

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการวิจัย

3.1 รูปแบบการวิจัย หรือแบบแผนการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการทดลองวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างแผ่นพื้นไร้คานคอนกรีตอัดแรง โดยเปรียบเทียบระหว่าง

1. พิจารณาแต่ผลของแรงกระทำเนื่องจากแรงโน้มถ่วงโดยไม่พิจารณาผลของแรงต้านข้างใดๆ เลย (DCON1-DCON2)
2. พิจารณาทั้งผลของแรงกระทำเนื่องจากแรงโน้มถ่วง และแรงต้านข้างเนื่องจากแรงลม ตามมาตรฐาน มยพ. 1311-50 (DCON1-DCON14)
3. พิจารณาทั้งผลของแรงกระทำเนื่องจากแรงโน้มถ่วง, แรงต้านข้างเนื่องจากแรงลม ตามมาตรฐาน มยพ. 1311-50 และแรงแผ่นดินไหวตามมาตรฐาน มยพ. 1302-52 ด้วยวิธีแรงสถิตยเทียบเท่า (DCON1-DCON26)
4. พิจารณาทั้งผลของแรงกระทำเนื่องจากแรงโน้มถ่วง, แรงต้านข้างเนื่องจากแรงลม ตามมาตรฐาน มยพ. 1311-50 และแรงแผ่นดินไหวตามมาตรฐาน มยพ. 1302-52 ด้วยวิธีพลศาสตร์ แบบสเปกตรัมการตอบสนอง (DCON1-DCON26 แต่เปลี่ยน EQX เป็น SPEC1 และเปลี่ยน EQY เป็น SPEC2)

เมื่อ

$$DCON1=1.4DEAD$$

$$DCON2=1.2DEAD+1.6LIVE$$

$$DCON3=1.2DEAD+1.0LIVE+1.6WINDX$$

$$DCON4=1.2DEAD+1.0LIVE-1.6WINDX$$

$$DCON5=1.2DEAD+1.0LIVE+1.6WINDY$$

$$DCON6=1.2DEAD+1.0LIVE-1.6WINDY$$

$$DCON7=1.2DEAD+0.8WINDX$$

$$DCON8=1.2DEAD-0.8WINDX$$

$$DCON9=1.2DEAD+0.8WINDY$$

$$DCON10=1.2DEAD-0.8WINDY$$

$$DCON11=0.9DEAD+1.6WINDX$$

$$DCON12=0.9DEAD-1.6WINDX$$

$$DCON13=0.9DEAD+1.6WINDY$$

$$DCON14=0.9DEAD-1.6WINDY$$

$$DCON15=1.2DEAD+1.0LIVE+1.0EQX$$

$$DCON16=1.2DEAD+1.0LIVE-1.0EQX$$

$$DCON17=1.2DEAD+1.0LIVE+1.0EQY$$

$$DCON18=1.2DEAD+1.0LIVE-1.0EQY$$

$$DCON23=0.9DEAD+1.0EQX$$

$$DCON24=0.9DEAD-1.0EQX$$

$$DCON25=0.9DEAD+1.0EQY$$

$$DCON26=0.9DEAD-1.0EQY$$

DEAD=ผลของน้ำหนักบรรทุกตายตัว (Dead Load)

LIVE=ผลของน้ำหนักบรรทุกจร (Live Load)

WINDX=ผลของแรงลมกระทำในแนวแกน X (Wind Load in X-axis)

WINDY=ผลของแรงลมกระทำในแนวแกน Y (Wind Load in Y-axis)

EQX=ผลของแรงแผ่นดินไหวแบบสถิตยศาสตร์เสมือนกระทำในแนวแกน X
(Equivalent Static Earthquake Load in X-axis)

EQY=ผลของแรงแผ่นดินไหวแบบสถิตยศาสตร์เสมือนกระทำในแนวแกน Y
(Equivalent Static Earthquake Load in Y-axis)

SPEC1=ผลของแรงแผ่นดินไหวแบบสเปกตรัมตอบสนอง (Response Spectrum
Earthquake Load in X-axis)

SPEC2=ผลของแรงแผ่นดินไหวแบบสเปกตรัมตอบสนอง (Response Spectrum
Earthquake Load in Y-axis)

จะเห็นว่า ETAB 9.7.4 ได้นำเอา Load Combination ที่แนะนำไว้ใน ASCE7-05 (ดังแสดงในภาพประกอบ 3.1) มาประยุกต์ใช้ แต่ได้พิจารณาถึงการกลับทางของแรงด้านข้างที่อาจเกิดขึ้นได้ด้วย ซึ่ง ACSE7-05 รายการที่ 1 คือ DCON1, รายการที่ 2 คือ DCON2, รายการที่ 3 คือ DCON7-

DCON10, รายการที่ 4 คือ DCON3-DCON6, รายการที่ 5 คือ DCON15-DCON18, รายการที่ 6 คือ DCON11-DCON14 และรายการที่ 7 คือ DCON23-DCON26

1. $1.4(D + F)$

2. $1.2(D + F + T) + 1.6(L + H) + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$

3. $1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (L \text{ or } 0.8W)$

4. $1.2D + 1.6W + L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$

5. $1.2D + 1.0E + L + 0.2S$

6. $0.9D + 1.6W + 1.6H$

7. $0.9D + 1.0E + 1.6H$

ภาพประกอบที่ 3.1 Load Combination ที่กำหนดไว้ใน ASCE7-05

จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างกรณีศึกษาต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากทั้งแรงลม และแรงแผ่นดินไหว

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจากการศึกษานี้มีจำนวนกรณีศึกษามากอยู่แล้วจึงจำกัดที่ตั้ง ประเภทของการใช้งาน และลักษณะของอาคารที่ศึกษาดังนี้

กำหนดให้อาคารศึกษาดังอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งตามมาตรฐาน มยพ. 1302-52 นั้น หากวิเคราะห์ด้วยวิธีเชิงพลศาสตร์แบบสเปกตรัมตอบสนองจะต้องใช้กราฟความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมดังในภาพประกอบที่ 2.2 และกำหนดให้อาคารที่ศึกษาดังกล่าวตั้งอยู่ในโซน 5 (ตามภาพประกอบที่ 2.1) ซึ่งเป็นส่วนของเขตจังหวัดกรุงเทพมหานคร, ฉะเชิงเทรา และสมุทรปราการ

