

BỘ MÔN KẾT CẤU XÂY DỰNG

BÀI GIẢNG

TIN HỌC ỨNG DỤNG

(45 tiết)

GV: ĐỖ VĂN LINH

NỘI DUNG MÔN HỌC

- 1 GIỚI THIỆU CÁC PHẦN MỀM
- 2 ĐẠI CƯƠNG VỀ PHẦN MỀM ETABS
- 3 ỨNG DỤNG ETABS ĐỂ LẬP MÔ HÌNH
- 4 ỨNG DỤNG ETABS TÍNH GIÓ ĐỘNG
- 5 ỨNG DỤNG ETABS TÍNH ĐỘNG ĐẤT

PHẦN 1: GIỚI THIỆU CÁC PHẦN MỀM

1.1. Các nhóm phần mềm của CSI:

1. Phần mềm SAP2000 (V14)

- Áp dụng cho tất cả các dạng kết cấu;
- Hợp lý cho kết cấu có hình dáng đặc biệt;

2. Phần mềm ETABS (V9.7, 2013)

- Áp dụng cho kết cấu nhà khung và nhiều tầng;

3. Phần mềm SAFE (V12.30)

- Áp dụng cho kết cấu dạng bản phẳng;

PHẦN 1: GIỚI THIỆU CÁC PHẦN MỀM

1.2. Các nhóm phần mềm tính tường chắn

1. Phần mềm PLASIX (V8)

- Áp dụng cho các kết cấu chịu áp lực đất;
- Trong công trình DD: tường cừ, tường chắn;

1.3. Nhóm phần mềm tính kết cấu cầu- đường

1. Phần mềm MIDAS

- MIDAS Gen, MIDAS Civil, MIDAS Fea...

2. Phần mềm NOVA

PHẦN 2: ĐẠI CƯƠNG VỀ PHẦN MỀM ETABS

2.1. Giới thiệu về phần mềm ETABS

- Đã được phát triển từ những năm 1970 -> ETABS 2013.
- Sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn;
- Các bài toán ứng dụng:
 - Tĩnh học và động học;
 - Bài toán tính kết cấu cầu;
 - Bài toán tính toán tiết diện (bài toán thiết kế);

PHẦN 2: ĐẠI CƯƠNG VỀ PHẦN MỀM ETABS

2.2. Các khái niệm cơ bản

a. Hệ trục tọa độ

- Hệ trục tọa độ tổng thể (Global) : Oxyz - cố định cho một file tính;
- Hệ trục tọa độ địa phương (Local):
 - O123 -gắn với mỗi phần tử;
 - Có tâm O trùng với trọng tâm phần tử;
 - Trục 1 màu đỏ, trục 2 màu trắng, trục 3 màu xanh

PHẦN 2: ĐẠI CƯƠNG VỀ PHẦN MỀM ETABS

b. Các dạng phần tử

- Phần tử nút – joint (HTĐ, bậc tự do, chuyển vị...)
- Phần tử thanh – Frame (HTĐ, tiết diện, nội lực...)
- Phần tử tấm - shell, plate, membrane (HTĐ, chiều dày, nội lực...) ;
- Phần tử khối (Asolid, solid)

