

## A. THỰC HÀNH THIẾT KẾ KẾT CẤU KHUNG BÊTÔNG CỐT THÉP

### I. Lý thuyết tính toán

#### 1.1. Tính toán và tổ hợp nội lực

##### 1.1.1. Tính toán nội lực

###### a. Sơ đồ tính toán nội lực

- Sơ đồ không biến dạng (tính toán bậc I)
- Sơ đồ biến dạng (tính toán bậc II)

###### b. Phương pháp tính toán nội lực

- Các phương pháp tính trong giới hạn đàn hồi (dùng các phương pháp tính của Cơ học kết cấu hoặc các phần mềm tính toán kết cấu như SAP, ETAB,... để tính nội lực).

- Phương pháp cân bằng giới hạn có kể đến sự hình thành các khớp dẻo trong các cấu kiện.

Ở đây, nội lực trong khung đều được xác định theo sơ đồ không biến dạng (tính toán bậc I), theo các phương pháp tính trong giới hạn đàn hồi.

Dùng các phần mềm tính toán kết cấu (SAP, ETAB,...) để tính nội lực cho từng trường hợp tải trọng (tĩnh tải, hoạt tải đứng 1, hoạt tải đứng 2, gió trái, gió phải).

##### 1.1.2. Tổ hợp nội lực

###### a. Nguyên tắc chung

- Mục đích của việc tổ hợp nội lực: là tìm ra nội lực bất lợi tại tất cả các tiết diện trong kết cấu. Thực ra, chỉ cần quan tâm đến các tiết diện quan trọng. Các tiết diện đó là:

+ Đối với cột: tiết diện dưới chân và trên đỉnh cột. Có thể thêm các tiết diện khác nếu nội lực lớn.

+ Đối với xà ngang thẳng: tiết diện giữa nhịp và tiết diện ở hai đầu tiếp giáp với cột. Có thể thêm các tiết diện khác nếu có nội lực lớn như tiết diện dưới tải trọng tập trung.

- Tùy thành phần các tải trọng được tính đến, có hai loại tổ hợp: tổ hợp cơ bản và tổ hợp đặc biệt.

+ Tổ hợp cơ bản gồm: tĩnh tải, hoạt tải dài hạn, hoạt tải ngắn hạn.

+ Tổ hợp đặc biệt gồm: tĩnh tải, hoạt tải dài hạn, hoạt tải ngắn hạn và một trong các tải trọng đặc biệt (động đất, nổ, va chạm, ...).

- Tổ hợp cơ bản có một hoạt tải thì giá trị của hoạt tải được lấy toàn bộ.

- Tổ hợp cơ bản có từ hai hoạt tải trở lên thì giá trị tính toán của hoạt tải hoặc các nội lực tương ứng của chúng phải được nhân với hệ số tổ hợp là 0,9.

- Những hoạt tải loại trừ nhau thì không được xuất hiện trong cùng một tổ hợp (ví dụ: gió trái và gió phải).

- Đối với kết cấu quan trọng, có nhịp và tải trọng lớn, cần thiết phải vẽ biểu đồ bao nội lực để có cơ sở chắc chắn cho việc bố trí (cắt, uốn) cốt thép theo biểu đồ bao vật liệu.

- Ở mỗi tiết diện quan trọng, phải tìm được các cặp nội lực nguy hiểm nhất, cụ thể như sau:

+ Đối với các phần tử dầm:  $M_{\max}, M_{\min}, Q_{\max}$

+ Đối với các phần tử cột:  $M_{\max}$  và  $N_{\text{tr}}$

$M_{\min}$  và  $N_{\text{tr}}$

$N_{\max}$  và  $M_{\text{tr}}$

Riêng đối với tiết diện chân cột tầng 1, ngoài  $N_{\text{tr}}$  còn phải tính thêm  $Q_{\text{tr}}$  để phục vụ cho việc tính móng.

*b. Nội dung chi tiết:*

Với nhà khung BTCT ít tầng, đã thiết lập 5 trường hợp tác dụng của tải trọng:

+ Tĩnh tải (TT)

+ Hoạt tải đứng 1 (HT1)

+ Hoạt tải đứng 2 (HT2)

+ Gió trái (GT)

+ Gió phải (GP)

Thì ta có thể lập các tổ hợp như sau:

TH1: TT + HT1 (hệ số tổ hợp tương ứng: 1/1)

TH2: TT + HT2 (1/1)

TH3: TT + GT (1/1)

TH4: TT + GP (1/1)

TH5: TT + HT1 + HT2 (1/0,9/0,9)

TH6: TT + HT1 + GT (1/0,9/0,9)

TH7: TT + HT1 + GP (1/0,9/0,9)

TH8: TT + HT2 + GT (1/0,9/0,9)

TH9: TT + HT2 + GP (1/0,9/0,9)

TH10: TT + HT1 + HT2 + GT (1/0,9/0,9/0,9)

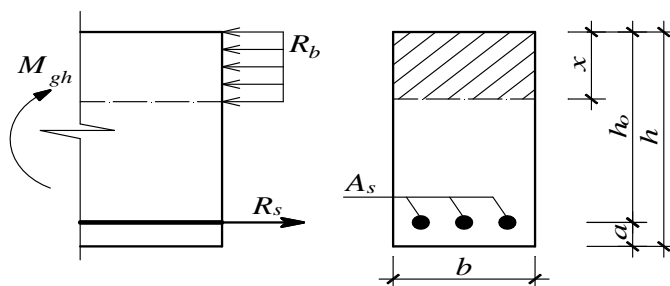
TH11: TT + HT1 + HT2 + GP (1/0,9/0,9/0,9)

## 1.2. Tính toán tiết diện

### 1.2.1 Tính toán dầm

**a. Tính cốt thép dọc** (trường hợp đặt cốt thép đơn)

- Cơ sở tính toán: trường hợp phá hoại dẻo.



*Sơ đồ ứng suất của tiết diện chữ nhật đặt cốt đơn*

Sơ đồ ứng suất để tính toán tiết diện theo trạng thái giới hạn lấy như sau:

Ứng suất trong cốt thép chịu kéo  $A_s$  đạt tới cường độ chịu kéo tính toán  $R_s$ .

Ứng suất trong vùng bê tông chịu nén đạt tới cường độ chịu nén tính toán  $R_b$  và sơ đồ ứng suất gần đúng có dạng phân bố đều. Vùng bê tông chịu kéo không được tính cho chịu lực vì đã nứt.

**Bài toán tính toán cốt thép tiết diện chữ nhật:** Cho biết:  $(b, h, M, R_b, R_s)$ ; Tính diện tích cốt thép  $A_s$ .

Giải:

- Giả thiết:  $a = 3 \div 6 \text{ cm}$ ;  $h_o = h - a$

- Tính  $\alpha_m = \frac{M}{R_b b h_o^2}$

- Các trường hợp xảy ra như sau:

*Trường hợp 1:*

Nếu  $\alpha_m \leq \alpha_R$  điều kiện hạn chế thỏa mãn, suy ra  $\zeta = 0,5(1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m})$

Tính  $A_s = \frac{M}{R_s \zeta h_o}$ ; Tính  $\mu = \frac{A_s}{b h_o} 100\%$  và kiểm tra  $\mu \geq \mu_{\min}$

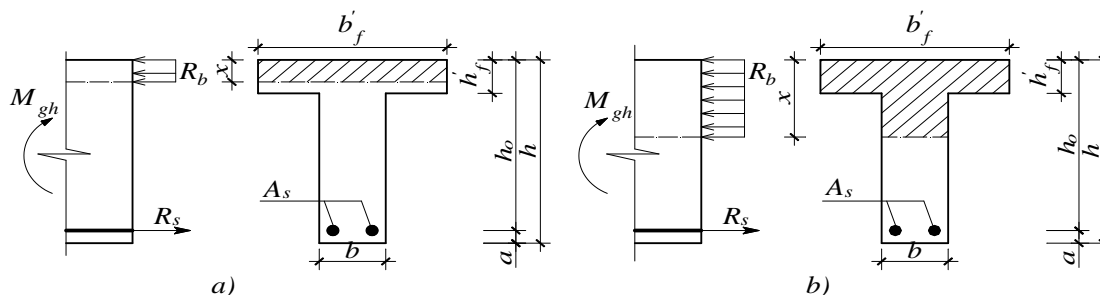
*Trường hợp 2:*

Nếu  $\alpha_m > \alpha_R$ : điều kiện hạn chế không thỏa mãn thì phải xử lý:

- + Tăng cấp độ bền chịu nén của bê tông B.
- + Tăng kích thước tiết diện  $b, h$  (thường tăng  $h$ ).
- + Đặt cốt kép

**Bài toán tính toán cốt thép tiết diện chữ T:**

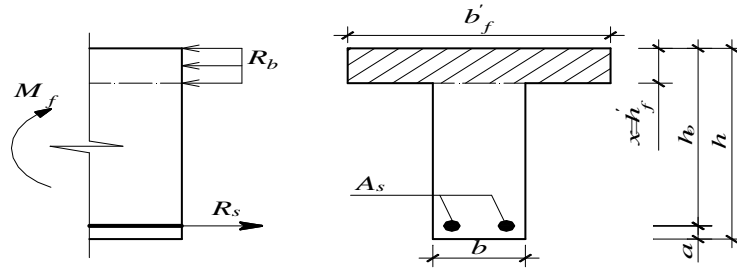
- Cơ sở tính toán: trường hợp phá hoại dẻo.



Sơ đồ ứng suất dùng để tính tiết diện chữ T

Gọi  $M_f$  là mômen giới hạn ứng với trường hợp trục trung hòa đi qua mép dưới của cánh.

$$M_f = R_b b'_f h'_f (h_o - 0,5 h'_f)$$



Sơ đồ ứng suất khi trục trung hòa qua mép dưới của cánh

Gọi  $M$  là mômen uốn tính toán do ngoại lực gây ra

- So sánh mômen ngoại lực  $M$  với  $M_f$ :

+ Nếu  $M \leq M_f$ : thì trục trung hòa đi qua cánh, tính toán theo tiết diện chữ nhật có kích

thước  $b'_f \times h$  (Xem trong phần cấu kiện chữ nhật đặt cốt đơn).

+ Nếu  $M > M_f$ : thì trục trung hòa đi qua sườn, tính toán theo tiết diện chữ T.

Sau đây ta xét trường hợp này ( thường không xảy ra).

**Ghi chú:**

Tại mỗi tiết diện tính toán có 2 giá trị nội lực tổ hợp là:  $M_{max}$  &  $M_{min}$ :

Nếu  $M_{max}$  &  $M_{min} \geq 0 \Rightarrow$  cốt thép phía dưới tính theo  $M_{max}$ , cốt thép phía trên đặt theo cấu tạo ( $A_s \geq \mu_{min} b h_0$ )

Nếu  $M_{max}$  &  $M_{min} < 0 \Rightarrow$  cốt thép phía trên tính theo  $M_{min}$ , cốt thép phía dưới đặt theo cấu tạo ( $A_s \geq \mu_{min} b h_0$ )

Nếu  $M_{max} \geq 0$  &  $M_{min} \leq 0 \Rightarrow$  cốt thép phía dưới tính theo  $M_{max}$ , cốt thép phía trên tính theo  $M_{min}$

### b. Tính toán cốt đai

Kiểm tra điều kiện khả năng chịu cắt của bê tông:

$$Q_{bmin} = \varphi_{b3} (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{bt} b h_0$$

+ Nếu  $Q_{bmin} > Q$  không cần tính toán cốt thép đai, chỉ cần đặt cốt ngang theo cấu tạo.

+ Nếu  $Q_{bmin} < Q$  cần tính toán cốt thép đai

Đối với bê tông nặng lấy  $\varphi_{b3} = 0,6$ , tính toán với tiết diện chữ nhật bỏ qua ảnh hưởng của cánh lấy  $\varphi_f = 0$ , bỏ qua ảnh hưởng lực dọc lấy  $\varphi_n = 0$ .

Chọn đai  $\phi$ ,  $n$  nhánh.

Khoảng cách giữa hai cốt đai theo tính toán:

$$s_{tt} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw} \cdot 4 \varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}{Q^2}$$

Đối với bê tông nặng lấy  $\varphi_{b2} = 2$



Khoảng cách lớn nhất giữa hai cốt đai là:

$$s_{\max} = \frac{\varphi_{b4} \cdot (1 + \varphi_f) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}{Q}$$

Đối với bê tông nặng lấy  $\varphi_{b4} = 1,5$

Khoảng cách cấu tạo giữa các cốt đai:

$$\text{Khu vực gần gối tựa: } s_{ct} \leq \begin{cases} \frac{h}{2} & \text{khi } h \leq 45\text{cm;} \\ 15\text{cm} & \end{cases} \quad s_{ct} \leq \begin{cases} \frac{h}{3} & \text{khi } h > 45\text{cm;} \\ 30\text{cm} & \end{cases}$$

$$\text{Khu vực giữa dầm: } s_{ct} \leq \begin{cases} \frac{3h}{4} \\ 30\text{cm} \end{cases}$$

$$\text{Khoảng cách đai thiết kế: } s_{tk} \leq \begin{cases} s_{tt} \\ s_{\max} \\ s_{ct} \end{cases}$$

Kiểm tra khả năng chịu ứng suất nén chính trên bụng dầm:

$$Q \leq 0,3 \cdot \varphi_{b1} \cdot \varphi_{w1} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0$$

$$\text{Hệ số: } \varphi_{b1} = 1 - \beta \cdot R_b$$

Hệ số xét đến ảnh hưởng của cốt đai:

$$\varphi_{w1} = 1 + 5\alpha \cdot \mu_w < 1,3$$

$$\text{Trong đó: } \alpha = \frac{E_s}{E_b}; \mu_w = \frac{A_{sw}}{b \cdot s}$$

⇒ Điều kiện được thỏa mãn hay không .

Kết luận: Đoạn dầm gần gối lấy bằng 1/4 nhịp khi dầm chịu tải trọng phân bố đều, lấy bằng khoảng cách từ gối đến lực tập trung dầm đầu tiên (nhưng không bé hơn 1/4 nhịp) khi dầm chịu lực tập trung. Chọn đai  $\phi$ , số nhánh với khoảng cách  $s_{tk}$  trên đoạn gần gối tựa. Phần còn lại trong đoạn giữa dầm dùng đai  $\phi$ , số nhánh với khoảng cách  $s_{ct}$ .

### 1.2.2. Tính toán cột, xà nghiêng với độ dốc lớn

Cho biết: (  $b \times h$ ,  $l$ ,  $\Psi$ ,  $M$ ,  $N$ ,  $R_b$ ,  $R_s$ ,  $R_{sc}$ ,  $E_b$ ,  $E_s$ ,  $\xi_R$  )

Yêu cầu: tính toán cốt thép đối xứng  $A_s = A'_s$  và chọn đai theo cấu tạo

#### a. Tính cốt thép dọc

##### a1. Tính độ lệch tâm ban đầu $e_0$ :

$$\text{Ta có: } e_0 = \max(e_1; e_a)$$

$$\text{Độ lệch tâm do tính học: } e_1 = \frac{M}{N}$$

$$\text{Độ lệch tâm ngẫu nhiên: } e_a \geq \begin{cases} \frac{l}{600} \\ \frac{h}{30} \end{cases}$$

## a2. Tính hệ số uốn dọc $\eta$ :

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{th}}}$$

Trong đó:  $N_{th}$ : lực nén tới hạn

$$N_{th} = \frac{6,4E_b}{l_o^2} \left( \frac{SI}{\phi_l} + \alpha \cdot I_s \right)$$

$l_o$ : chiều dài tính toán của cấu kiện

$l_o = 0,7l$ : khung nhiều nhịp.