กำหนดให้อาคารที่ศึกษาเป็นอาคารและส่วนโครงสร้างอื่นที่หากเกิดการพังทลาย จะเป็นอันตรายต่อชีวิตมนุษย์และสาธารณชนอย่างมาก ซึ่งตามมาตรฐาน มยพ. 1302-52 (ดูตารางที่ 2.4) ได้กำหนดให้เป็นประเภทความสำคัญ III (มาก) ใช้ค่า $I = 1.25$ แต่ตามมาตรฐาน มยพ. 1311-50 ได้กำหนดให้เป็นประเภทความสำคัญมาก ใช้ค่า $I_w = 1.15$ ซึ่งสาเหตุที่ค่า I ของทั้งสองมาตรฐานแตกต่างกันเนื่องจากมาตรฐาน มยพ. 1302-52 ได้ดัดแปลงมาจากมาตรฐาน ACSE7 ของประเทศสหรัฐอเมริกา แต่มาตรฐาน มยพ. 1311-50 ได้ดัดแปลงมาจากมาตรฐาน NBCC2005 ของประเทศแคนาดา



กำหนดให้อาคารที่ศึกษาเป็นโครงสร้างระบบแผ่นพื้น ไร้คานคอนกรีตอัดแรง-เสา-กำแพงรับแรงเฉือน ดังนั้นสำหรับโซน 5 จะต้องพิจารณา S_{DS} เป็น $S_u(0.2\text{sec})=0.126g$ และ S_{D1} เป็น $S_u(1\text{sec})=0.158g$ ซึ่งจากตารางที่ 2.1 ประเภทความสำคัญ III (มาก) $S_{DS}<0.167$ จะต้องออกแบบด้านแผ่นดินไหวประเภท ก (ไม่ต้องออกแบบ) แต่จากตารางที่ 2.2 ประเภทความสำคัญ III (มาก) $0.133 \leq S_{D1} < 0.20$ จะต้องออกแบบด้านแผ่นดินไหวประเภท ค ซึ่งตาม มยผ. 1302-52 กำหนดให้เลือกใช้ระบบโครงสร้างระหว่างที่ถูกกำหนดโดยตาราง 2.1 หรือ 2.2 อันที่รุนแรงกว่า ดังนั้นจึงต้องเลือกกระบบโครงสร้างประเภท ค (ในตารางที่ 2.3) และจากตารางที่ 2.3 อย่างน้อยจะต้องเป็นประเภทที่ 5. ระบบโครงสร้างแบบผสมที่มีโครงด้านแรงดัดที่มีความเหนียว จำกัดที่สามารถต้านทานแรง ด้านข้างไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 ของ แรงที่กระทำกับอาคารทั้งหมด (Dual System with Moment Resisting Frame with Limited Ductility / Dual System with Intermediate Moment Resisting Frame) ร่วมกับกำแพงรับแรงเฉือนแบบธรรมดา (Ordinary Reinforced Concrete Shear Wall) และมีค่าตัวประกอบปรับผลตอบแทน $R = 5.5$, ตัวประกอบกำลังส่วนเกิน $\Omega_0 = 2.5$ และตัวประกอบขยายค่าการโก่งตัว $C_d = 4.5$ จึงจะครอบคลุมการออกแบบด้านแผ่นดินไหว ประเภท ค ได้

ศึกษาอาคารสูง 7, 14, 21 และ 28 ชั้น

3.3 การรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลออกแบบอาคารจากมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง ได้ให้รายละเอียดไว้แล้วในบทที่ 2

3.4 เครื่องมือการวิจัย

โปรแกรม ETAB 9.7.4 ใช้สำหรับทำการวิเคราะห์โครงสร้างอาคารรับแรงลมและแรงแผ่นดินไหวด้วยวิธีเชิงพลศาสตร์แบบสเปกตรัมการตอบสนอง และโปรแกรม SAFE 12.3.2 สำหรับวิเคราะห์แรงภายในแผ่นพื้น ไร้คานคอนกรีตอัดแรง ออกแบบแสดงรายละเอียด และคำนวณปริมาณเหล็กเสริมข้ออ้อยที่ใช้ในแต่ละกรณี

3.5 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

1. วิเคราะห์โครงสร้าง เพื่อหาแรงภายในที่เกิดขึ้น โดยพิจารณาถึง Load Combination ต่างๆ ด้วยโปรแกรม ETAB 9.7.4
2. ออกแบบโครงสร้างอาคาร โดยเลือกขนาดเสาที่เหมาะสม ด้วยโปรแกรม ETAB 9.7.4
3. นำข้อมูลของแรงที่เกิดขึ้นสำหรับแผ่นพื้น ในแต่ละชั้นในโปรแกรม ETAB 9.7.4 ส่งไปยังโปรแกรม SAFE 12.3.2
4. ออกแบบแผ่นพื้นไร้คาน ด้วยโปรแกรม SAFE 12.3.2 สำหรับทุกชั้น (ออกแบบได้ทีละชั้น สำหรับกรณีศึกษาต่างๆ)
5. คำนวณปริมาณเหล็กเสริมที่ใช้ขั้วอ้อยในแผ่นพื้นไร้คาน ด้วยโปรแกรม SAFE 12.3.2
6. ศึกษาเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์และออกแบบ
7. อภิปรายผลและสรุป

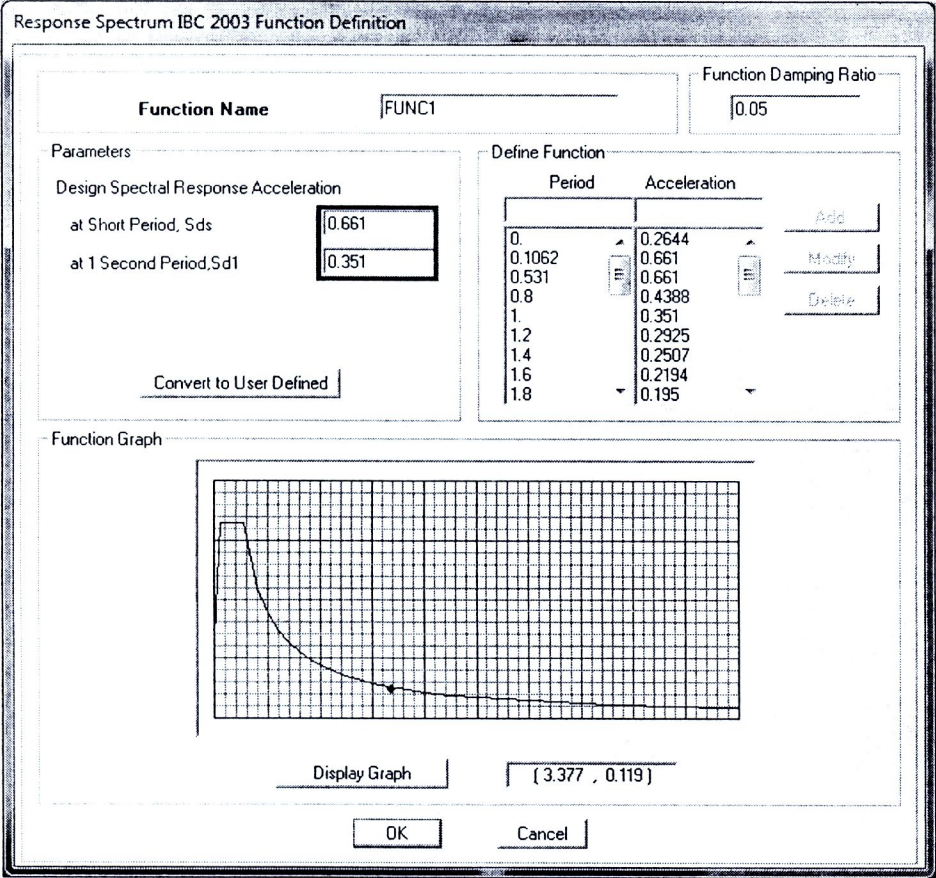
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์โครงสร้างเนื่องจากแรงแผ่นดินไหวโดยวิธีสเปกตรัมการตอบสนองแบบโหมด (มยพ. 1302-52)