PHẦN 2: ĐẠI CƯƠNG VỀ PHẦN MỀM ETABS

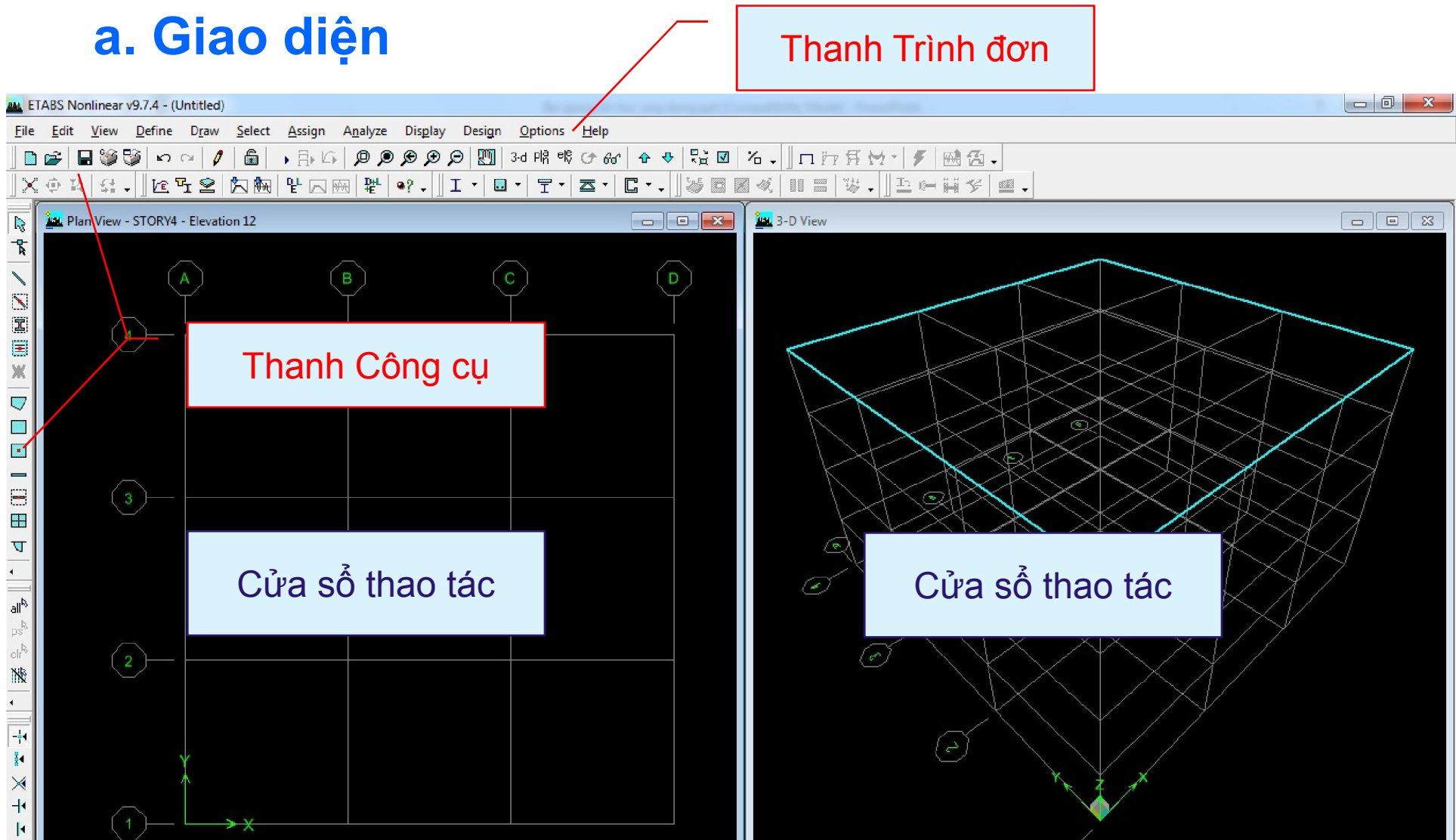
c. Các dạng liên kết

- Liên kết tuyệt đối cứng (liên kết nối đất –Restraints): là liên kết có độ cứng vô cùng lớn;
- Liên kết đàn hồi (Spring): liên kết có độ cứng hữu hạn;
- Liên kết các phần tử với nhau (nút cứng, khớp...)

PHẦN 2: ĐẠI CƯƠNG VỀ PHẦN MỀM ETABS

2.3. Giao diện của chương trình

a. Giao diện



PHẦN 2: ĐẠI CƯƠNG VỀ PHẦN MỀM ETABS

b. Chức năng chính các menu

- File: thao tác với file;
- View: các chế độ hiển thị;
- Define: khai báo các thông số ban đầu;
- Assign: gán các đặc trưng cho sơ đồ kết cấu;
- Analysis: phân tích kết cấu;
- Display: xem và xuất kết quả;
- Design: thiết kế cấu kiện;
- Option: các tùy chỉnh;

PHẦN 3. ỨNG DỤNG ETABS ĐỂ LẬP MÔ HÌNH



PHẦN 4: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH GIÓ ĐỘNG

4.1. Tính toán tải trọng gió tĩnh

◆ Phương thức tác dụng:

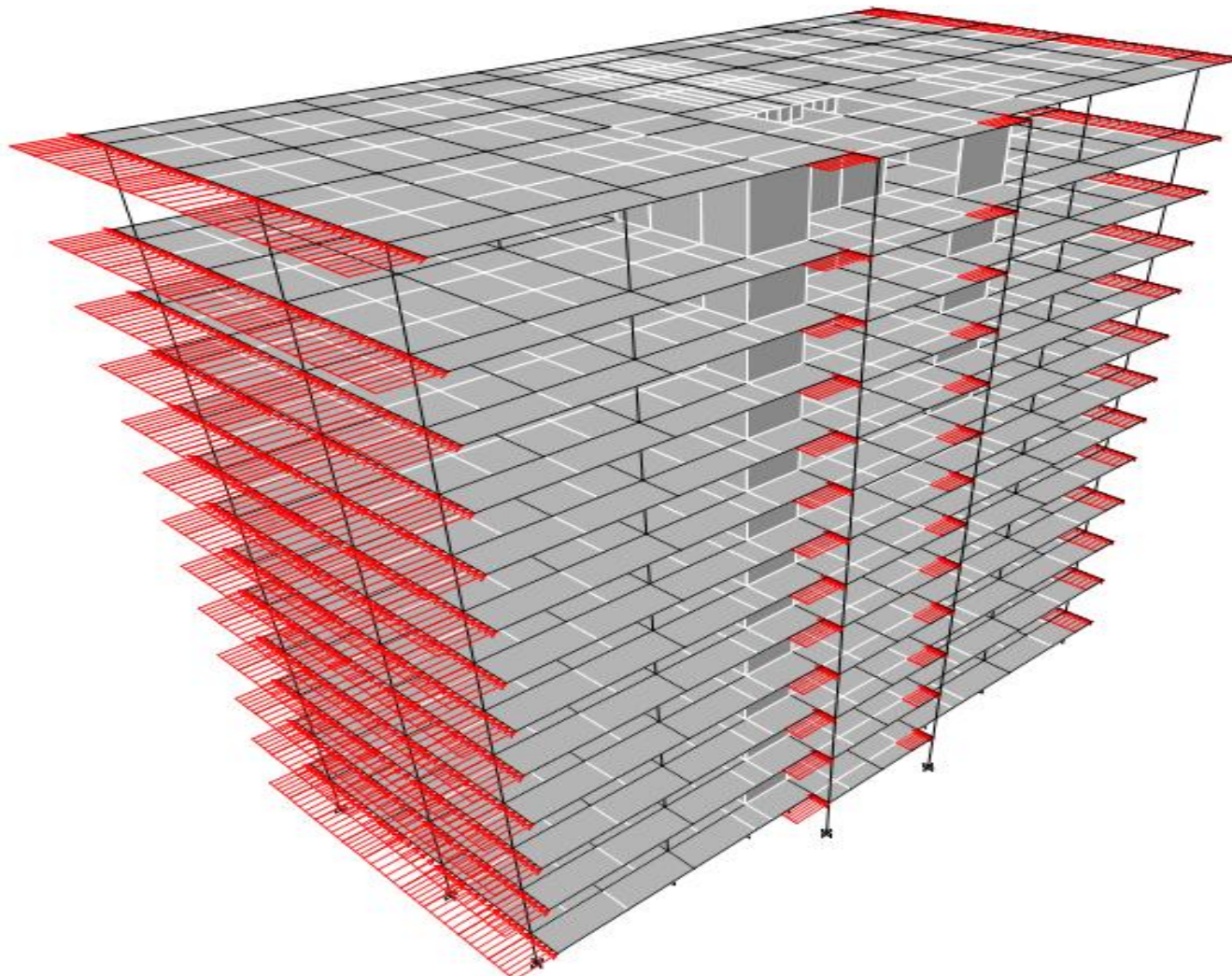
- Do áp lực gió lên bề mặt kết cấu;
- Truyền tải vào cột hoặc dầm biên;

◆ Tính toán gió tĩnh:

- Áp lực gió lên bề mặt: $W = n.k.C.W_o \text{ daN/m}^2$
- Tải trọng gió quy về mức sàn:

$$W_j = W \cdot \frac{H_{j-1} + H_j}{2}, \text{ daN / m}$$

PHẦN 4: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH GIÓ ĐỘNG



Sơ đồ chất tải gió tĩnh

PHẦN 4: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH GIÓ ĐỘNG

4.2. Thành phần động

4.2.1. Phương thức tác dụng:

- ☐ Xung vận tốc gió;
- ☐ Lực quán tính của công trình gây ra;
- ☐ Truyền vào tâm khối lượng của kết cấu;

4.2.2. Phạm vi tính gió động:

- ☐ Công trình dạng tháp, trụ, cột điện..
- ☐ Nhà cao tầng cao trên 40m;
- ☐ Nhà công nghiệp 1 tầng 1 nhịp cao trên 36m và $H/L > 1,5$;

PHẦN 4: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH GIÓ ĐỘNG

4.2.3. Tính toán thành phần động của tải trọng gió.

Bước 1: Mô hình hóa kết cấu bằng phần mềm Etabs



PHẦN 4: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH GIÓ ĐỘNG

□ Lưu ý:

1) Khai báo Mass source: khai báo khối lượng dùng để phân tích động:

Bảng 1 – Hệ số chiết giảm đối với một số dạng khối lượng chất tạm thời trên công trình

Dạng khối lượng		Hệ số chiết giảm khối lượng
Bụi chất đọng trên mái		0,5
Các vật liệu chứa chất trong kho, silô, bunke, bể chứa		1,0
Người, đồ đạc trên sàn tính tương đương phân bố đều	Thư viện và các nhà chứa hàng, chứa hồ sơ	0,8
	Các công trình dân dụng khác	0,5
Cấu trúc và cấu treo các vật nặng	Cơ móc cứng	0,3
	Cơ móc mềm	0,0

PHẦN 4: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH GIÓ ĐỘNG

2) Khai báo sàn tuyệt đối cứng: Diagram

- Mục đích:
 - Chương trình xác định tâm khối lượng;
 - Chương trình xác định chuyển vị của các tầng theo tâm khối lượng;
- Yêu cầu:
 - Mỗi sàn khai báo một Diagram riêng;

PHẦN 4: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH GIÓ ĐỘNG

Bước 2: Chất tải trọng

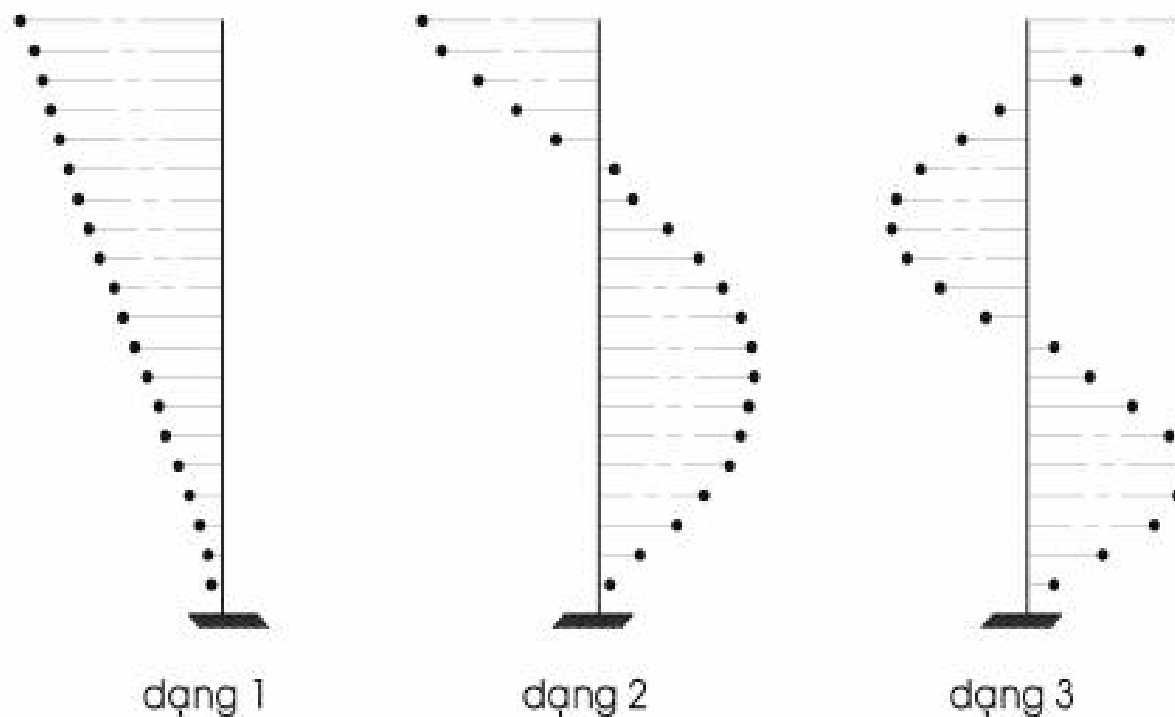
- ☐ Tĩnh tải
- ☐ Hoạt tải sử dụng

Bước 3: Phân tích động

- ☐ Chạy chương trình;
- ☐ Xuất kết quả liên quan đến dao động
- ☐ Phân tích các dạng dao động để xác định tần số f_s

PHẦN 4: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH GIÓ ĐỘNG

- Lưu ý: dạng dao động vào mode dao động khác nhau;



Hình 1. Các dạng dao động cơ bản

PHẦN 4: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH GIÓ ĐỘNG

Bước 4: Lựa chọn số dạng dao động cần tính toán

Bảng 2 – Giá trị giới hạn của tần số dao động riêng f_L .