$S$ : hệ số kể đến ảnh hưởng của độ lệch tâm  $e_o$

$$S = \frac{0,11}{0,1 + \frac{\delta_e}{\phi_p}} + 0,1$$

$$\delta_e = \max \left( \frac{e_o}{h}; \delta_{\min} \right)$$

$$\delta_{\min} = 0,5 - 0,01 \frac{l_o}{h} - 0,01 R_b; \quad (R_b \text{ tính bằng MPa})$$

$\phi_p$ : hệ số xét đến ảnh hưởng của cốt thép căng ứng lực trước, với bê tông cốt thép thường:  $\phi_p = 1$ .

$\phi_l$ : hệ số kể đến tính chất dài hạn của tải trọng:

$$\phi_l = 1 + \frac{M_{dh} + N_{dh} \cdot h / 2}{M + N \cdot h / 2}$$

$M_{dh}, N_{dh}$ : momen và lực dọc do tải trọng dài hạn gây ra.

$M, N$ : nội lực tính toán tiết diện (lấy giá trị tuyệt đối).

Nếu  $M_{dh}$  &  $M$  ngược dấu thì  $M_{dh}$  thêm dấu “ - ”

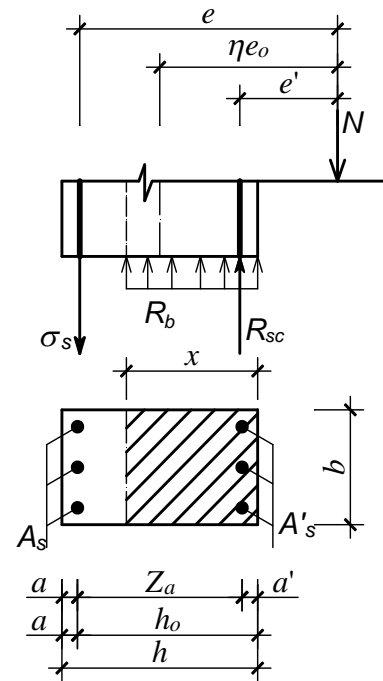
Nếu tính ra  $\phi_l < 1$  thì lấy  $\phi_l = 1$ .

$E_b$ : môđun đàn hồi của bê tông

$E_s$ : môđun đàn hồi của cốt thép

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b}$$

$I$ : momen quán tính của tiết diện bê tông.



$I_s$  : momen quán tính của cốt thép.

Do ban đầu chưa biết  $A_s$  nên giả thiết trước hàm lượng cốt thép  $\mu_t$ .

$$\Rightarrow I_s = \mu_t b h_0 (0,5h - a)^2$$

Nếu  $\mu_t$  tính ra chênh lệch nhiều so với giả thiết thì giả thiết lại và tính toán lại.

**a3. Tính độ lệch tâm tính toán:**

$$e = \eta e_0 + \frac{h}{2} - a; \quad e' = \eta e_0 - \frac{h}{2} + a'$$

**a4. Xác định trường hợp lệch tâm:**  $x = \frac{N}{R_b b}$ .

TH1: Nếu  $2a' \leq x \leq \xi_R h_0$  thì lệch tâm lớn

TH2: Nếu  $x < 2a'$  thì lệch tâm rất lớn

TH3: Nếu  $x > \xi_R h_0$  thì lệch tâm bé

**a5. Tính cốt thép dọc:**

Trường hợp lệch tâm lớn: ( $2a' \leq x \leq \xi_R h_0$ )

$$\Rightarrow A_s = A'_s = \frac{N \cdot (e - h_0 + 0,5x)}{R_{sc} \cdot (h_0 - a')}$$
 với  $e = \eta e_0 + 0,5h - a$

Trường hợp lệch tâm rất lớn: ( $x < 2a'$ )

$$\Rightarrow A_s = A'_s = \frac{N \cdot e'}{R_s \cdot (h_0 - a')}$$
 với  $e' = e - h_0 + a' = \eta e_0 - 0,5h + a'$

Trường hợp lệch tâm bé: ( $x > \xi_R h_0$ )

$$\text{Tính lại } x: x = \frac{[(1 - \xi_R) \gamma_a n + 2 \xi_R (n \varepsilon - 0,48)] h_0}{(1 - \xi_R) \gamma_a + 2(n \varepsilon - 0,48)}$$

$$\text{với } n = \frac{N}{R_b b h_0}, \quad \varepsilon = \frac{e}{h_0}, \quad \gamma_a = \frac{Z_a}{h_0}$$

Nếu  $x > h_0$  thì lấy  $x = h_0$ , nếu  $x < \xi_R h_0$  thì lấy  $x = \xi_R h_0$ . Sau đó tính cốt thép theo

công thức:  $A_s = A'_s = \frac{N e - R_b b x (h_0 - 0,5x)}{R_{sc} Z_a}$

Kiểm tra hàm lượng cốt thép  $\mu_t$ :

$$\mu_t = \frac{A_s + A'_s}{b \cdot h_0} \cdot 100\% = \frac{2 \cdot A_s}{b \cdot h_0} \cdot 100\%$$

$\mu_t$  phải đảm bảo điều kiện:  $2\mu_{\min} \leq \mu_t \leq 6\%$ .

Với  $\mu_{\min} = 0,05\%$  khi  $l_0/b \leq 5$   
 $= 0,1\%$  khi  $l_0/b \leq 10$

= 0,2% khi  $l_0/b \leq 24$

= 0,25% khi  $l_0/b \leq 31$

- Khi  $l_0/b > 31$  thì cột mất ổn định.

**b. Chọn cốt đai theo cấu tạo**

- Đường kính của cốt đai:  $\phi \geq \begin{cases} \frac{d_1}{4} \\ 5mm \end{cases}$  ( $d_1$  đường kính lớn nhất của cốt dọc).

- Khoảng cách của cốt đai  $s \leq 15d_2$  và  $\leq 50cm$  ( $d_2$  đường kính cốt dọc bé nhất).

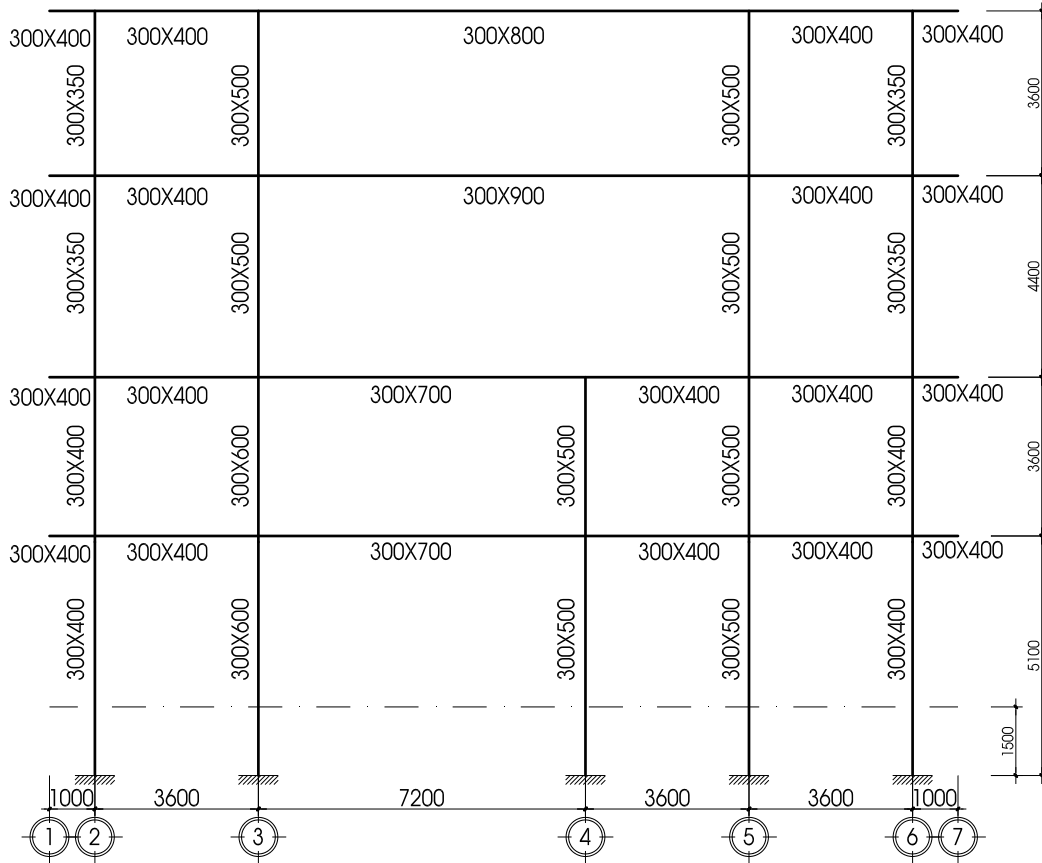
- Khi  $\mu\% > 3\%$  thì  $s \leq 10d_2$  và  $s \leq 30cm$ .

- Khi  $h \geq 50cm$  thì cần có cốt dọc phụ. Đường kính cốt dọc phụ  $\geq \phi 12$ .

## B. VÍ DỤ TÍNH TOÁN KHUNG BẰNG CHƯƠNG TRÌNH SAP2000

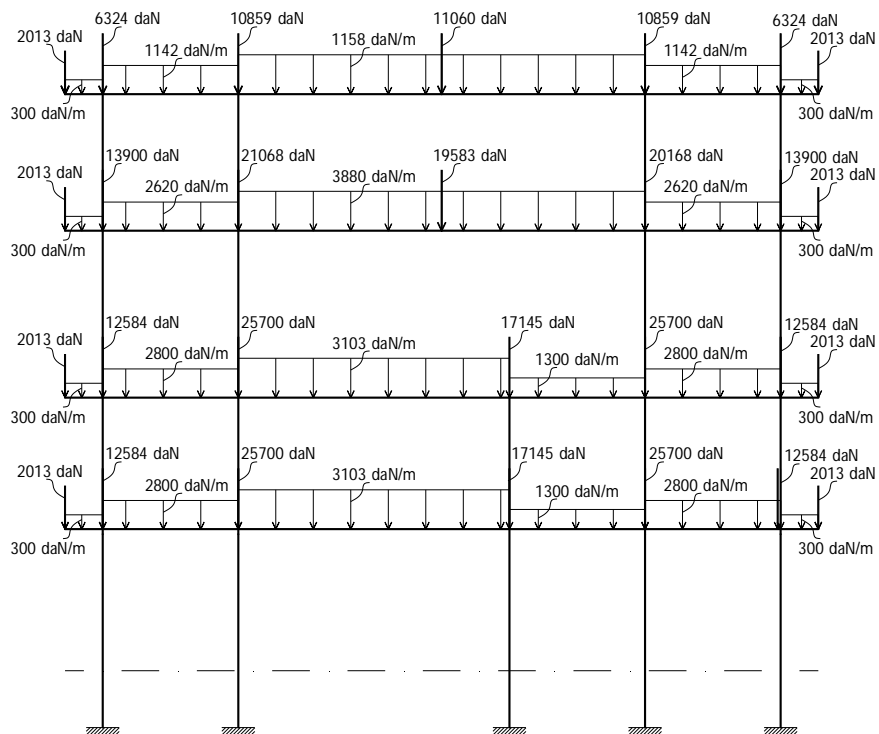
### I/ Số liệu :

#### 1. Kích thước tiết diện của khung

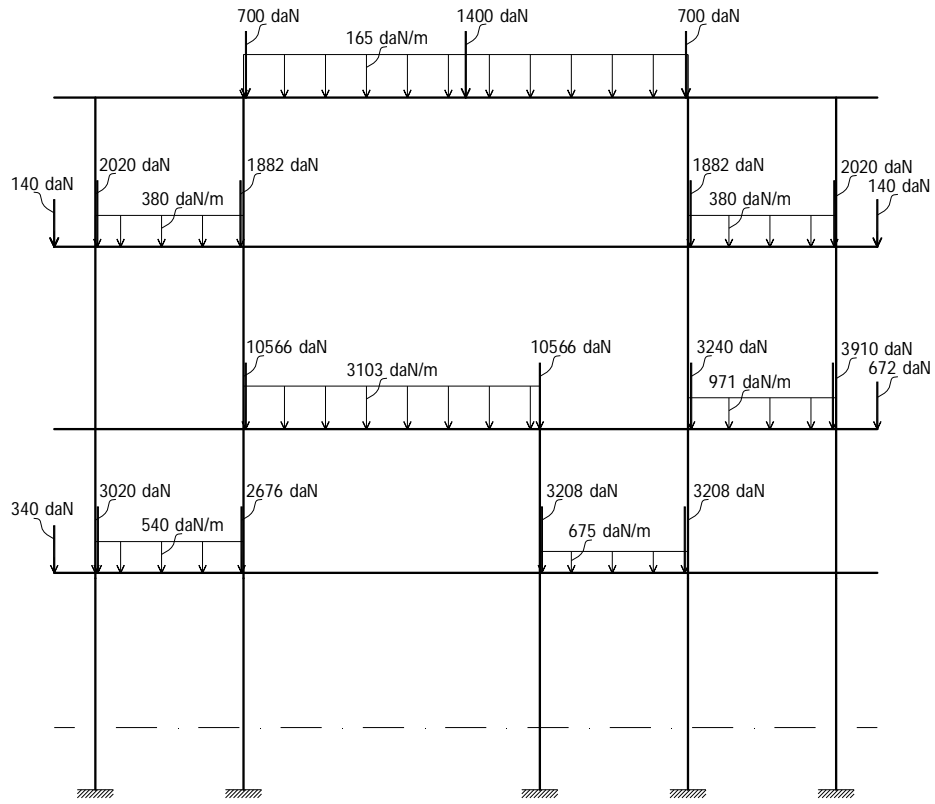


#### 2. Tải trọng tác dụng vào khung gồm có:

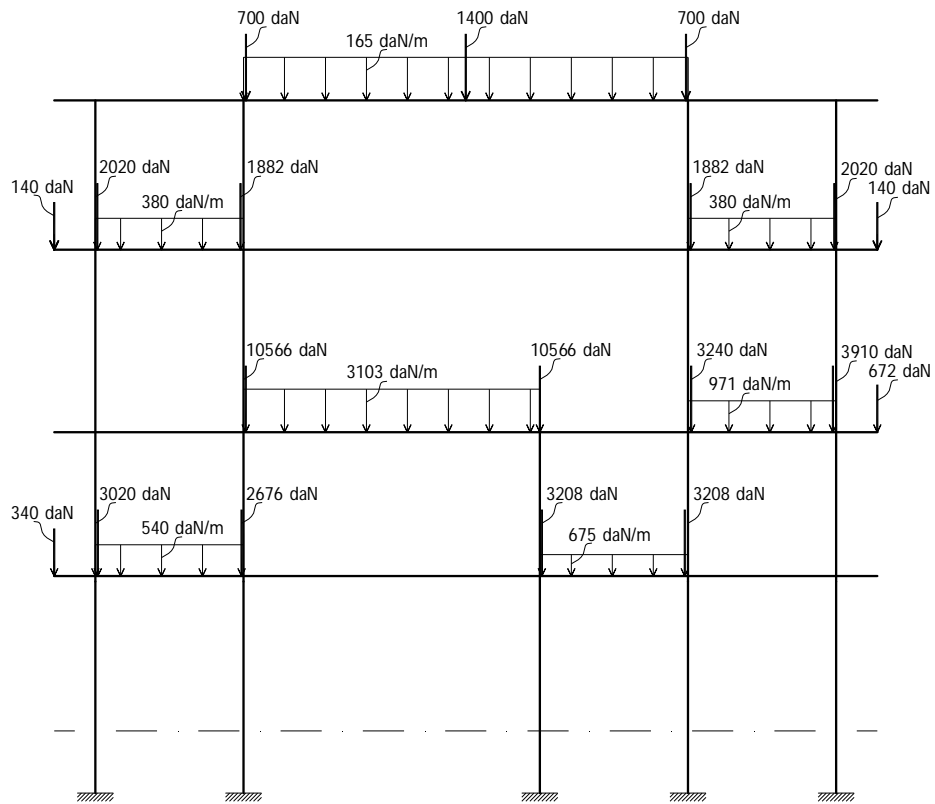
\* Tĩnh tải : (đã kể đến trọng lượng bản thân của dầm)