1. สร้างสเปกตรัมสำหรับการออกแบบสำหรับพื้นที่ที่ตั้งของโครงสร้าง สำหรับกรณีอาคารนอกเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

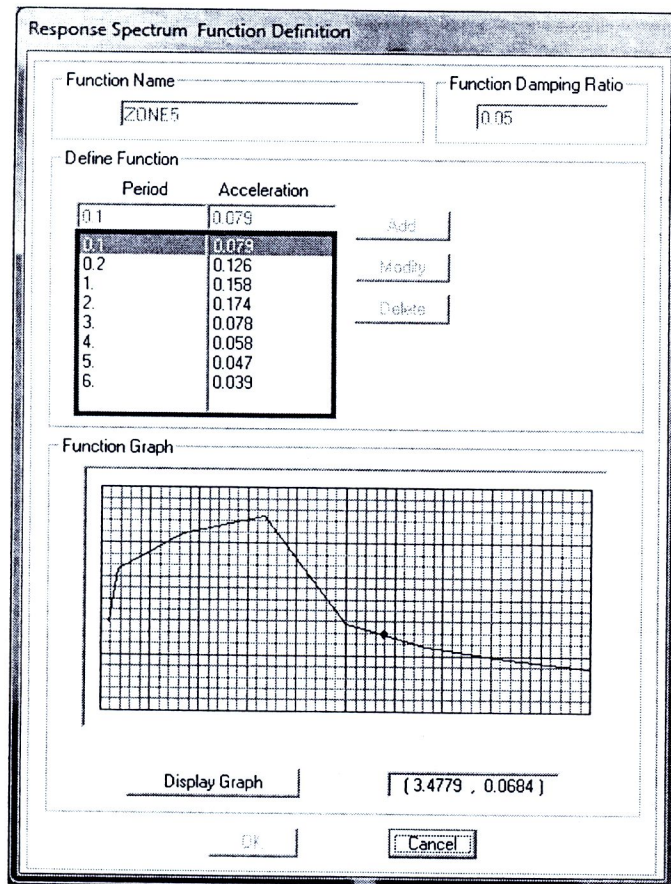
1.1 หาค่า S_{DS} และ S_{D1} หาข้อมูลของชั้นดินหรือความเร็วคลื่นเฉือนเฉลี่ยในช่วง 30 เมตรจากผิวดินเพื่อจำแนกประเภทของชั้นดิน

1.2 สร้างสเปกตรัมสำหรับการออกแบบด้วยวิธีพลศาสตร์ ตัวเลือก IBC2003 Spectrum ในโปรแกรม ETAB 9.7.4 (เหมือนกับ มยพ. 1302-52) ดังในภาพประกอบที่ 3.2



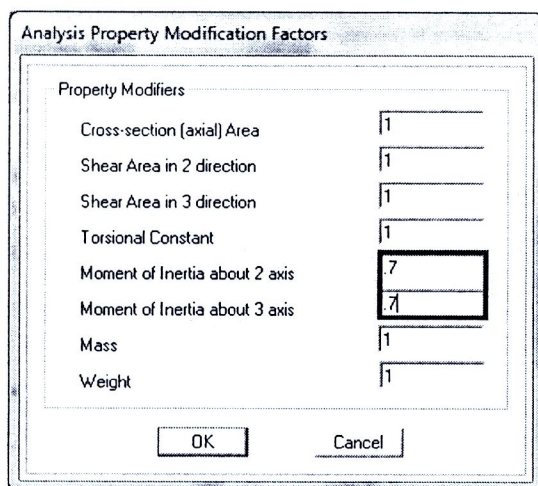
ภาพประกอบที่ 3.2 สเปกตรัมตอบสนองออกแบบหน่วยเป็น g สำหรับอาคารนอกเขต กรุงเทพมหานครและปริมณฑล

สำหรับกรณีอาคารในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ให้สร้างสเปกตรัมสำหรับการออกแบบด้วยวิธีพลศาสตร์ จากภาพประกอบที่ 2.2 ตามโซนที่อาคารนั้นตั้งอยู่ (ดูแผนที่ในภาพประกอบที่ 2.1) โดยกำหนดเป็นพิกัดของกราฟจากตัวเลือก User Spectrum ในโปรแกรม ETAB 9.7.4 ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3.3



ภาพประกอบที่ 3.3 สเปกตรัมตอบสนองออกแบบหน่วยเป็น g
สำหรับอาคารในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล (เช่น โซน 5)

2. สร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ของโครงสร้างที่พิจารณาการกระจายมวลและสถิติเอนสที่สอดคล้องกับสภาพจริง โดยกำหนดให้ Moment of Inertia ของเสาเป็น 0.7, ของกำแพงรับแรงเฉือน (ที่ไม่แตกร้าว) เป็น 0.7 และของแผ่นพื้นไร้คานเป็น 0.25 เท่าของ Moment of Inertia ของทั้งหน้าตัด (Gross Section) โดยกำหนดที่ Analysis Property Modification Factor ในโปรแกรม ETAB 9.7.4 ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3.4



