็นติเมตร โดยมีการลดทอนของกำแพงรับแรงเฉือนเหมือนตัวอย่างที่ 11 และ ตัวอย่างที่ 12 ในการรับแรงลมสำหรับตัวอย่างที่ 13 และรับแรงแผ่นดินไหวในตัวอย่างที่ 14 โดยอาคารจะมีลักษณะดังรูปที่ 3.19

ELEVATION



PLAN



FORCE

รูปที่ 3.19 อาคารตัวอย่างที่ 11 ถึง อาคารตัวอย่างที่ 14