\* Hoạt tải :

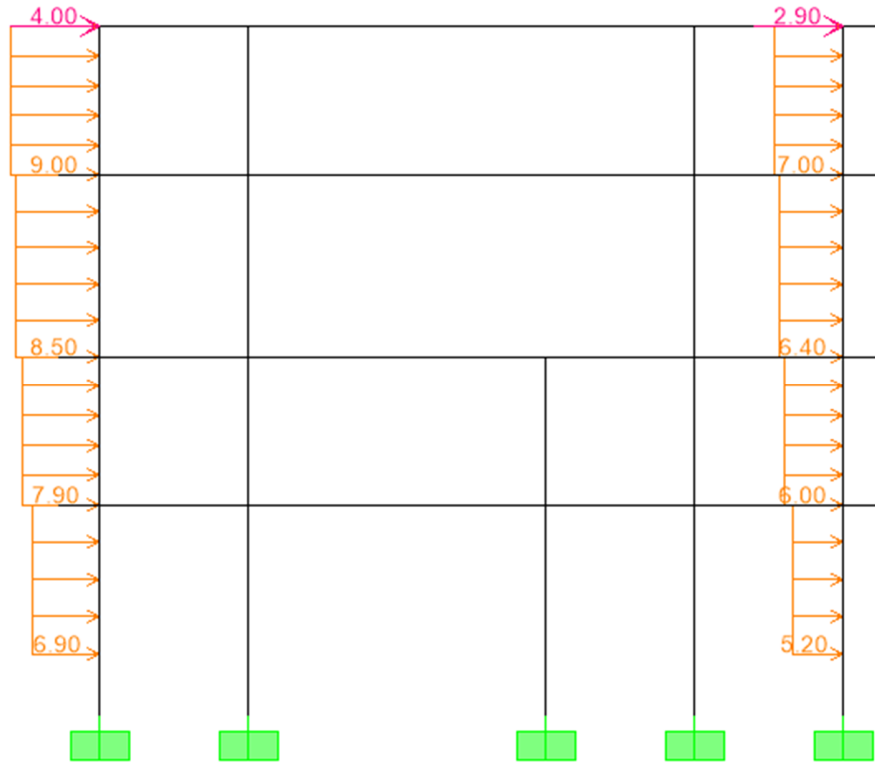


**Hoạt Tải 1**

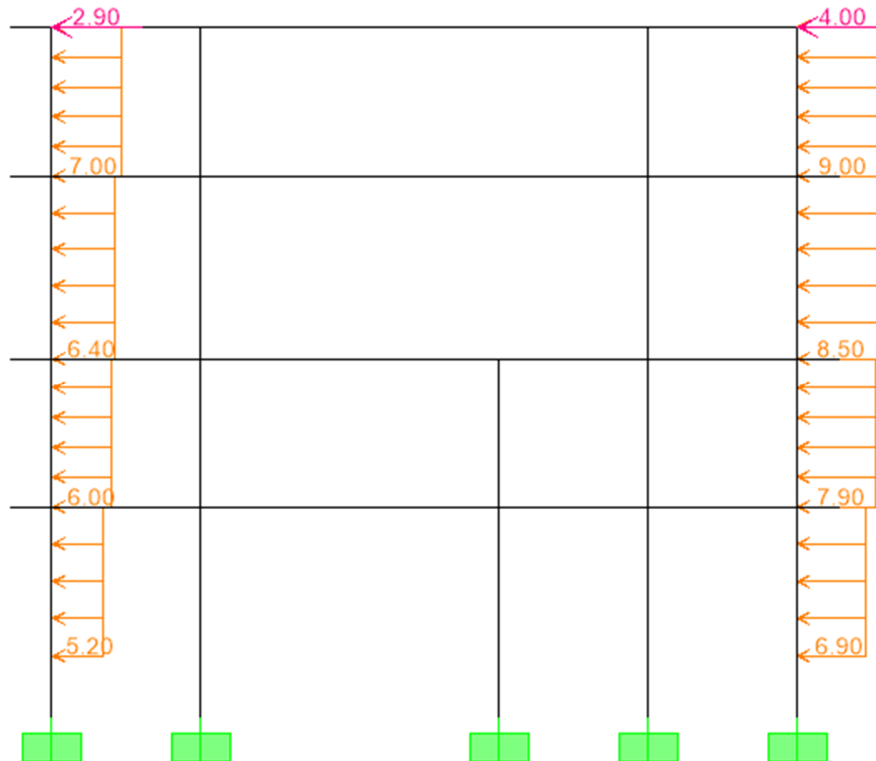


**Hoạt Tải 2**

\*Tải trọng gió



**Gió Trái (kN.m)**



**Gió Phải (kN.m)**

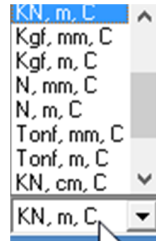
**3. Yêu cầu :**

- Xác định nội lực trong hệ khi chịu các trường hợp tải trọng (cần phân tích hoạt tải thành các trường hợp để tổ hợp nội lực).
- Tổ hợp nội lực và vẽ biểu đồ bao nội lực.
- Tính cốt thép

## II/ Các bước tiến hành :

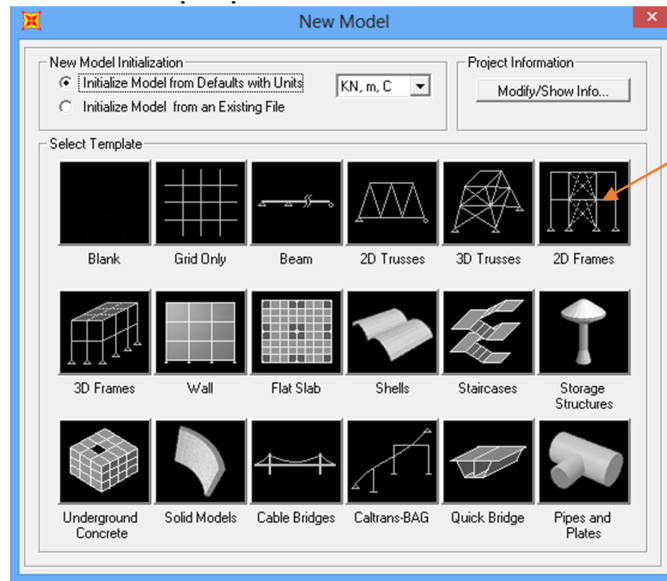
### 1. Lập sơ đồ hình học :

- Khởi động chương trình Sap2000.



- Chọn hệ đơn vị kN - m - °C :

- Vào Menu **File** → chọn lệnh **New Model**



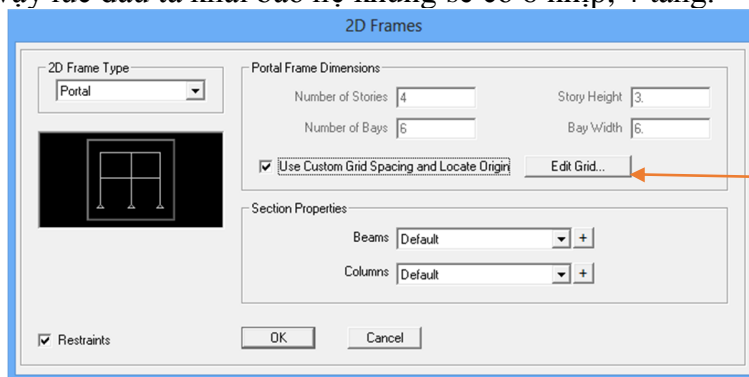
Hệ khung phẳng

Chọn hệ khung phẳng **2D Frame** :

Khai báo số tầng, số nhịp, chiều cao tầng, chiều dài nhịp .

Phần console ta cũng khai báo như 1 nhịp của dầm

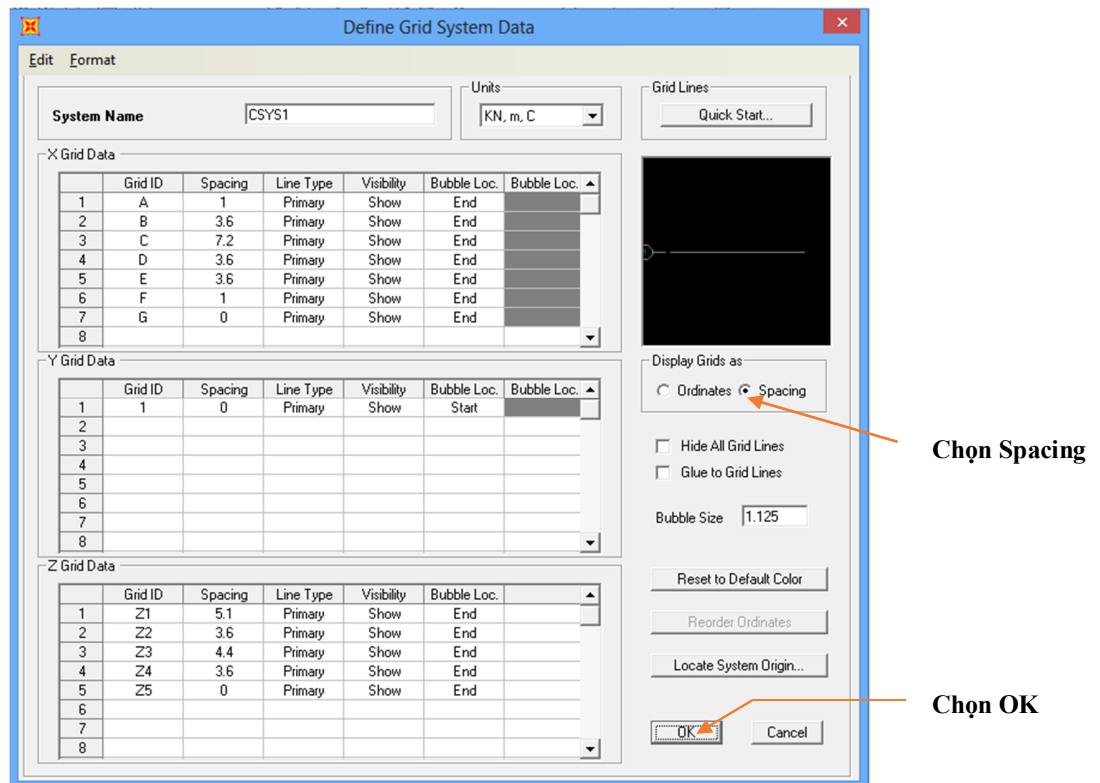
Như vậy lúc đầu ta khai báo hệ khung sẽ có 6 nhịp, 4 tầng.



Chọn **Edit Grid**


Trong phần **Edit Grid...** ta chọn kiểu Spacing để nhập khoảng cách các ô lưới

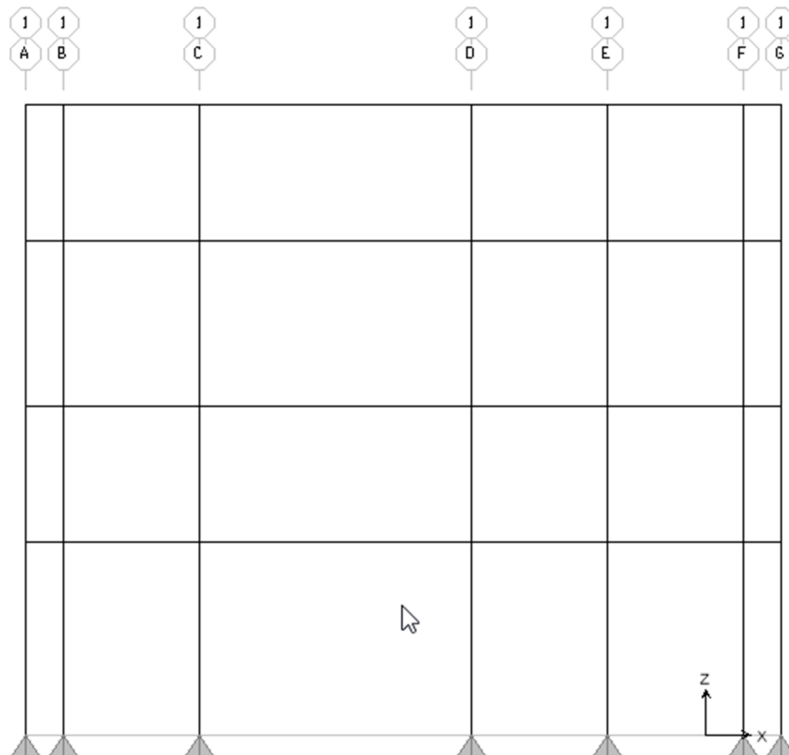




Chọn **OK** để chấp nhận các giá trị đã nhập trở lại cửa sổ **2D Frame**, chọn **OK** tiếp để chấp nhận các giá trị đã khai báo.

Trên màn hình có 2 cửa sổ để xem hệ dưới 2 góc nhìn khác nhau : theo hình chiếu 3D (không gian) và theo hình chiếu 2D (mặt phẳng XY hoặc XZ hoặc YZ). Ta có thể vào menu **Options** → **Windows** để chọn số lượng cửa sổ trên màn hình để xem hệ theo các góc độ khác nhau (1, 2, 3, hoặc 4 cửa sổ được thể hiện trên màn hình). Đối với hệ phẳng, để nhìn hệ cho được rõ ta nên chỉ chọn số cửa sổ bằng 1, và chọn góc nhìn là hình chiếu 2D - mặt phẳng XZ.

Các nút lệnh chọn  góc nhìn .




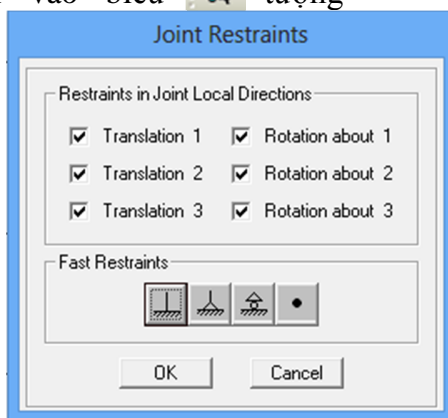
Màn hình lúc này thể hiện hệ khung 4 tầng, 6 nhịp với kích thước nhịp và chiều cao tầng theo yêu cầu. Ta cần thay đổi liên kết gối và các thanh thừa.



Chọn các thanh thừa bấm phím **Del** trên bàn phím để xóa.

Chọn các điểm gối để thay từ liên kết cố định (mặc định trong SAP) chuyển thành liên kết ngàm.