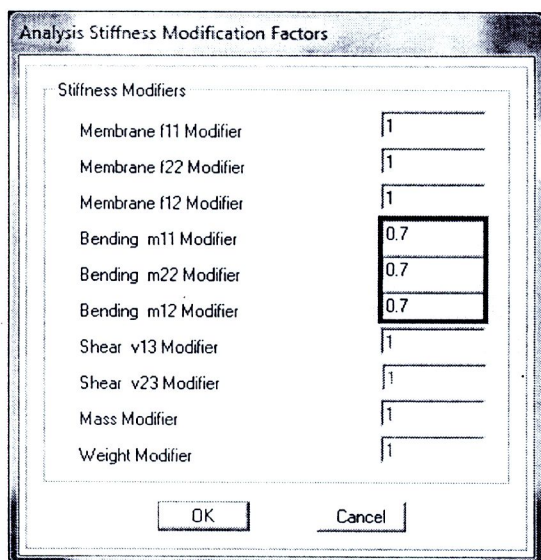
Analysis Property Modification Factors

Property Modifiers

Cross-section (axial) Area	1
Shear Area in 2 direction	1
Shear Area in 3 direction	1
Torsional Constant	1
Moment of Inertia about 2 axis	7
Moment of Inertia about 3 axis	7
Mass	1
Weight	1

OK Cancel

สำหรับเสา



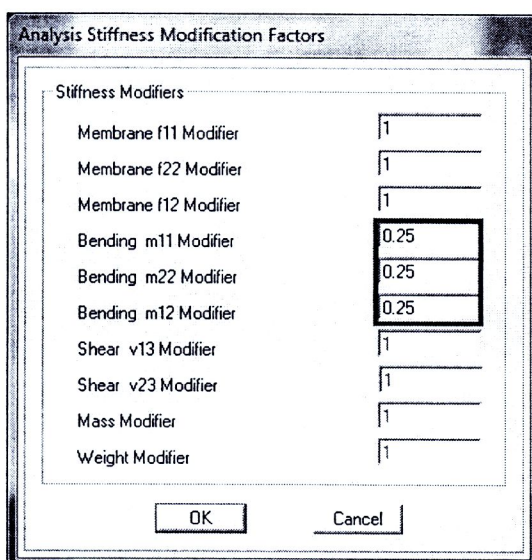
Analysis Stiffness Modification Factors

Stiffness Modifiers

Membrane f11 Modifier	1
Membrane f22 Modifier	1
Membrane f12 Modifier	1
Bending m11 Modifier	0.7
Bending m22 Modifier	0.7
Bending m12 Modifier	0.7
Shear v13 Modifier	1
Shear v23 Modifier	1
Mass Modifier	1
Weight Modifier	1

OK Cancel

สำหรับกำแพงรับแรงเฉือน (ที่ไม่แตกร้าว)



Analysis Stiffness Modification Factors

Stiffness Modifiers

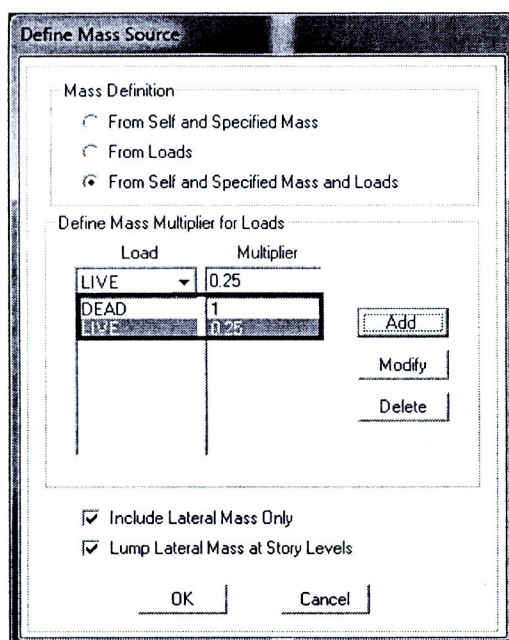
Membrane f11 Modifier	1
Membrane f22 Modifier	1
Membrane f12 Modifier	1
Bending m11 Modifier	0.25
Bending m22 Modifier	0.25
Bending m12 Modifier	0.25
Shear v13 Modifier	1
Shear v23 Modifier	1
Mass Modifier	1
Weight Modifier	1

OK Cancel

สำหรับแผ่นพื้นไร้คาน

ภาพประกอบที่ 3.4 สถิติประสิทธิภาพสำหรับเสา กำแพงรับแรงเฉือนและแผ่นพื้นไร้คาน

3. กำหนดน้ำหนักประสิทธิผลของโครงสร้าง (Define Mass Source) โดยพิจารณา น้ำหนักคงที่ทั้งหมดของอาคารและน้ำหนักประเภทอื่น เช่น มยพ. 1302-52 ให้ใช้ ร้อยละ 25 ของน้ำหนักบรรทุกจรที่ลงพื้น (Floor Live Load) ดังแสดงใน ภาพประกอบที่ 3.5



ภาพประกอบที่ 3.5 การกำหนดน้ำหนักประสิทธิผลของโครงสร้าง (Define Mass Source)

4. วิเคราะห์หาคุณสมบัติของการสั่นตามธรรมชาติ โหมด คาบธรรมชาติประจำแต่ละโหมด ความมีส่วนร่วม และมวลประสิทธิผลประจำโหมด โดยพิจารณาจำนวนโหมดซึ่งทำให้มีค่าไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 ของน้ำหนักประสิทธิผลทั้งหมดของอาคาร ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3.6 โปรแกรม ETAB 9.7.4 จะตั้งค่าเริ่มต้นไว้ที่ 12 โหมดแรกซึ่งสำหรับแบบจำลองส่วนใหญ่มักจะเพียงพอ

Modal Participating Mass Ratios

Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
1	5.368122	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	4.182445	66.4852	0.3464	0.0000	66.4852	0.3464	0.0000	0.5096
3	4.182445	0.3464	66.4852	0.0000	66.8316	66.8316	0.0000	97.8105
4	1.506121	0.0000	0.0000	0.0000	66.8316	66.8316	0.0000	0.0000
5	0.842870	1.4076	17.7231	0.0000	68.2392	84.5547	0.0000	1.2894
6	0.842870	17.7231	1.4076	0.0000	85.9623	85.9624	0.0000	0.1024
7	0.770233	0.0000	0.0000	0.0000	85.9623	85.9624	0.0000	0.0000
8	0.462277	0.0000	0.0000	0.0000	85.9623	85.9624	0.0000	0.0000
9	0.362055	3.7574	2.6919	0.0000	89.7198	88.6542	0.0000	0.0959
10	0.362055	2.6919	3.7574	0.0000	92.4116	92.4117	0.0000	0.1338
11	0.303789	0.0000	0.0000	0.0000	92.4116	92.4117	0.0000	0.0000
12	0.218743	1.0046	1.9655	0.0000	93.4162	94.3771	0.0000	0.0236