Vùng áp lực gió	f_1 (Hz)	
	$\delta = 0,3$	$\delta = 0,15$
I	1,1	3,4
II	1,3	4,1
III	1,6	5,0
IV	1,7	5,6
V	1,9	5,9

- Nếu $f_1 > f_L$: chỉ cần tính với 1 dạng dao động đầu tiên;
- Nếu $f_s < f_L < f_{s+1}$: cần xác định với s dạng dao động;

PHẦN 4: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH GIÓ ĐỘNG

Bước 5: Tính toán thành phần gió động.

◆ TH1: $f_1 > f_L$: Chỉ xét đến xung vận tốc gió

$$W_{pj} = W_j \cdot \zeta_j \cdot v \cdot B \text{ daN}$$

Trong đó:

- W_{pj} : giá trị tiêu chuẩn thành phần động tầng thứ j ;
- W_j : giá trị tiêu chuẩn thành phần tĩnh tầng thứ j , daN/m;
- ζ_j : hệ số áp lực động;
- v : hệ số tương quan không gian áp lực động;
- B : Bề rộng diện đón gió của công trình

PHẦN 4: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH GIÓ ĐỘNG

□ Xác định hệ số ζ

Bảng 8 – Hệ số tương quan của tải trọng gió ζ

Chiều cao z, m	Hệ số áp lực động ζ đối với các dạng địa hình		
	A	B	C
≤ 5	0,318	0,517	0,754
10	0,303	0,486	0,684
20	0,289	0,457	0,621
40	0,275	0,429	0,563
60	0,267	0,414	0,532
80	0,262	0,403	0,511
100	0,258	0,395	0,496
150	0,251	0,381	0,468
200	0,246	0,371	0,450
250	0,242	0,364	0,436
300	0,239	0,358	0,425
350	0,236	0,353	0,416
≥ 480	0,231	0,343	0,398

PHẦN 4: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH GIÓ ĐỘNG

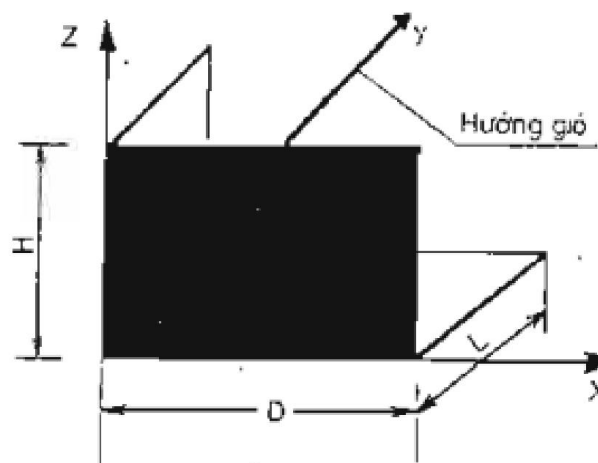
- Xác định hệ số v theo v_1 trong bản sau phụ thuộc vào tham số χ và ρ

Bảng 10 - Hệ số tương quan không gian áp lực động của tải trọng gió v

ρ, m	Hệ số v khi χ (m) bằng						
	5	10	20	40	80	160	350
0,1	0,95	0,92	0,88	0,83	0,76	0,67	0,56
5	0,89	0,87	0,84	0,80	0,73	0,65	0,54
10	0,85	0,84	0,81	0,77	0,71	0,64	0,53
20	0,80	0,78	0,76	0,73	0,68	0,61	0,51
40	0,72	0,72	0,70	0,67	0,63	0,57	0,48
80	0,63	0,63	0,61	0,59	0,56	0,51	0,44
160	0,53	0,53	0,52	0,50	0,47	0,44	0,38

PHẦN 4: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH GIÓ ĐỘNG

□ Xác định tham số χ và ρ



Hình 1 : Hệ tọa độ khi xác định hệ số tương quan không gian v .

Bảng 5 - Các tham số ρ và χ

Mặt phẳng tọa độ cơ bản song song với bề mặt tính toán	ρ	χ
zox	D	H
zoy	0,4L	H
xoy	D	L

PHẦN 4: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH GIÓ ĐỘNG

- ◆ TH2: $f_s < f_L < f_{s+1}$: Xét đến cả xung vận tốc gió và lực quán tính.

$$W_{pji} = M_j \cdot \xi_i \cdot \psi_i \cdot y_{ji} \text{ daN}$$

Trong đó:

- W_{pji} : giá trị tiêu chuẩn thành phần động tầng thứ j của dạng dao động thứ i;
- M_j : Khối lượng tầng thứ j
- ξ_i : hệ số động lực ứng với dạng dao động thứ i;
- ψ_i : hệ số;
- y_{ji} : chuyển vị tỷ đối của tầng thứ j, dạng dao động thứ i;