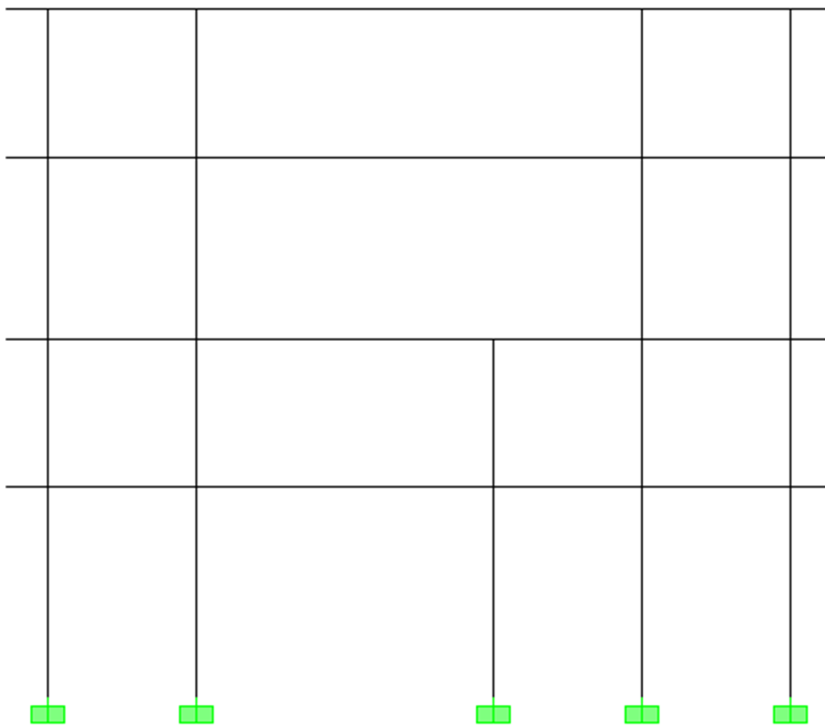


Để thay liên kết gối tại 1 nút hoặc 1 số nút trong hệ cần chọn nút đó hoặc các nút bằng cách rê chuột xung quanh các nút muốn chọn, vào menu **Assign** → **Joint** → **Restraints** hoặc bấm vào biểu tượng  tượng



Chọn liên kết ngàm  → Bấm 

- Ta được hệ khung như hình sau :



## 2. Khai báo các thuộc tính của hệ :

- Khai báo đặc trưng vật liệu: vào menu **Define** → **Materials ...**

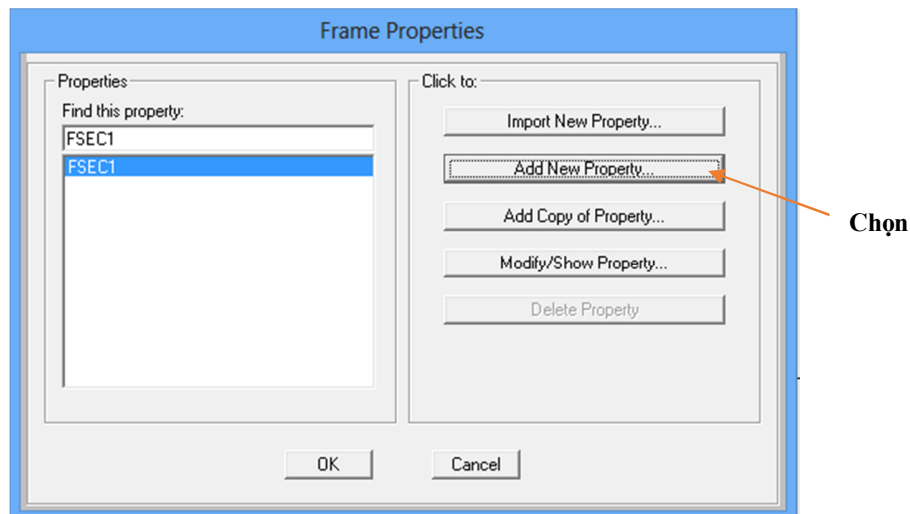
Ở đây tính tải đã kể đến trọng lượng bản thân của dầm và cột nên khi xác định nội lực chúng ta không cần phải khai báo đặc trưng vật liệu của hệ.

- Khai báo hình dạng và kích thước tiết diện :

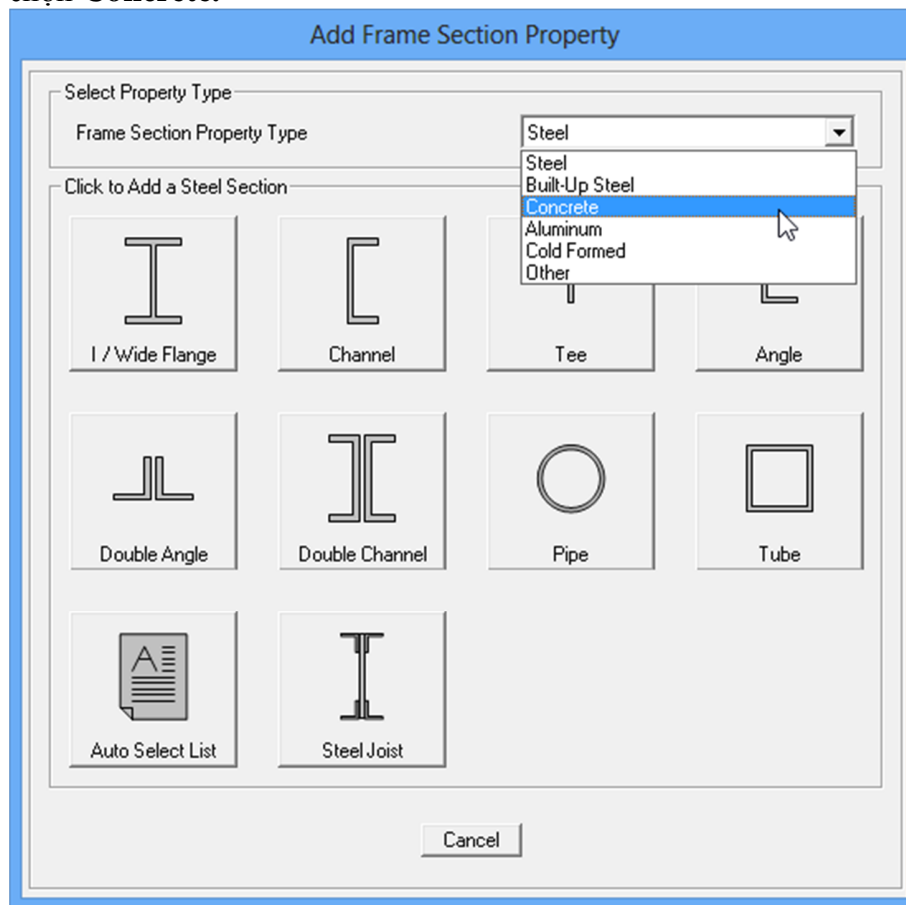
Để thuận tiện cho việc theo dõi, ta thường đặt tên cho các tiết diện của dầm bằng chữ đầu là D, tiết diện cột bắt đầu C. Như vậy hệ có 8 loại tiết diện (cột có 4 loại tiết diện, dầm có 4 loại tiết diện)

- Dầm : D30x40, D30x70, D30x90, D30x90.
- Cột : C30x60, C30x50, C30x40, C30x35.

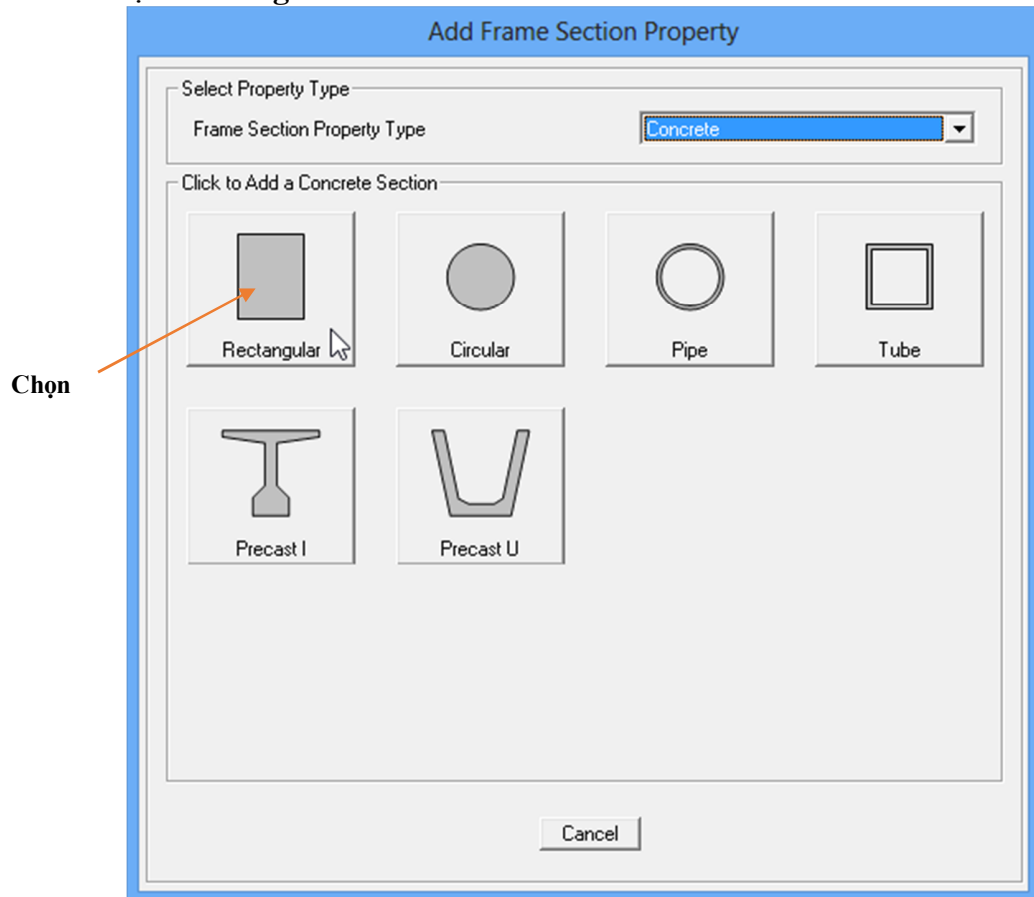
Để khai báo các loại tiết diện trong hệ : vào menu **Define** → **Sections Properties** → **Frame Sections...**



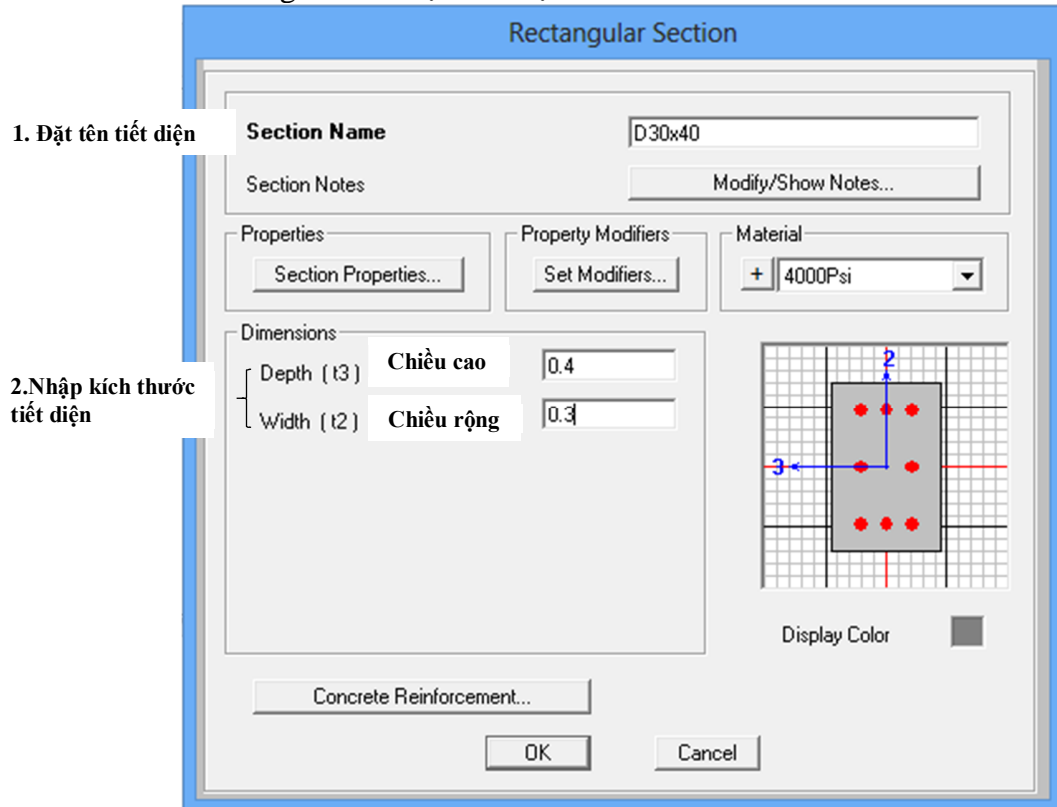
Xuất hiện hộp thoại tiếp theo: Muốn chọn tiết diện CN bấm vào menu trái xuống chọn **Concrete**.



Sau đó chọn **Rectangular**



Khai báo các thông số của loại tiết diện:



+ Loại tiết diện hình chữ nhật 0,3 x 0,4 m sẽ có các thông số :

\* Tên :D30x40

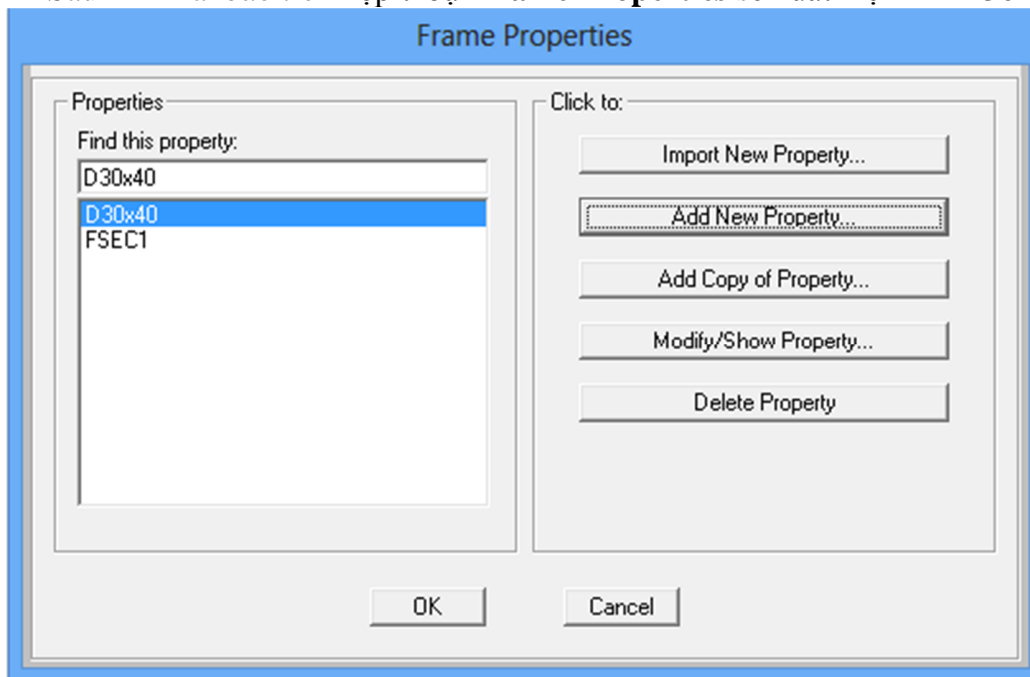
\* Vật liệu : 4000Psi

\* Chiều cao : 0,4

\* Chiều rộng : 0,3

Bấm **OK** để chấp nhận các loại tiết diện vừa khai báo mới.