>90, OK

OK

ภาพประกอบที่ 3.6 Modal participation mass ratios

5. ใช้วิธีสเปกตรัมการตอบสนอง หาแรงเฉือนที่ฐานและแรงภายในชิ้นส่วนต่างๆ รวมทั้งการเคลื่อนตัวของโครงสร้าง จากนั้นคูณปรับค่าแรงด้วย I/R ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3.7 และปรับค่าการเคลื่อนตัวด้วย R/C_d และพิจารณาผลของ P-Delta โดยการใช้การเชื่อมตัวระหว่างชั้นที่คูณด้วย C_d/I ดังนั้นผลของ P-Delta จึงต้องปรับด้วย $(I/R)*(R/C_d)*(C_d/I) = 1$ ซึ่งหมายความว่าไม่ต้องปรับดังแสดงในภาพประกอบที่ 3.8

Response Spectrum Case Data

Spectrum Case Name: SPEC1

Structural and Function Damping

Damping: 0.05

Modal Combination

☒ CQC ☐ SRSS ☐ ABS ☐ GMC

Directional Combination

☐ SRSS ☒ ABS Orthogonal SF: 0.3

Input Response Spectra

Direction	Function	Scale Factor
U1	ZONE5	2.230
U2		
UZ		

Excitation angle: 0.

Eccentricity

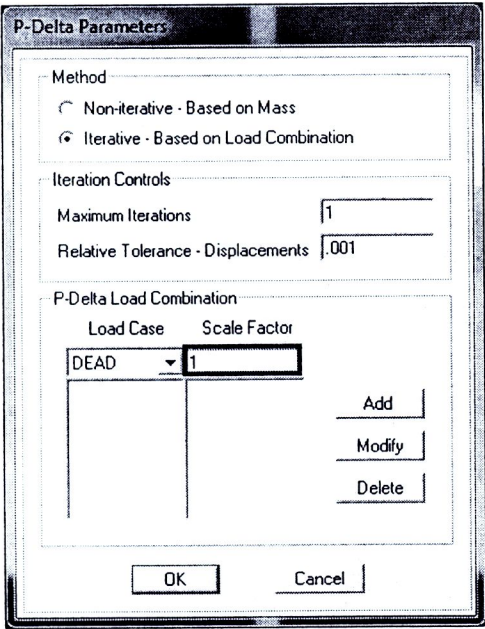
Ecc. Ratio (All Diaph.): 0.05

Override Diaph. Eccen.: Override...

OK Cancel

$$I/R \cdot g = 1.25/5.5 \cdot 9.81 = 2.230$$

ภาพประกอบที่ 3.7 ตัวคูณปรับค่าแรงด้วย I/R
(และคูณ g ด้วยเพราะกราฟสเปกตรัมมีหน่วยเป็น g)



ภาพประกอบที่ 3.8 ตัวควบคุมปรับผลของ P-Delta ด้วย 1 (ไม่ต้องปรับ)

- 6. คำนวณค่าคาบการสั่น T ตามสมการ $T = 0.02H$ (สำหรับอาคารคอนกรีต) เมื่อ H คือความสูงของอาคารมีหน่วยเป็น m ดังในตารางที่ 3.1
- 7. ใช้ค่าคาบการสั่นของโหมดพื้นฐานที่ได้จาก Eigenvalue Analysis แต่ไม่เกิน $1.5T$ ในการคำนวณแรงเฉือนที่ฐานตามสมการแรงสถิตเทียบเท่า V ดังในตารางที่ 3.1

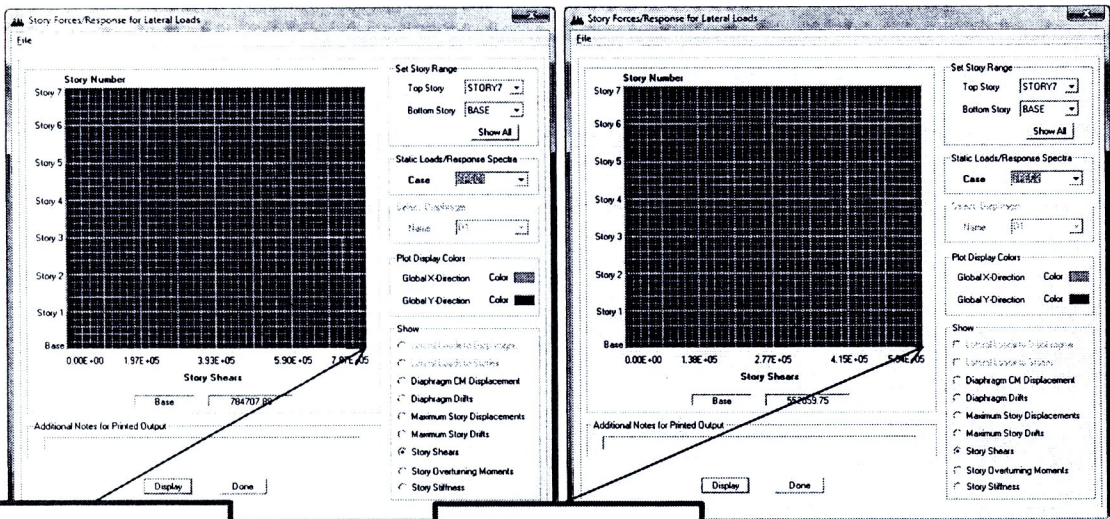
ตารางที่ 3.1 แสดงคาบการสั่นในโหมดแรก (ที่เป็นการเซด้านข้าง) ที่ได้จากการวิเคราะห์ Model Analysis ของอาคาร 7, 14, 21 และ 28 ชั้น (ความสูงระหว่างชั้น 3 m) เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากสมการ $T = 0.02H$ และ เมื่อ H คือความสูงของอาคารมีหน่วยเป็น m และ $1.5T$

ตารางที่ 3.1 คาบการสั่นในโหมดแรก ที่ได้จากการวิเคราะห์ และค่า S_u ที่ได้จากกราฟสเปกตรัม

จำนวนชั้น	คาบการสั่นในโหมดแรก (sec)		
	Model Analysis	$T=0.02H$	$1.5T$
7	1.28	0.42	0.63
14	3.89	0.84	1.26
21	7.25	1.26	1.89
28	9.06	1.68	2.52

จากตารางที่ 3.1 จะเห็นได้ว่าค่าการสั่นในโหมดแรกที่วิเคราะห์ได้จาก Model Analysis มีค่าไม่เกิน 1.5T สำหรับสำหรับทุกจำนวนชั้นของอาคารที่ศึกษา ดังนั้นในการวิเคราะห์แรงแผ่นดินไหวด้วยวิธีสถิติศาสตร์จะใช้ค่าการสั่นที่ 1.5T