PHẦN 4: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH GIÓ ĐỘNG

◆ Xác định các hệ số

- Hệ số động lực ξ_i : phụ thuộc độ giảm lôga của dao động và thông số ε_i :

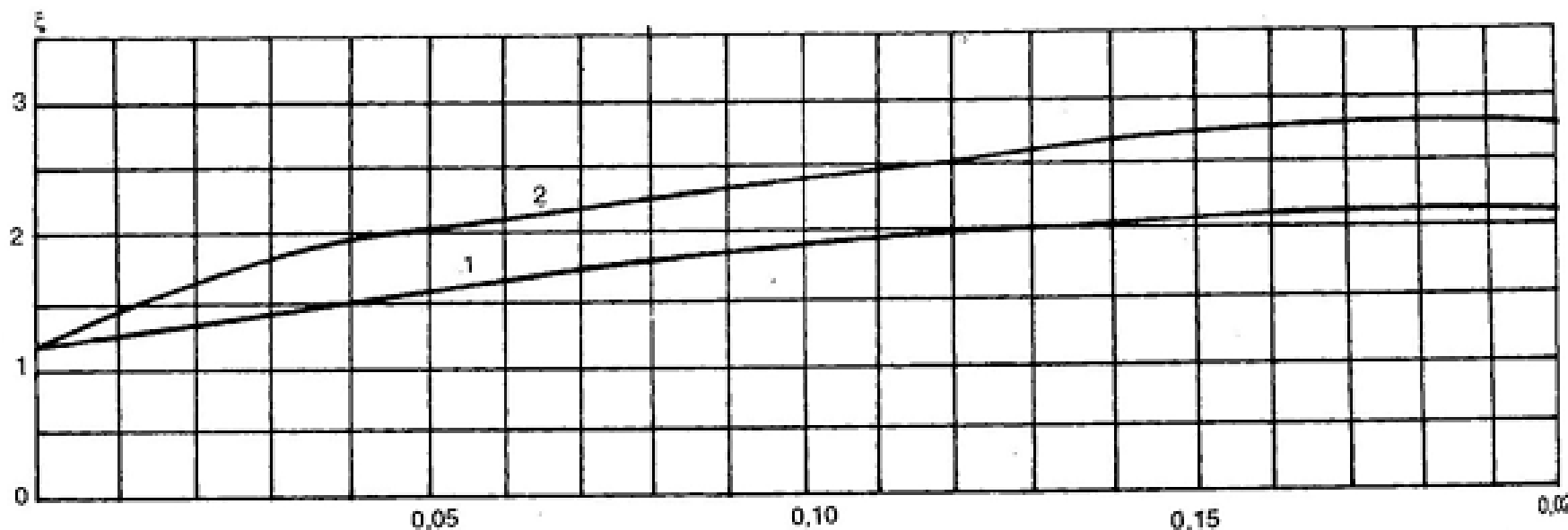
$$\varepsilon_i = \frac{\sqrt{\gamma \cdot W_o}}{940 \cdot f_i}$$

Trong đó: W_o áp lực gió tiêu chuẩn tính bằng đơn vị N/m²;

- f_i : tần số dao động dạng thứ i ;
- $\gamma = 1,2$: hệ số vượt tải

PHẦN 4: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH GIÓ ĐỘNG

□ Hệ số động lực ξ_j được tra theo biểu đồ sau:



Hình 2 : Hệ số động lực ξ

Đường cong 1- Đối với công trình bê tông cốt thép và gạch đá kể cả các công trình bằng khung thép có kết cấu bao che ($\delta = 0,3$).

Đường cong 2- Các tháp, trụ thép, ống khói, các thiết bị dạng cột có bệ bằng bê tông cốt thép ($\delta = 0,15$)

PHẦN 4: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH GIÓ ĐỘNG

□ Hệ số động lực ψ_i :

$$\Psi_i = \frac{\sum_{j=1}^r W_{pj} \cdot y_j}{\sum_{j=1}^r M_j \cdot y_j^2}$$

Trong đó: W_{pj} thành phần xung vận tốc gió tập trung xác định theo công thức:

$$W_{pj} = W_j \cdot \zeta_j \cdot v_i \cdot B, \text{ daN}$$

PHẦN 4: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH GIÓ ĐỘNG

◆ Giá trị tính toán thành phần động:

$$W_{tt} = W_{pji} \cdot \beta$$

Trong đó:

- β : hệ số điều chỉnh tải trọng gió theo thời gian sử dụng

Bảng 6 : Hệ số β

Thời gian sử dụng giả định	5	10	20	30	40	50
Hệ số điều chỉnh tải trọng gió β	0,61	0,72	0,83	0,91	0,96	1,00

PHẦN 5: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH ĐỘNG ĐẤT

Bước 1: Mô hình hóa kết cấu bằng phần mềm Etabs



PHẦN 5: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH ĐỘNG ĐẤT

◆ Lưu ý:

- 1) *Khai báo Mass soure*: khai báo khối lượng dùng để phân tích động cho tính động đất.

$$M = \sum G_k + \sum \psi_{E,k} \cdot Q_k$$

Trong đó:

- G_k : Tải trọng thường xuyên thứ k;
- Q_k : Tải trọng tạm thời thứ k;
- $\psi_{E,k}$: Hệ số tổ hợp của tải trọng tạm thời thứ k;

PHẦN 5: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH ĐỘNG ĐẤT

◆ Xác định hệ số tổ hợp hoạt tải:

$$\Psi_{E,k} = \varphi \cdot \Psi_{2,k}$$

Bảng 5.1. Giá trị của φ để tính toán $\Psi_{E,k}$

Loại tác động thay đổi	Tầng	φ
Các loại từ A-C*	Mái	1,0
	Các tầng được sử dụng đồng thời	0,8
	Các tầng được sử dụng độc lập	0,5
Các loại từ D-F* và kho lưu trữ		1,0

PHẦN 5: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH ĐỘNG ĐẤT

Bảng 5.2: Các giá trị $\psi_{2,k}$ đối với nhà

Tác động	
Tải trọng đặt lên nhà loại	
Loại A: Khu vực nhà ở, gia đình	0,3
Loại B: Khu vực văn phòng	0,3
Loại C: Khu vực hội họp	0,6
Loại D: Khu vực mua bán	0,6
Loại E: Khu vực kho lưu trữ	0,8
Loại F: Khu vực giao thông, trọng lượng xe $\leq 30\text{kN}$	0,6
Loại G: Khu vực giao thông, $30\text{kN} \leq$ trọng lượng xe $\leq 160\text{kN}$	0,3
Loại H: Mái	0

PHẦN 5: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH ĐỘNG ĐẤT

Bước 2: Chất tải trọng

- ☐ Tĩnh tải
- ☐ Hoạt tải sử dụng

◆ **Lưu ý:** có nhiều trường hợp hoạt tải khác nhau tương ứng với các khu vực nên khi phân tích động cần tính toán trước hoạt tải riêng cho giai đoạn này.

Bước 3: Phân tích động

- ☐ Chạy chương trình;
- ☐ Xuất kết quả liên quan đến dao động
- ☐ Phân tích các dạng dao động để xác định tần số f

PHẦN 5: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH ĐỘNG ĐẤT

Bước 4: Tính toán tải trọng động đất

- Phương pháp tĩnh lực ngang tương đương

◆ **Phạm vi áp dụng:** Công trình thỏa mãn tính đều đặn và khi chu kỳ dao động cơ bản T_1 theo hai hướng chính thảo mãn:

$$T_1 \leq \begin{cases} 4.T_c \\ 2,0s \end{cases}$$

Trong đó: T_c là giá trị chu kỳ dao động giới hạn cho trong bảng sau.

PHẦN 5: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH ĐỘNG ĐẤT

Bảng 5.3. Giá trị của các tham số mô tả các phổ phản ứng đàn hồi

Loại nền đất	S	$T_B(s)$	$T_C(s)$	$T_D(s)$
A	1,0	0,15	0,4	2,0
B	1,2	0,15	0,5	2,0
C	1,15	0,20	0,6	2,0
D	1,35	0,20	0,8	2,0
E	1,4	0,15	0,5	2,0

PHẦN 5: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH ĐỘNG ĐẤT

◆ Xác định phổ phản ứng thiết kế theo phương ngang:

$$0 \leq T \leq T_B : S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \left(\frac{2,5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q}$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \frac{T_C}{T} \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}$$

$$T_D \leq T : S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}$$

PHẦN 5: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH ĐỘNG ĐẤT

◆ Xác định các tham số phổ phản ứng:

- $S_e(T)$: Phổ phản ứng thiết kế đàn hồi ;
- T : Chu kỳ dao động của hệ;
- a_g : Gia tốc nền thiết kế trên nền loại A ($a_g = \gamma_I \cdot a_{gR}$);
- γ_I : Hệ số tầm quan trọng (tiêu chuẩn)
- a_{gR} : gia tốc nền tham chiếu trên nền loại A (tiêu chuẩn)
- T_B, T_C, T_D : Các giá trị cho trong bản trên;
- S : Hệ số nền;
- q : Hệ số ứng xử – xác định theo mục 6.3.2 TC 375;