Sau khi khai báo trên hộp thoại **Frame Properties** sẽ xuất hiện TD D30x40



+ Loại tiết diện dầm hình chữ nhật 0,3 x 0,7 m sẽ có các thông số :

- \* Tên :D30x70
- \* Vật liệu : 4000Psi
- \* Chiều cao : 0,7
- \* Chiều rộng : 0,3

+ Loại tiết diện dầm hình chữ nhật 0,3 x 0,8 m sẽ có các thông số :

- \* Tên :D30x80
- \* Vật liệu : 4000Psi
- \* Chiều cao : 0,8
- \* Chiều rộng : 0,3

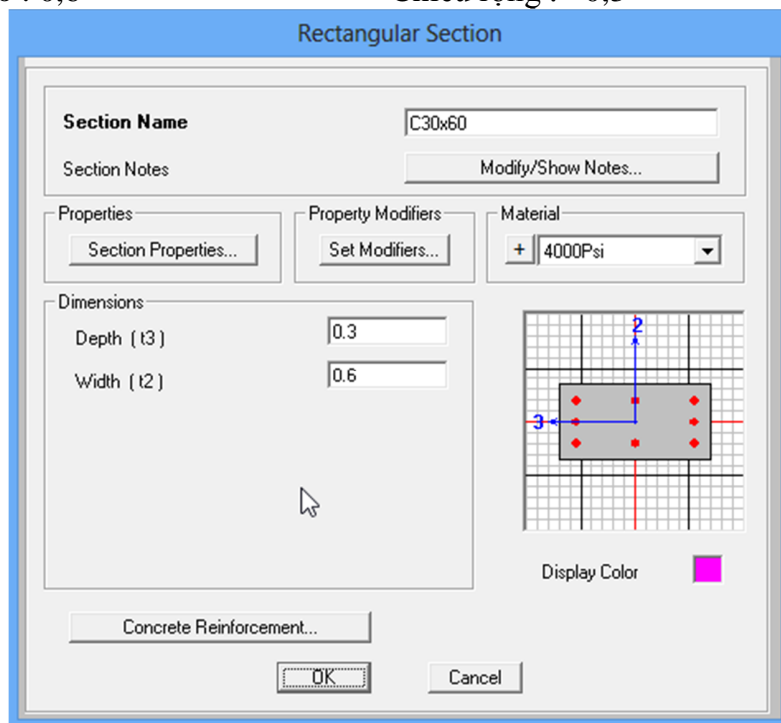
+ Loại tiết diện dầm hình chữ nhật 0,3 x 0,9 m sẽ có các thông số :

- \* Tên:D30x90
- \* Vật liệu : 4000Psi
- \* Chiều cao: 0,9
- \* Chiều rộng : 0,3

- Khai báo thông số cho tiết diện cột chữ nhật :

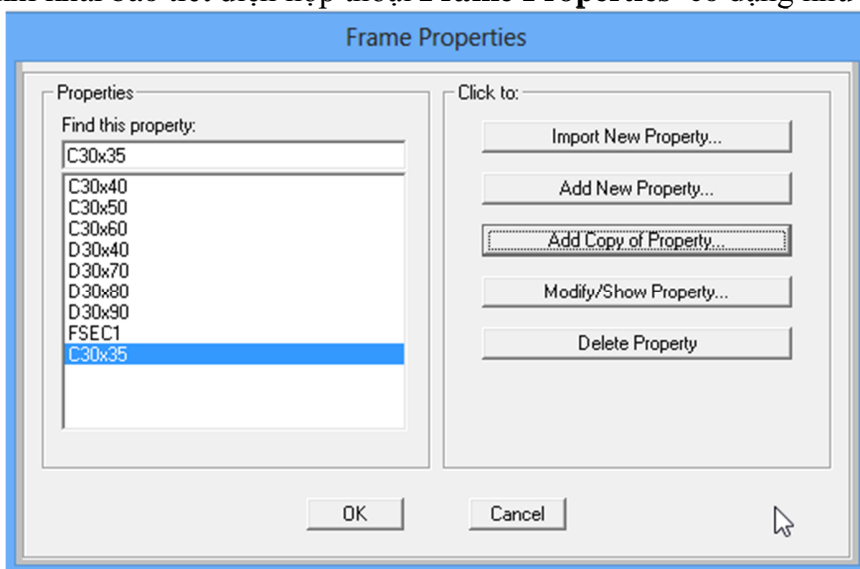
+ Loại tiết diện cột hình chữ nhật 0,3 x 0,6 m sẽ có các thông số :

- \* Tên :C30x60
- \* Vật liệu : 4000Psi
- \* Chiều cao : 0,6
- \* Chiều rộng : 0,3



- + Loại tiết diện cột hình chữ nhật 0,3 x 0,5 m sẽ có các thông số :
  - \* Tên :C30x50
  - \* Chiều cao : 0,5
  - \* Vật liệu : 4000Psi
  - \* Chiều rộng : 0,3
- + Loại tiết diện cột hình chữ nhật 0,3 x 0,4 m sẽ có các thông số :
  - \* Tên:D30x40
  - \* Chiều cao: 0,4
  - \* Vật liệu : 4000Psi
  - \* Chiều rộng : 0,3
- + Loại tiết diện cột hình chữ nhật 0,3 x 0,35 m sẽ có các thông số :
  - \* Tên:D30x35
  - \* Chiều cao: 0,35
  - \* Vật liệu : 4000Psi
  - \* Chiều rộng : 0,3

Sau khi khai báo tiết diện hộp thoại **Frame Properties** có dạng như sau :

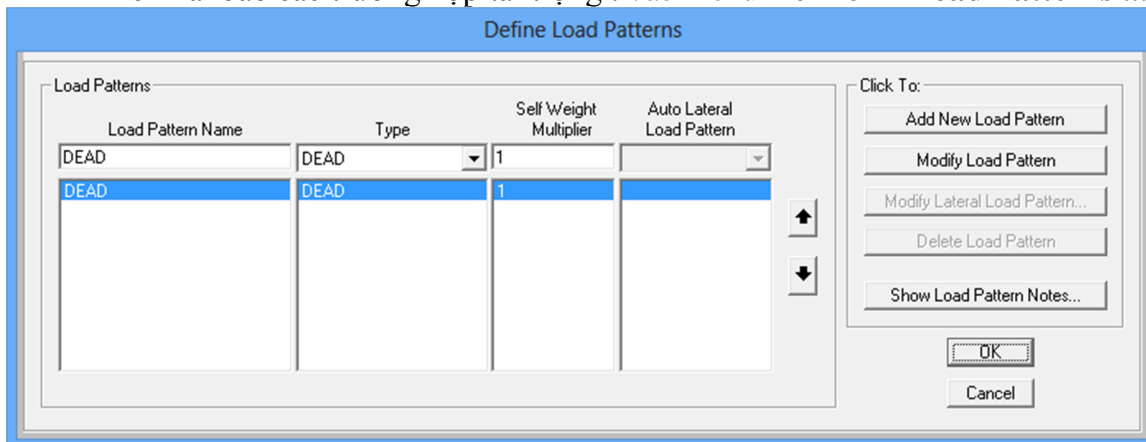


Bấm **OK** để trở về màn hình chính.

*Khai báo các trường hợp tải trọng* : Theo bài có 5 trường hợp tải.

Như đã trình bày, tải trọng của phần Tĩnh tải đã tính đến trọng lượng bản thân của hệ, nên ở đây ta không khai báo trọng lượng bản thân của hệ nữa.

Để khai báo các trường hợp tải trọng : vào menu **Define → Load Patterns ...**



+ Đối với trường hợp Tĩnh tải :

- \* Tên : TT
  - \* Loại : DEAD
  - \* Hệ số TLBT : 0
- Sau khi sửa giá trị → chọn Modify Load

+ Đối với trường hợp Hoạt tải 1,2 :

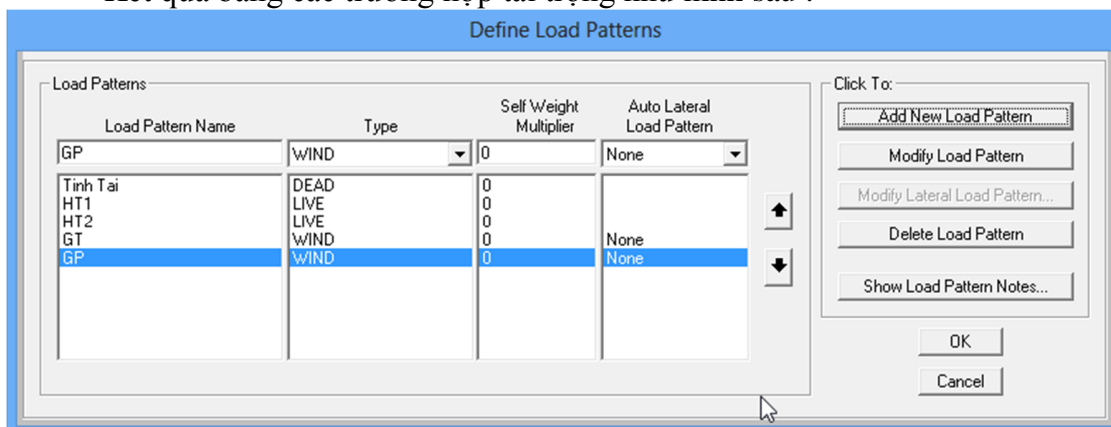
- \* Tên : HT1 và HT2
  - \* Loại : LIVE
  - \* Hệ số TLBT : 0
- Sau khi sửa giá trị → chọn Add New Load.

- \* Tên : GT và GP
  - \* Loại : WIND
  - \* Hệ số TLBT : 0
- Sau khi sửa giá trị → chọn Add New Load.

Chọn **OK** để chấp nhận.

Ở đây cần lưu ý do tính tải của dầm đã được kê đến TLBT nên khi khai báo chúng ta phải để hệ số **Self Weight Multiplier** = 0. Khi tải trọng không kê đến TLBT của dầm khi đó hệ số này sẽ khác 0.

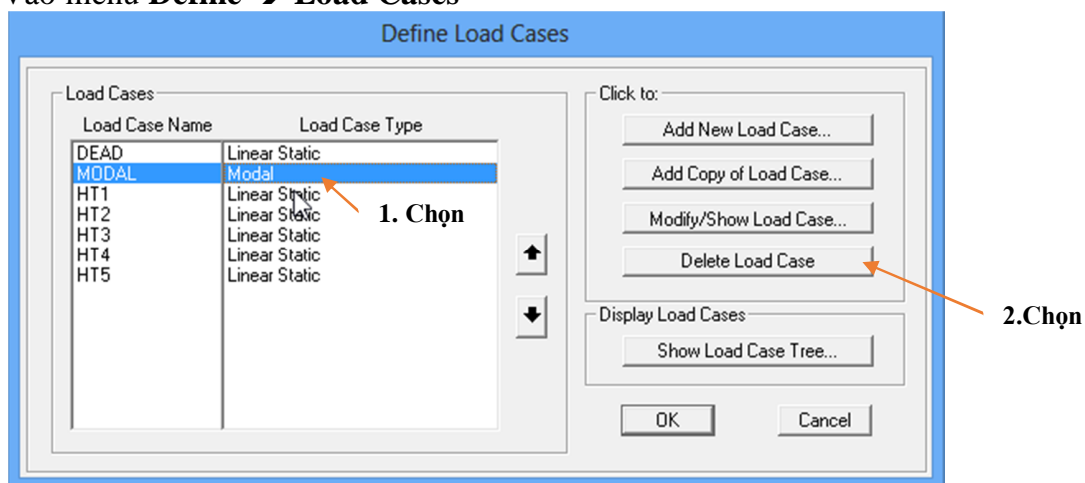
Kết quả bảng các trường hợp tải trọng như hình sau :



- Khai báo các trường hợp phân tích :

Bài toán bình thường nếu không xét dao động thì mỗi trường hợp phân tích sẽ tương ứng với một trường hợp tải trọng và nên xoá trường hợp phân tích động (MODAL) để khi tính toán được nhanh hơn.

Vào menu **Define** → **Load Cases**



- Khai báo tổ hợp tải trọng (tổ hợp nội lực) :

+ Trong khung theo TCVN có 2 loại tổ hợp nội lực đó là: Tổ hợp cơ bản và Tổ hợp đặc biệt. Ở đây chúng ta chỉ xét đến tổ hợp cơ bản:

- Tổ hợp cơ bản 1: Gồm tĩnh tải và 1 loại hoạt tải nguy hiểm nhất.
- Tổ hợp cơ bản 2 : Gồm tĩnh tải và từ 2 loại hoạt tải trở lên \* hệ số giảm tải = 0,9.

Chú ý: Trường hợp Hoạt tải 1 và Hoạt tải 2 là cùng 1 loại, do đó nếu tổ hợp gồm cả Hoạt tải 1 và Hoạt tải 2 thì cũng xem như là 1 loại . Gió trái và gió phải không cùng nằm trong 1 tổ hợp.

Trong Sap2000 có 4 loại tổ hợp :

- (1) Loại ADD : Cộng đại số .
- (2) Loại ENVE : Lấy giá trị bao.
- (3) Loại ABS : Cộng theo giá trị tuyệt đối.
- (4) Loại SRSS : Lấy căn bậc hai của tổng các bình phương.

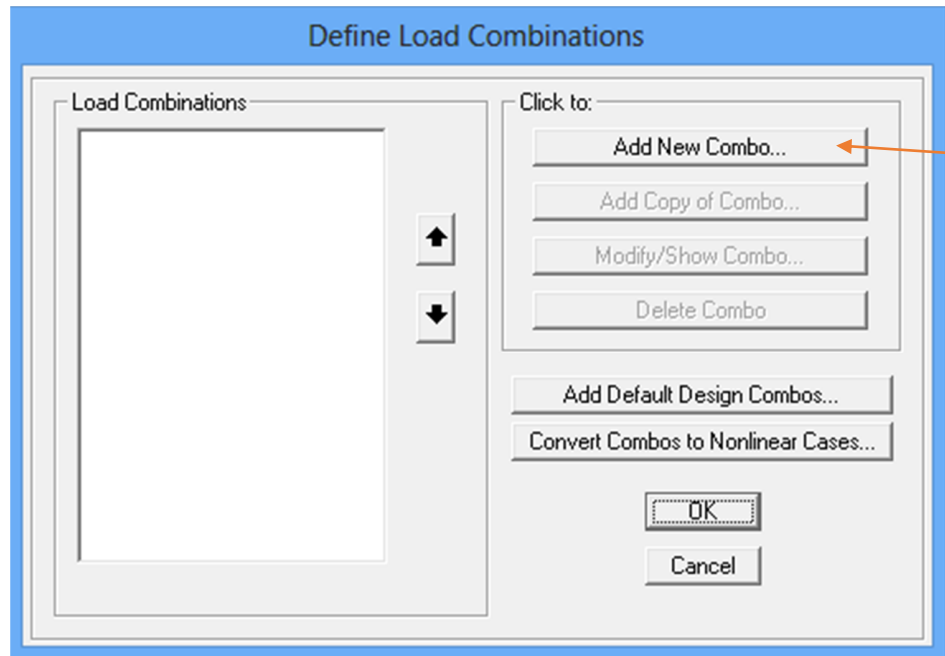
Thường sử dụng 2 loại tổ hợp (1) và (2).