8. หากแรงเฉือนคำนวณด้วยวิธีสเปกตรัมการตอบสนอง (V_i) (ภาพประกอบที่ 3.9) น้อยกว่า $0.85V$ เมื่อ V คือแรงเฉือนที่ได้จากการวิเคราะห์แบบแรงสถิตเทียบเท่า (ภาพประกอบ 3.10) ให้ปรับค่าแรงภายในด้วยตัวคูณ $0.85V/V_i$ แต่ไม่ต้องปรับค่าการเคลื่อนตัว แสดงในภาพประกอบที่ 3.11 ในส่วน Scale Factor



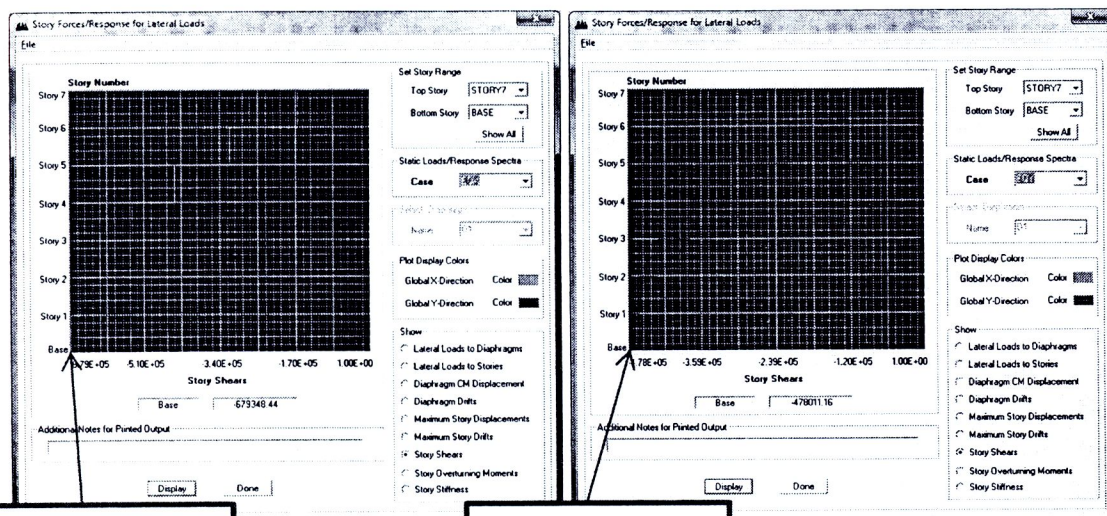
$V_{SPEC1} = 784708 \text{ kgf}$

แนวแกน X

$V_{SPEC2} = 552060 \text{ kgf}$

แนวแกน Y

ภาพประกอบที่ 3.9 ที่แรงเฉือนที่ได้จากการวิเคราะห์แบบสเปกตรัมการตอบสนอง (V_i)



$$V_{EQX} = -679348 \text{ kgf}$$

แนวแกน X

$$V_{EQY} = -478011 \text{ kgf}$$

แนวแกน Y

ภาพประกอบที่ 3.10 แรงเฉือนที่ได้จากการวิเคราะห์แบบแรงสถิตเทียบเท่า (V)

$$2.230 \cdot 0.85 V_{EQX} / V_{SPEC1} =$$

$$2.230 \cdot 0.85 \cdot 679348 / 784708 = 1.64$$

$$2.230 \cdot 0.85 V_{EQY} / V_{SPEC2} =$$

$$2.230 \cdot 0.85 \cdot 478348 / 552060 = 1.64$$

แนวแกน X

แนวแกน Y

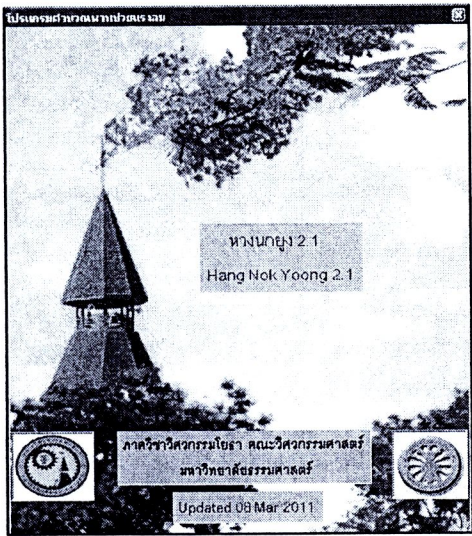
ภาพประกอบที่ 3.11 การปรับตัวคูณเพื่อให้ได้แรงเฉือนไม่ต่ำกว่า 85%
ของที่ได้จากการวิเคราะห์แบบแรงสถิตเทียบเท่า

9. รวมผลของแรงบิดโดยบังเอิญ โดยขยับมวลไป 5% ของความกว้างอาคารด้านที่ตั้งฉากกับแนวการสั่นสะเทือน หรือใช้แรงแบบสถิตกระทำที่ตำแหน่งห่างจากจุดศูนย์กลางมวล 5% ของความกว้างอาคารด้านที่ตั้งฉากกับทิศทางของแผ่นดินไหวที่กำลังพิจารณา ดังแสดงในภาพประกอบ 3.9 ส่วน Ecc. Ratio (All Diaph.) = 0.05