PHẦN 5: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH ĐỘNG ĐẤT

◆ Xác định giá trị lực cắt đáy:

$$F_b = S_d(T_1) \cdot m \cdot \lambda$$

Trong đó:

- T_1 : Chu kỳ dao động cơ bản của nhà do chuyển động ngang theo phương đang xét;
- m : Tổng khối lượng của nhà ở trên móng;
- λ : Hệ số hiệu chỉnh, lấy như sau:

$\lambda = 0,85$ nếu $T_1 \leq 2 T_C$ với nhà có trên 2 tầng hoặc $\lambda = 1,0$ với các trường hợp khác.

PHẦN 5: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH ĐỘNG ĐẤT

◆ Phân phối tải trọng ngang cho các tầng

$$F_i = F_b \cdot \frac{s_i \cdot m_i}{\sum s_j \cdot m_j}$$

Trong đó:

- F_i : lực ngang tác dụng tại tầng thứ i ;
- F_b : lực cắt đáy do động đất tính theo (4.5);
- s_i, s_j : lần lượt là chuyển vị của các khối lượng m_i, m_j trong dạng dao động cơ bản;
- m_i, m_j : khối lượng của tầng thứ i và j ;

PHẦN 5: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH ĐỘNG ĐẤT

- Phương pháp phổ phản ứng đàn hồi.

◆ Phạm vi áp dụng: mọi công trình

◆ Xác định khối lượng dao động hữu hiệu của 1 dạng dao động:

$$M_{x,i} = \frac{(\sum s_{x,j} \cdot m_j)^2}{\sum s_{x,j}^2 \cdot m_j}$$

(tương tự cho phương y của dạng dao động này)

Trong đó:

- $s_{x,j}$, $s_{y,j}$: là chuyển vị của các khối lượng m_j trong dạng dao động cơ bản theo phương x và y;

PHẦN 5: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH ĐỘNG ĐẤT

◆ Xác định số tần số cần tính động đất

Số tần số cần tính phải thỏa mãn 1 trong hai điều kiện sau:

- Tổng các khối lượng hữu hiệu của các dạng dao động được xét chiếm ít nhất 90% tổng khối lượng của kết cấu;

$$\frac{\sum M_{x,i}}{\sum m_j} \geq 90\%$$

- Tất cả các dạng dao động có khối lượng hữu hiệu lớn hơn 5% của tổng khối lượng đều được xét đến.

$$\frac{M_{x,i}}{\sum m_j} \geq 5\%$$

PHẦN 5: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH ĐỘNG ĐẤT

◆ Tính toán giá trị tải trọng động đất dạng dao động thứ i:

□ Giá trị lực cắt đáy theo các phương xác định như sau:

$$F_{x'b} = S_d(T) \cdot M_{x,i}$$

$$F_{y'b} = S_d(T) \cdot M_{y,i}$$

□ **Lưu ý:** trong cùng một dạng dao động, có cả thành phần động đất theo 2 phương tính toán.

PHẦN 5: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH ĐỘNG ĐẤT

◆ Phân phối tải trọng động đất theo các tầng:

- Thành phần theo phương x của dạng dao động thứ i:

$$F_{x,ji} = F_{x,b} \frac{S_{x,ji} \cdot m_j}{\sum S_{x,ji} \cdot m_j}$$

- Thành phần theo phương y của dạng dao động thứ i:

$$F_{y,ji} = F_{y,b} \frac{S_{y,ji} \cdot m_j}{\sum S_{y,ji} \cdot m_j}$$

PHẦN 5: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH ĐỘNG ĐẤT

◆ Tổ hợp tác động động đất theo một phương (x,y) của các dạng dao động:

- Khi hai dạng dao động tính toán thỏa mãn: $T_{s+1} < 0,9T_s$

$$E_x = \sqrt{\sum E_{x,i}^2}$$

Trong đó:

- $E_{x(y)}$: hệ quả của tác động động đất theo phương x (y);
- $E_{x,i}$: hệ quả của tác động động đất theo phương x ứng với dạng dao động thứ i;

PHẦN 5: ỨNG DỤNG ETABS TÍNH ĐỘNG ĐẤT

◆ Tổ hợp tác động động đất lên công trình

□ Tác động động đất theo phương X:

$$E_{Ex} = E_x + 0,3.E_y$$

□ Tác động động đất theo phương Y:

$$E_{Ey} = 0,3.E_x + E_y$$