Trong khung ta sẽ liệt kê các tổ hợp nội lực có thể có như sau:

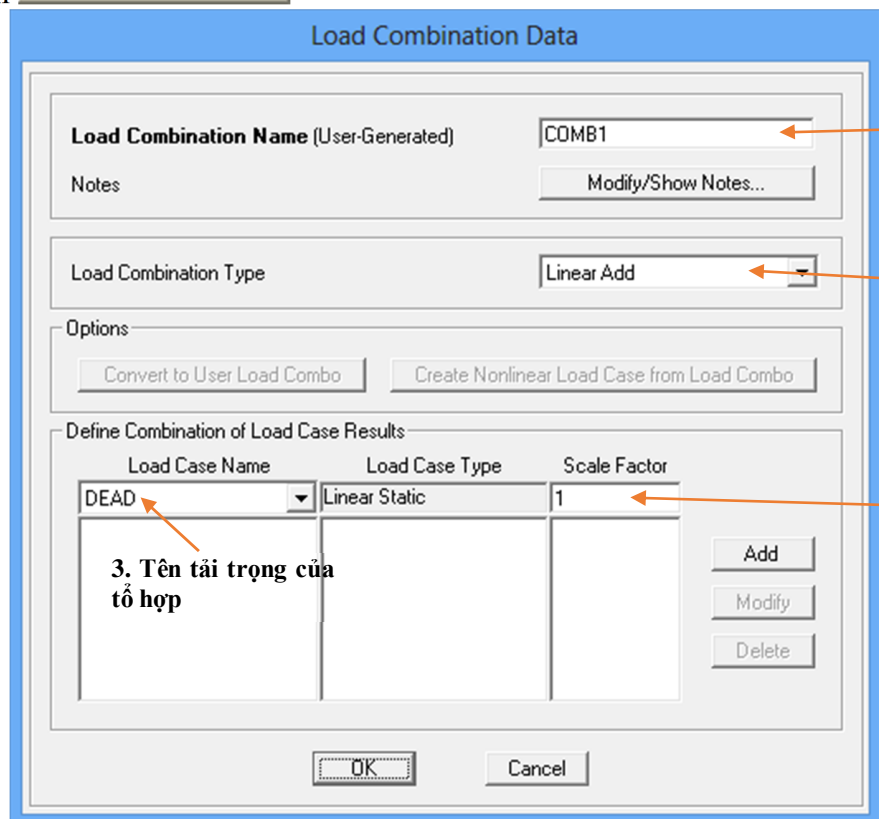
Tổ hợp cơ bản 1  
 TH1=ADD (TT;HT1)  
 TH2=ADD (TT;HT2)  
 TH3=ADD (TT;HT1;HT2)  
 TH4=ADD (TT;GT)  
 TH5=ADD (TT;GP)

Tổ hợp cơ bản 2  
 TH6=ADD (TT;HT1\*0,9;GT\*0,9)  
 TH7=ADD (TT;HT1\*0,9;GP\*0,9)  
 TH8=ADD(TT;HT2\*0,9;GT\*0,9)  
 TH9=ADD(TT;HT2\*0,9;GP\*0,9)  
 TH10=ADD(TT;HT1\*0,9;HT2\*0,9;GT\*0,9)  
 TH11=ADD(TT;HT1\*0,9;HT2\*0,9;GP\*0,9)

Để khai báo các tổ hợp tải trọng : vào menu **Define** → **Load Combinations ...**



Chọn **Add New Combo**

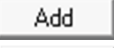


Để khai báo tổ hợp TH1 là tổ hợp kiểu ADD của TT và HT1 :

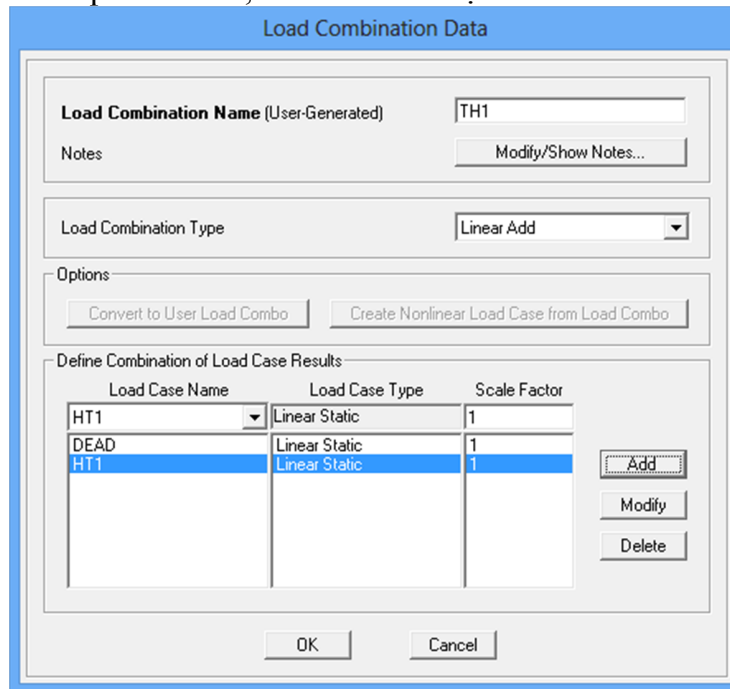
\* Đặt tên tổ hợp : TH1;




\* Chọn kiểu tổ hợp : Linear Add;

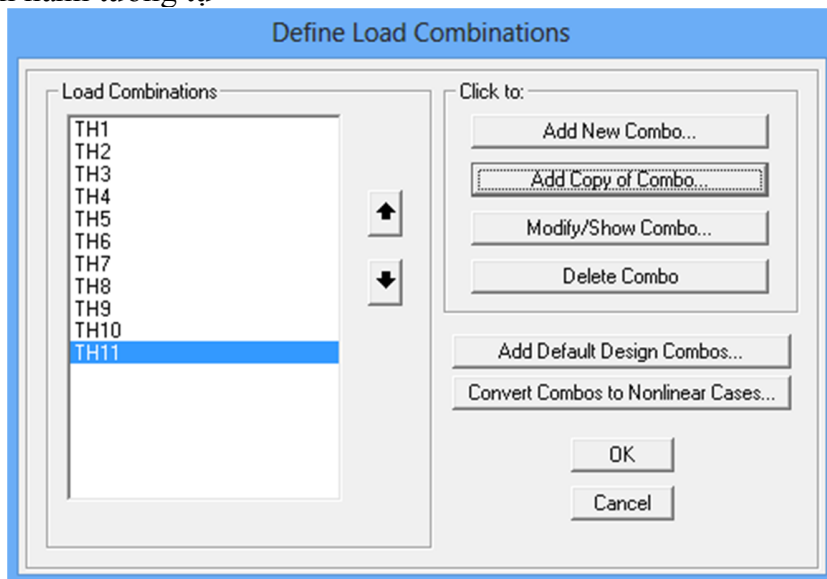
\* Chọn thành phần : TT (hoặc DEAD); Hệ số nhân : 1 → bấm nút 

\* Chọn thành phần : HT1; Hệ số nhân : 1 → bấm nút 



Chọn  để chấp nhận


Tiếp tục chọn  để thêm vào các tổ hợp TH2, TH3... TH11, cách tiến hành tương tự

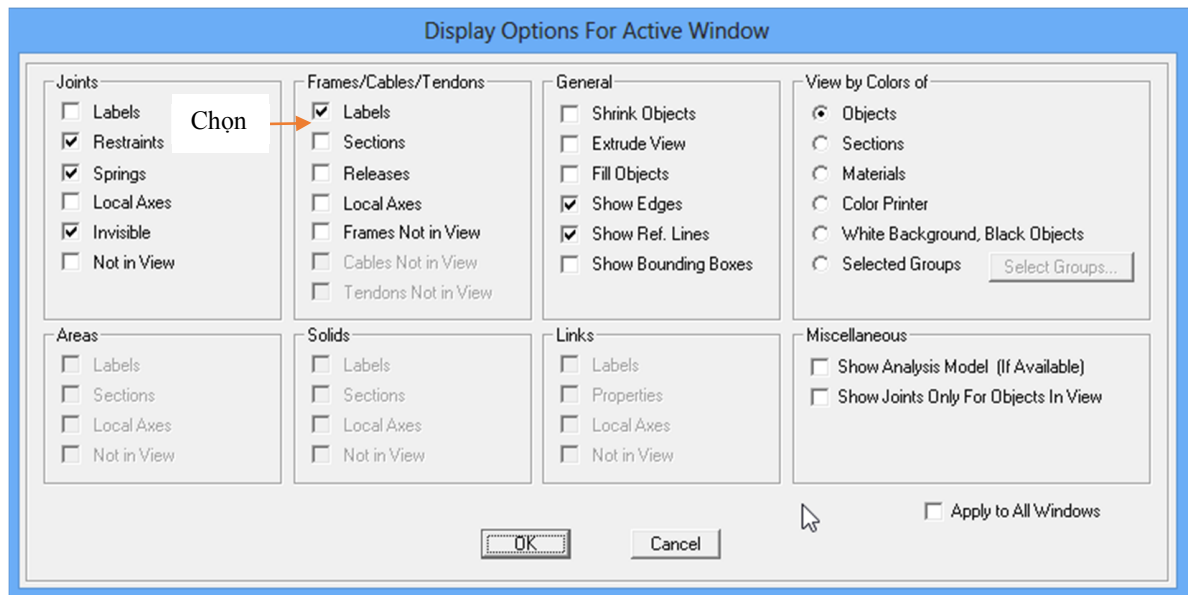


Chọn  để chấp nhận.

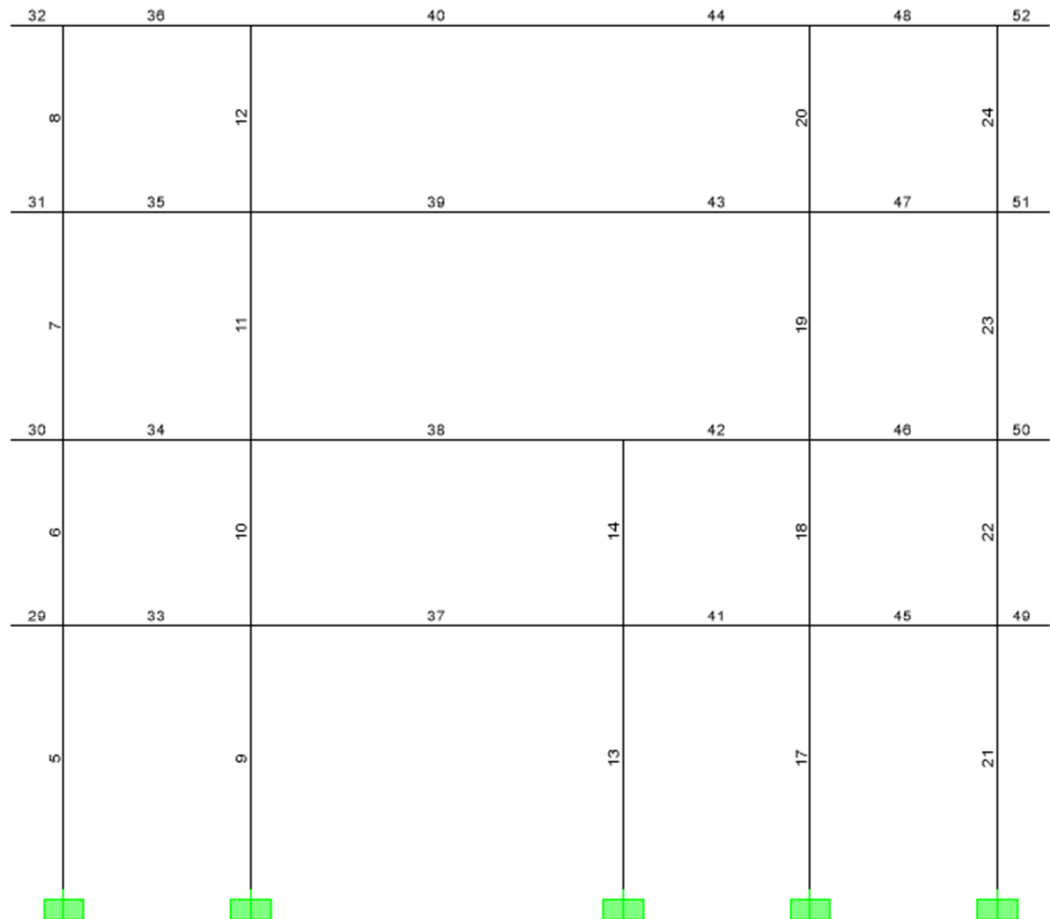
- Thay đổi tên các thanh trong hệ : (nếu cần để dễ quản lý các thanh)

Sau khi xóa các thanh trong hệ, các thanh còn lại có số thứ tự không liên tục và không theo nguyên tắc nên ta cần đặt lại tên cho các thanh

Để xem tên các thanh: Chọn biểu tượng  , chọn **Labels** trong phần **Frame** → **OK**.



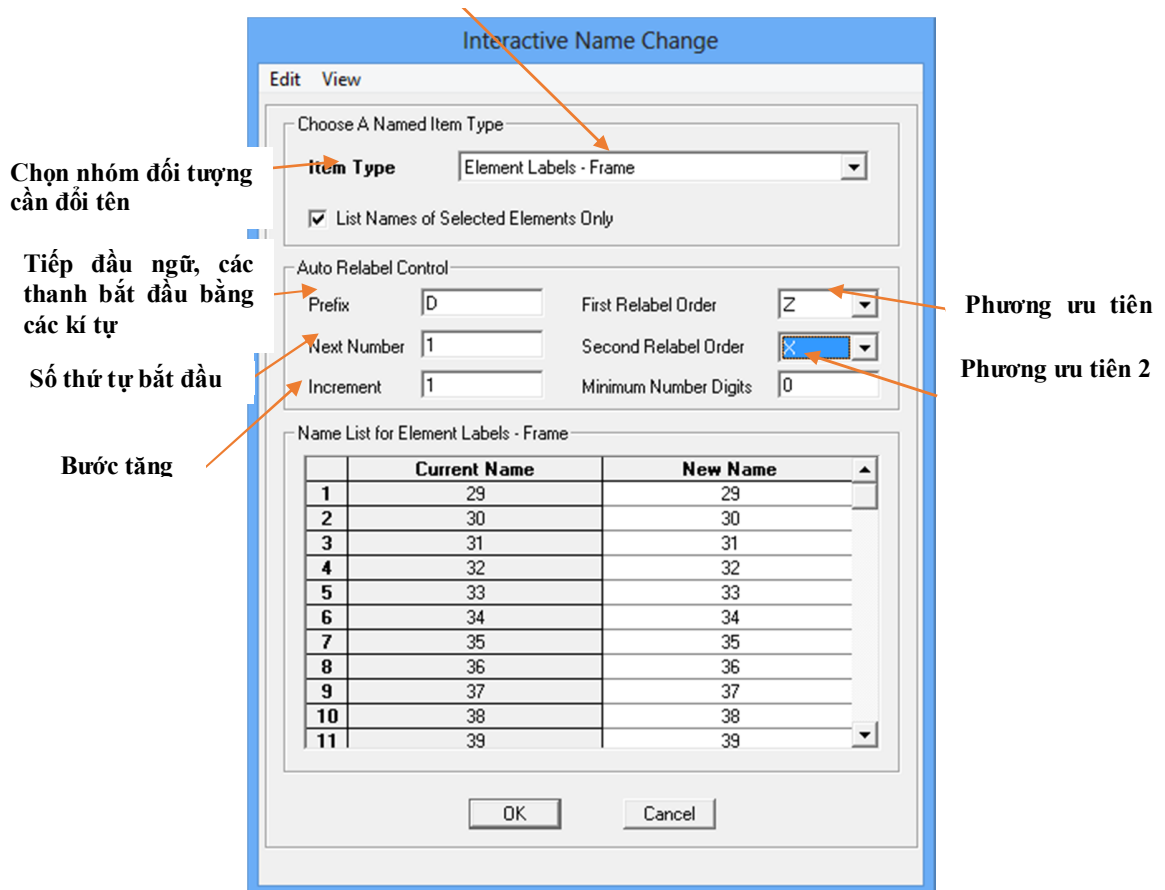
Sơ đồ hệ khung trên màn hình sẽ thể hiện tên các thanh.



Để thuận tiện cho việc xử lý số liệu sau này chúng ta sẽ nối các thanh 39 – 43 và 40-44 thành 1 thanh duy nhất bằng cách chọn các thanh trên vào menu **Edit→Edit Lines→Join Frame**.