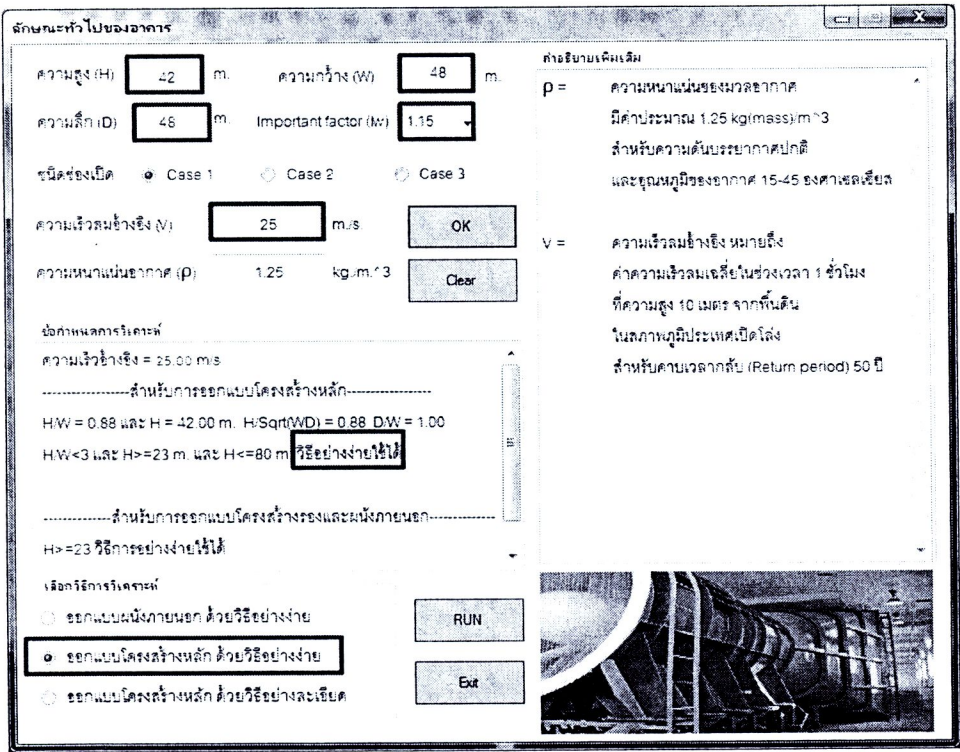
10. หลังจากปรับค่า Scale Factor ดังภาพประกอบที่ 3.11 แล้วทำการวิเคราะห์โครงสร้างใหม่อีกครั้ง จะได้แรงเฉือนที่ฐาน $V_{SPEC1}=577095$ kgf และ $V_{SPEC2}=405999$ kgf และตรวจสอบซึ่งได้อัตราส่วน $V_{SPEC1}/V_{EQX}=405999/679348=0.85$ และ $V_{SPEC2}/V_{EQY}=577095/55206=0.85$ ตามข้อกำหนดของ มยพ. 1302-52

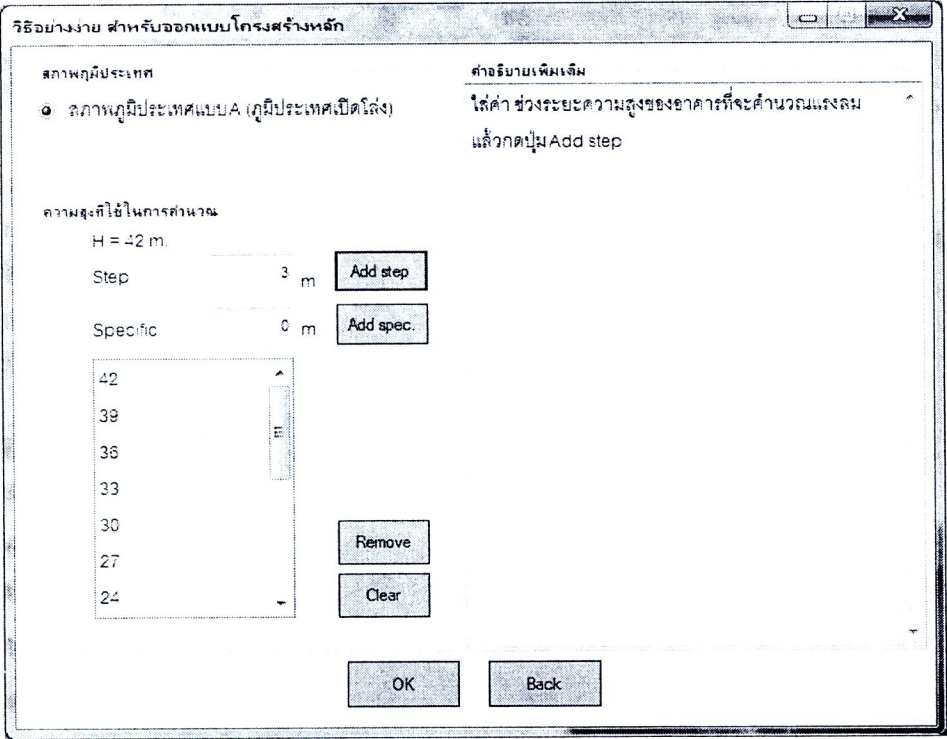
3.6.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์โครงสร้างเนื่องจากแรงลมโดยวิธีอย่างละเอียด (มยพ. 1311-50)

ขั้นตอนข้างต้นสามารถคำนวณได้โดยใช้โปรแกรมทางนกยูง 2.1 (ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์) ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3.12 จากภาพประกอบที่ 2.6 จังหวัดกรุงเทพฯ อยู่ในกลุ่มที่ 1 มี $V_{50}=25$ m/s² เมื่อกำหนดความสูง (H) ของอาคาร เช่นอาคารตัวอย่าง 14 ชั้นสูง 14×3 m = 42 m, ความกว้าง (W) = ความลึก (D) = 6×8 m = 48 m กำหนดค่า $I_w=1.15$ (ประเภทความสำคัญของอาคาร: มาก) โปรแกรมจะแนะนำให้ใช้วิธีอย่างง่าย ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3.13 เมื่อกำหนดความระบอบสูงของแต่ละชั้น และกดปุ่ม โปรแกรมจะคำนวณหน่วยแรงดันบริเวณด้านหน้าลม (ซึ่งมีค่าเป็นบวกหมายถึงทิศเข้าหากำแพง) และหน่วยแรงดันบริเวณด้านหลังลม (ซึ่งมีค่าเป็นลบหมายถึงทิศออกจากกำแพง) ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3.14 สูตรสุดท้ายในตารางที่ 3.2 แสดงการคำนวณแรงดันลมสุทธิ ซึ่งได้จากการคูณผลรวมของหน่วยแรงดันบริเวณหน้าลมและด้านหลังด้วยพื้นที่รับลมของแต่ละชั้น เพื่อใช้เป็นแรงที่กระทำที่ศูนย์กลางของ Diaphragm นำไปใส่ใน WINDX และ WINDY แบบ User Defined (ใช้หน่วย Ton) ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3.15