Để thay đổi tên các dầm, chọn tất cả các thanh ngang, vào menu **Edit→Change Labels...** Cửa sổ **Interactive Name Change** hiện ra

Chọn **Item Type** là **Element Labels - Frame**



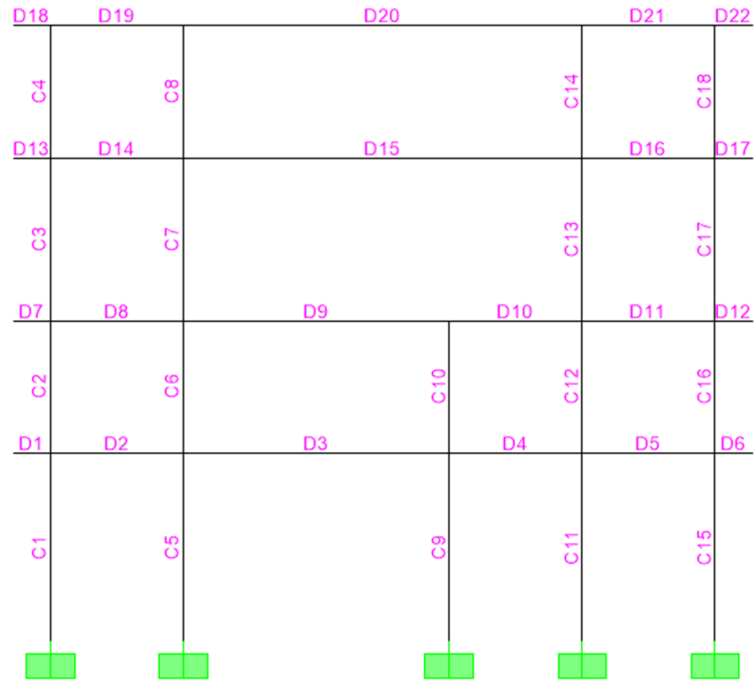
Vào menu **Edit** → **Auto Relabel** → **All in list** để thực hiện lệnh.

Trong hệ ta sẽ thay đổi các thanh theo qui luật sau:

+ Thanh ngang(dầm) bắt đầu bằng chữ D tiếp theo là một con số, dầm ở trên phải có số lớn hơn dầm phía dưới, 2 dầm cùng tầng thì dầm bên phải có số lớn hơn dầm bên trái.

+ Thanh đứng(cột) bắt đầu bằng chữ C tiếp theo là một con số, cột ở bên phải có số lớn hơn cột bên trái, 2 cột cùng trục thì cột phía trên có số lớn hơn cột phía dưới.

Các thanh trong hệ sẽ có tên thể hiện qua hình sau:



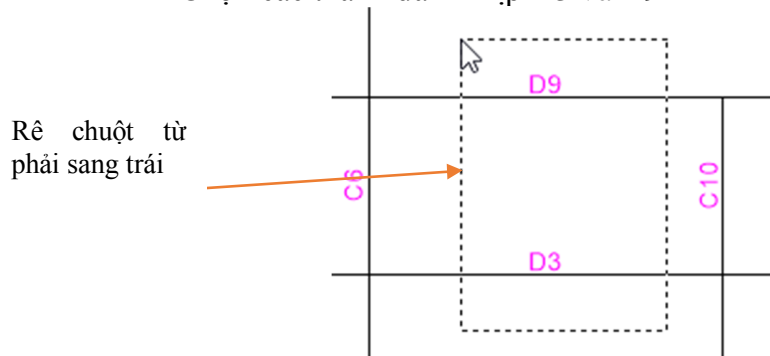
### 3. Gán các đặc trưng cho các phần tử trong hệ :


Nguyên tắc chung: cần chọn đối tượng trước rồi mới thực hiện lệnh gán.

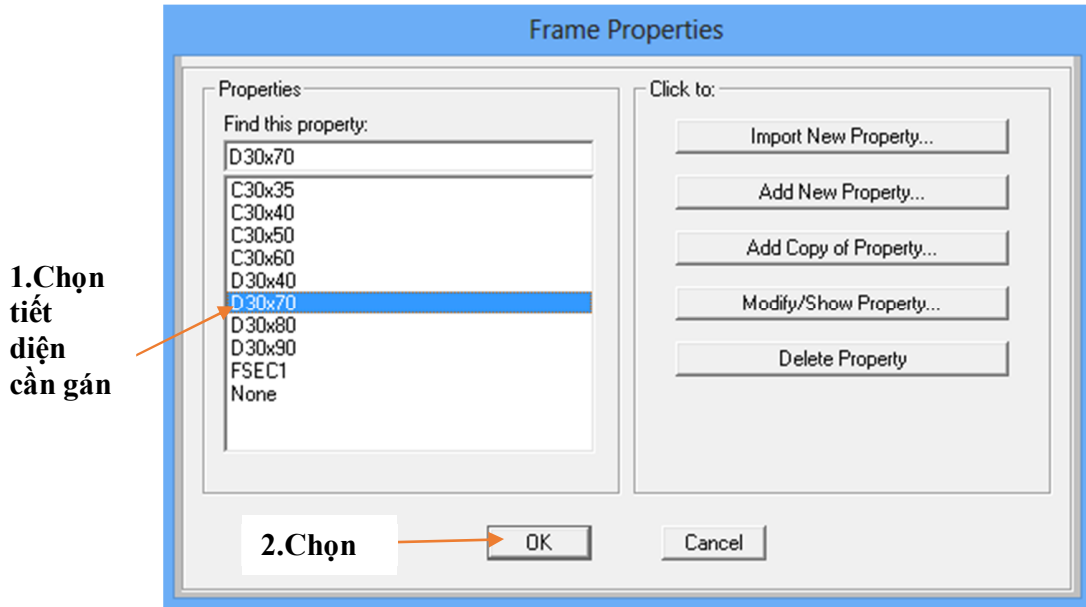
Chọn các đối tượng bằng cách bấm chuột trực tiếp vào đối tượng hoặc rê chuột bao quanh đối tượng đó.

Gán tiết diện cho các thanh trong hệ :

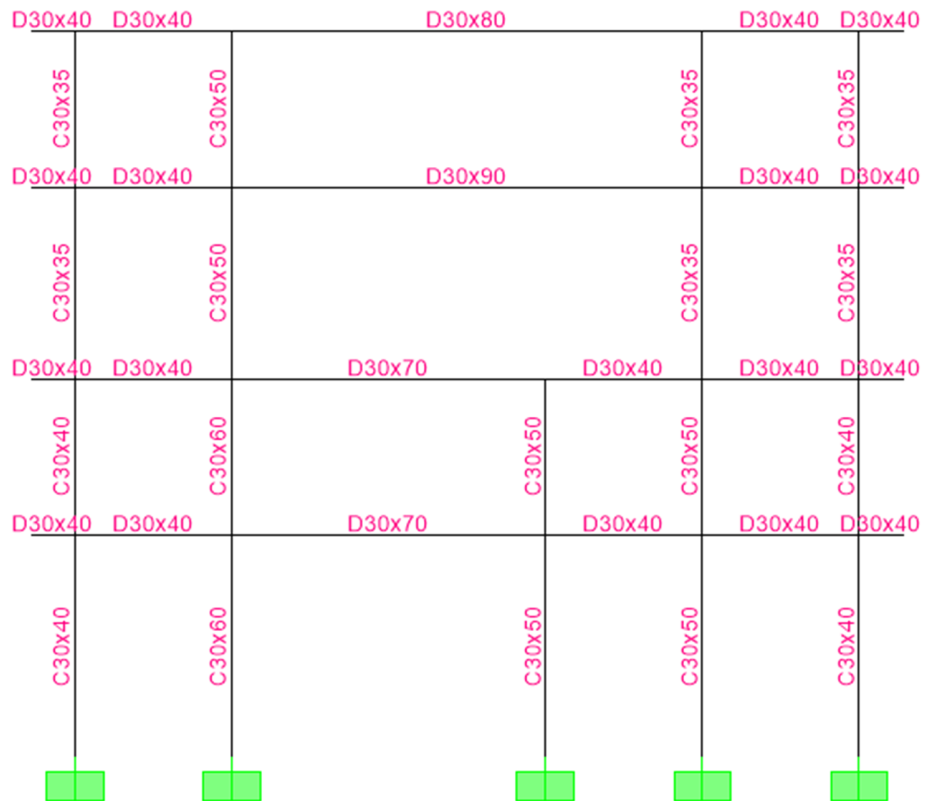
\* Chọn các thanh dầm nhịp D3 và D9



\* Thực hiện lệnh gán vào menu **Assign**→**Frame**→**Frame Sections...** hoặc bấm vào biểu tượng  tương



Tương tự với các thanh khác

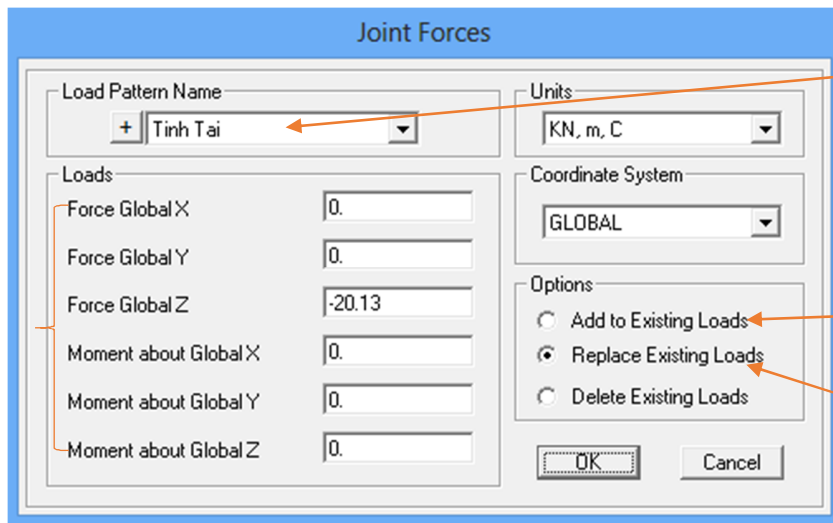


#### 4. Gán tải trọng cho các phần tử trong hệ :(Đối với tĩnh tải)

a. Tải trọng tập trung tại nút:

Chọn nút vào menu **Assign** → **Joint Loads** → **Force...** hoặc bấm vào biểu tượng





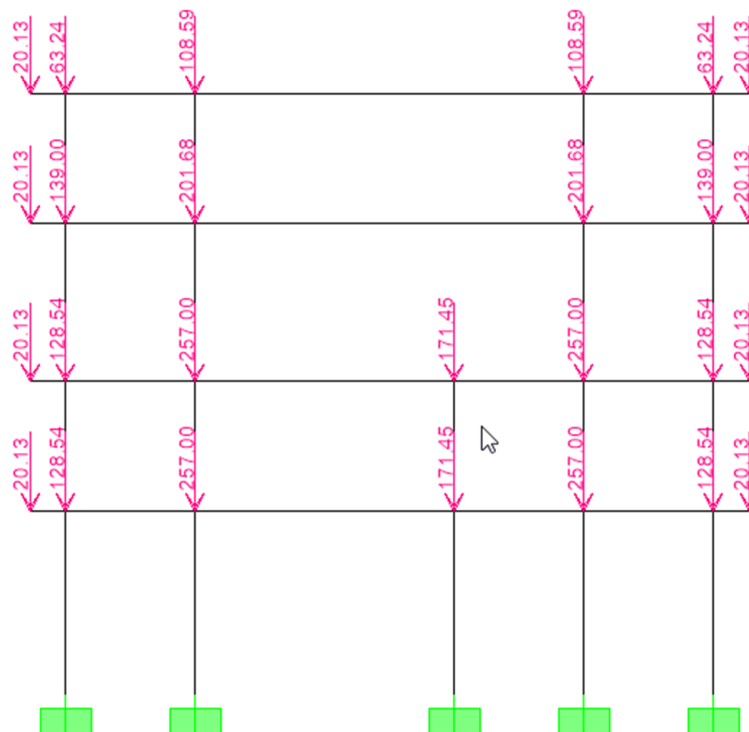
Khai báo lực và momen theo phương XYZ (momen xác định theo chiều vận nút chại)

Chọn trường hợp tải cần gán

Thêm tải trọng vào tải trọng đã có

Thay tải trọng đã có bằng tải trọng khác

Sơ đồ tải trọng tập trung tại nút có dạng như hình vẽ sau:



b. Tải trọng tập trung trên thanh

Chọn thanh, vào menu **Assign** → **Frame Loads** → **Point ...** hoặc bấm vào biểu tượng 

**Chon TH tải trọng cần gán**

**Khai báo phương của lực**

**Khai báo giá trị và khoảng cách các lực tập trung**

Có 2 cách khai báo:  
 - Relative: Tương đối  
 - Absolute: Tuyệt đối

Sơ đồ tải trọng tập trung tại thanh có dạng như hình vẽ:



c. Tải trọng phân bố trên thanh đều :

Chọn các đoạn thanh, vào menu **Assign** → **Frame Loads** → **Distributed ...** hoặc bấm vào biểu tượng

**Chọn trường hợp tải trọng cần gán**

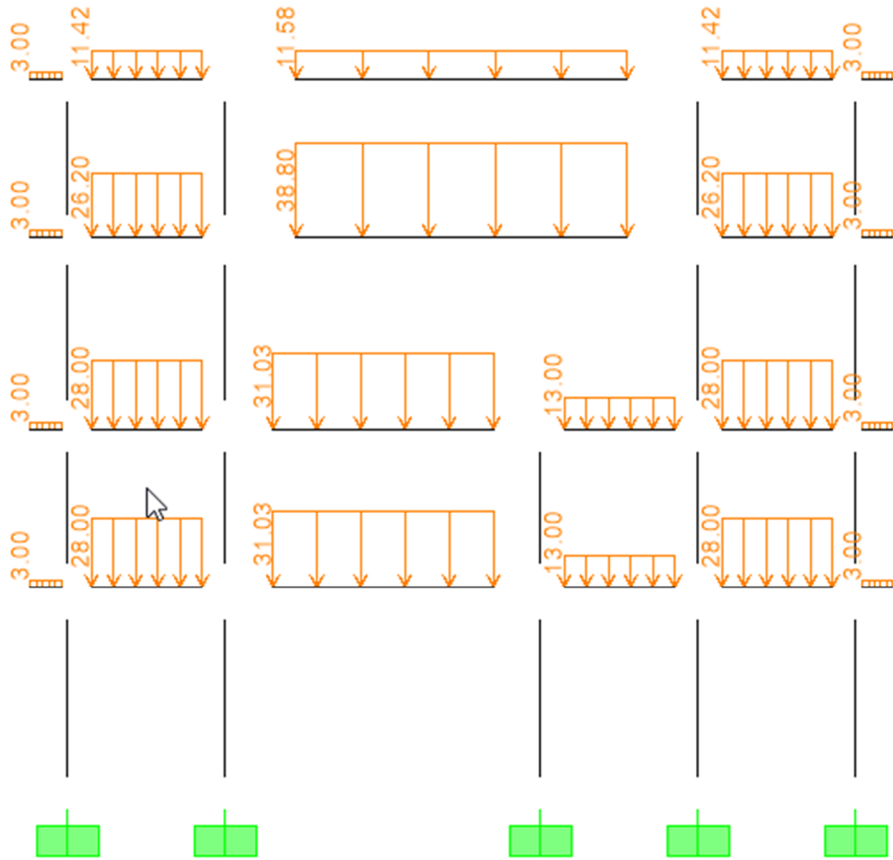
**Khai báo phương của lực**

**Khai báo chiều của lực**

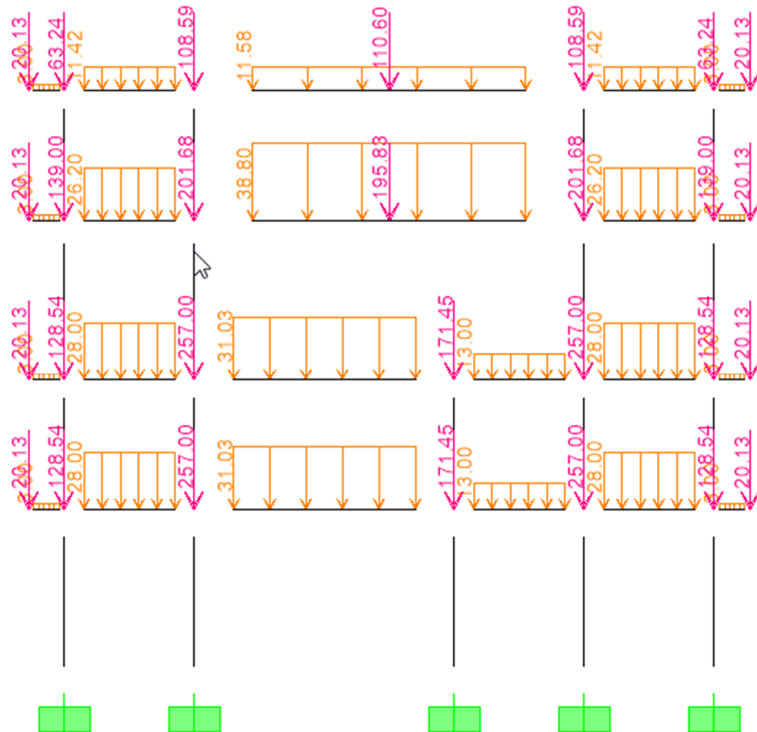
**Khai báo tải trọng phân bố không đều**