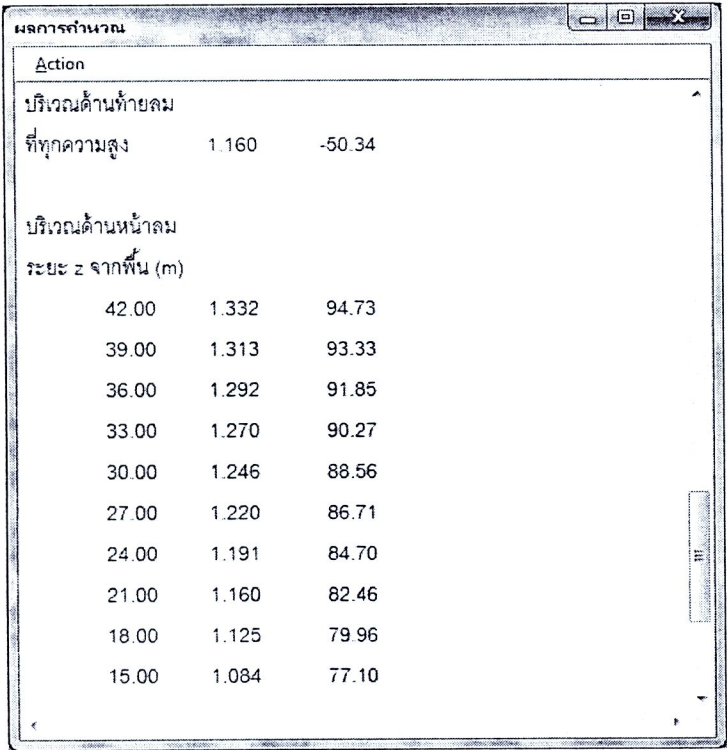


ภาพประกอบที่ 3.12 หน้าจอที่แสดงชื่อของโปรแกรมหังนกยูง 2.1





ภาพประกอบที่ 3.13 ข้อมูลที่ใส่ในโปรแกรม หางนกยูง 2.1



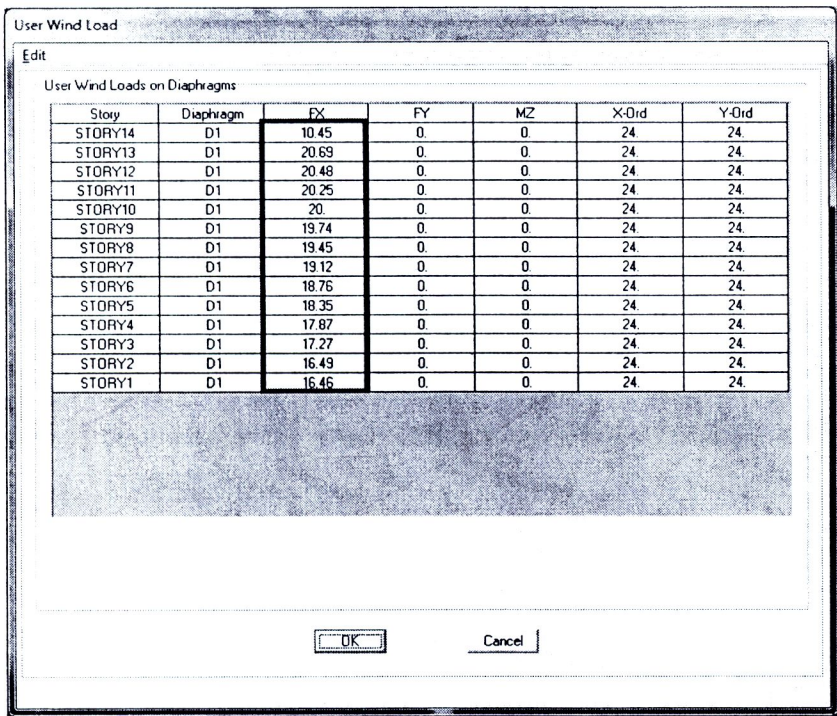
ภาพประกอบที่ 3.14 ผลการคำนวณจากโปรแกรมหางนกยูง 2.1

ตารางที่ 3.2 การคำนวณแรงที่กระทำตรงจุดศูนย์กลางของ Diaphragm

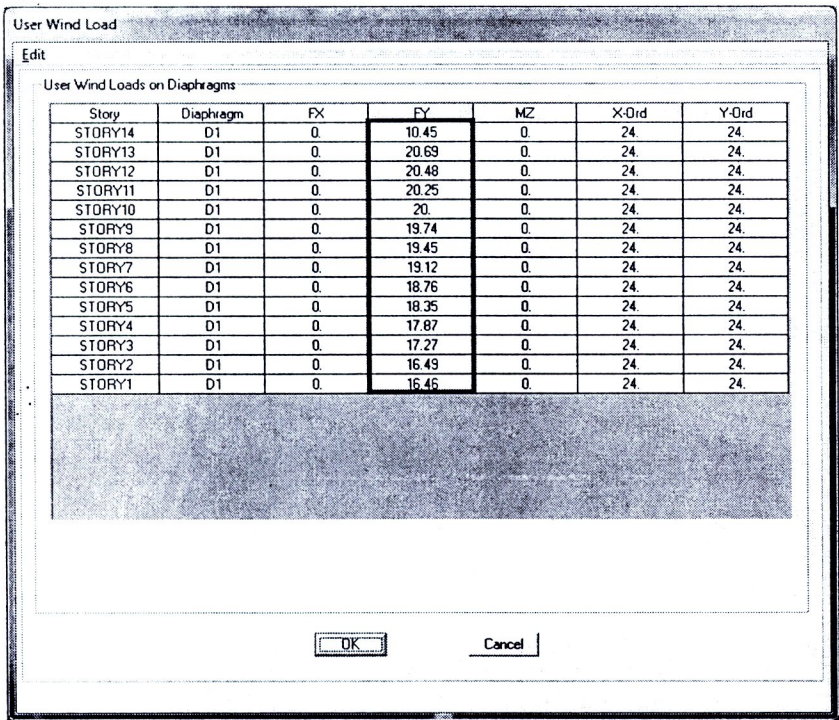
บริเวณด้านท้ายลม		
ที่ทุกความสูง	1.16	-50.34

บริเวณด้านหน้าลม		
ระยะ z จากพื้น (m)		
42	1.332	94.73
39	1.313	93.33
36	1.292	91.85
33	1.27	90.27
30	1.246	88.56
27	1.22	86.71
24	1.191	84.7
21	1.16	82.46
18	1.125	79.96
15	1.084	77.1
12	1.037	73.73
9	0.979	69.61
6	0.903	64.19
3	0.9	63.98
0	0.9	63.98

windward tonf.	leeward tonf.	total wind tonf.
6.82	-3.62	10.45
13.44	-7.25	20.69
13.23	-7.25	20.48
13.00	-7.25	20.25
12.75	-7.25	20.00
12.49	-7.25	19.74
12.20	-7.25	19.45
11.87	-7.25	19.12
11.51	-7.25	18.76
11.10	-7.25	18.35
10.62	-7.25	17.87
10.02	-7.25	17.27
9.24	-7.25	16.49
9.21	-7.25	16.46
4.61	-3.62	8.23



แรง WINDX ที่กระทำบน Diaphragm



แรง WINDY ที่กระทำบน Diaphragm

ภาพประกอบที่ 3.15 แรงลมแบบ User Defined ที่ใช้ในโปรแกรม ETAB 9.7.4