**Khai báo tải trọng phân bố đều**

Tương tự cho các đoạn thanh còn lại, nhập giá trị tải trọng tương ứng. Ta có sơ đồ tải trọng phân bố đều của tĩnh tải như sau:



Lưu ý : Trên màn hình chỉ hiển thị 1 loại tải trọng, nên sau khi khai báo tải trọng phân bố thì trên màn hình sẽ hiển thị tải trọng phân bố, sẽ không thấy các lực tập trung. Nếu muốn xem đầy đủ thì vào menu **Display**→**Show Load Assign**→**Frame/Cable/Tendon...**

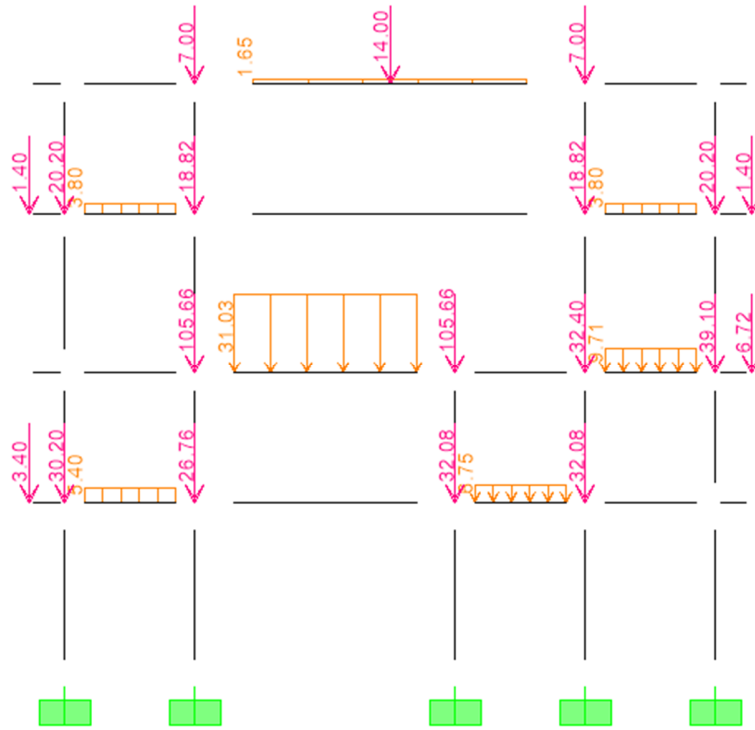


\* Hoạt tải 1 và Hoạt tải 2:

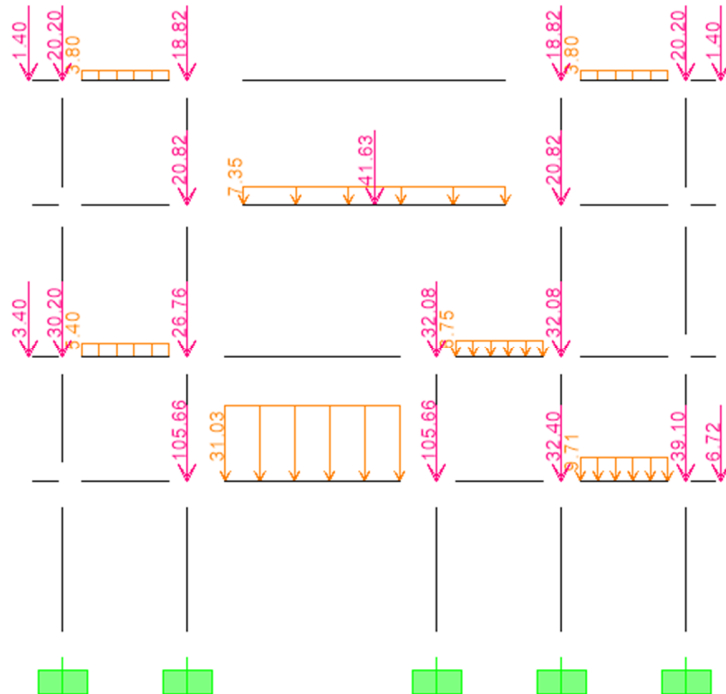
Khai báo tương tự như trường hợp Tĩnh Tải nhưng chú ý mỗi khi khai báo sang trường hợp hoạt tải mới cần thay đổi **Load Pattern Name**.



+ Hoạt tải 1:



+ Hoạt tải 2:



\*Gió trái và gió phải:

Khai báo tương tự như trường hợp Tĩnh Tải nhưng chú ý mỗi khi khai báo sang trường hợp hoạt tải mới cần thay đổi **Load Pattern Name** và khai báo phương của lực là X.

Riêng tải trọng gió phân bố tác dụng lên cột ở tầng 1, dù là tải trọng phân bố đều nhưng không tác dụng lên toàn bộ cột nên tải trọng này thuộc dạng tải trọng phân bố 4 điểm.

### Frame Distributed Loads

Load Pattern Name

+ GT

Units

KN, m, C

Load Type and Direction

Forces  Moments

Coord Sys GLOBAL

Direction X

Options

Add to Existing Loads

Replace Existing Loads

Delete Existing Loads

Trapezoidal Loads

	1.	2.	3.	4.
Distance	0.	1.5	1.5	5.1
Load	0.	0.	6.9	6.9

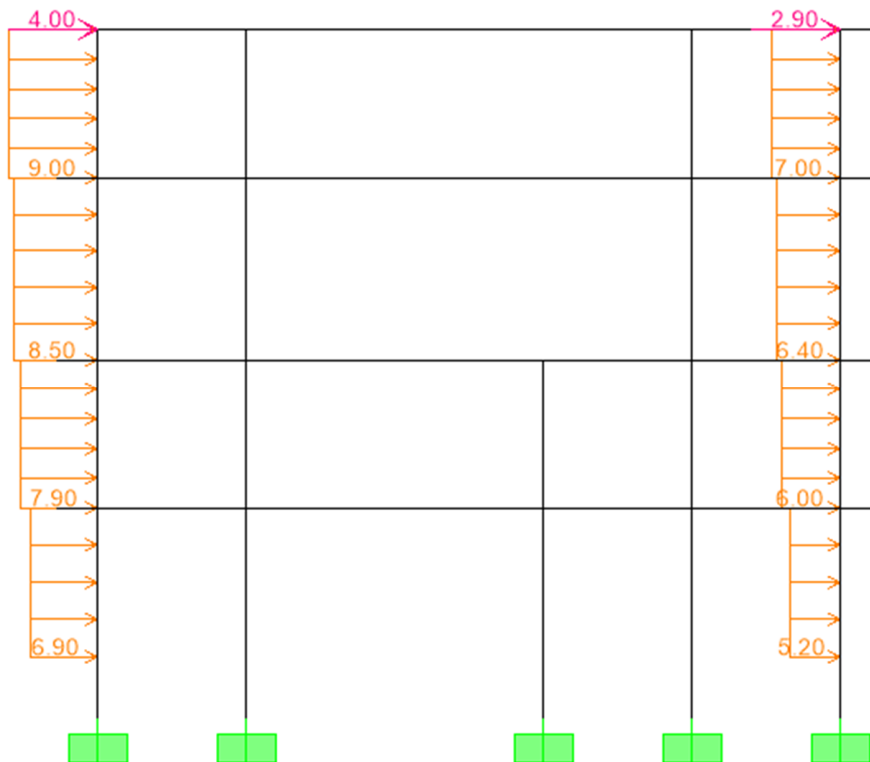
Relative Distance from End-I  Absolute Distance from End-I

Uniform Load

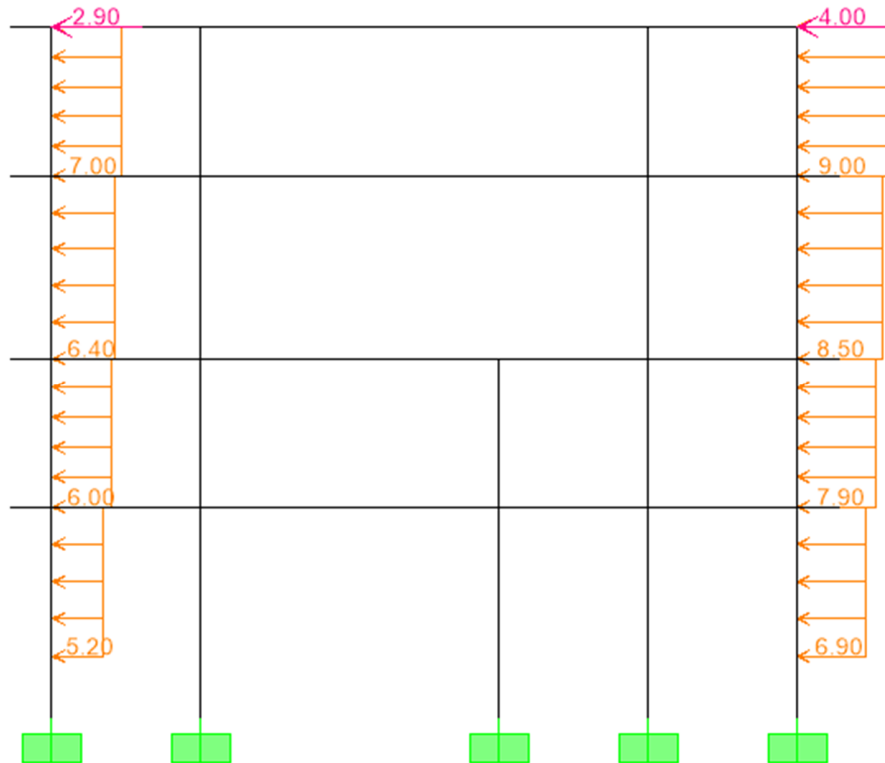
Load 0.

OK Cancel

+ Gió trái:



+Gió phải:

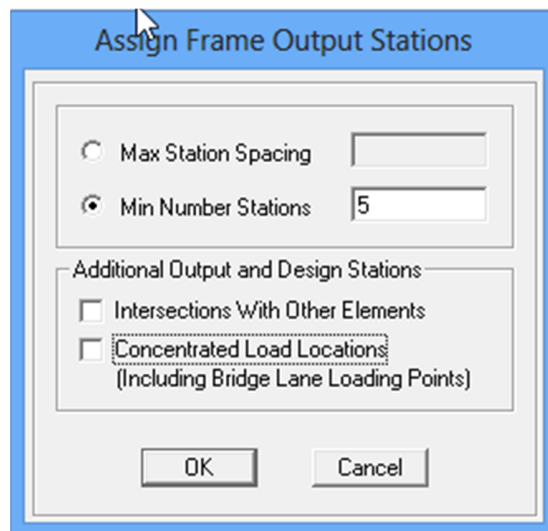


### 5. Gán số lượng tiết diện xuất kết quả:

Nếu số tiết diện nhiều biểu đồ sẽ mịn và chính xác hơn, nhưng kết quả sẽ nhiều và khó theo dõi. Nếu số tiết diện ít, biểu đồ sẽ không chính xác và có dạng gãy khúc thay vì đường cong, nhưng bảng kết quả sẽ dễ quản lý hơn.

Do vậy nếu để lấy kết quả là biểu đồ nội lực thì khai báo số tiết diện là một số khá lớn (khoảng 9-15 tiết diện mỗi thanh), nếu lấy kết quả là một bảng số liệu nội lực thì nên khai báo đối với dầm là 5 tiết diện, với cột là 2 tiết diện.

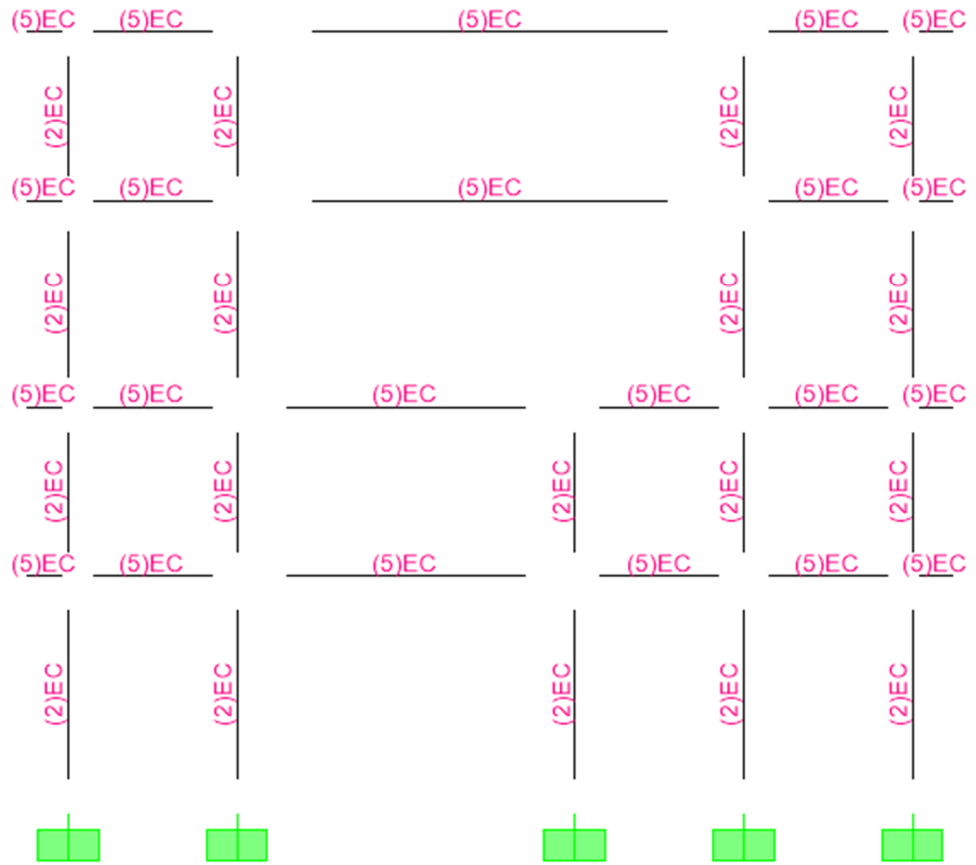
Chọn các thanh cần thay đổi số tiết diện xuất nội lực → **Assign** → **Frame** → **Output Station**, hoặc chọn  biểu tượng lệnh



← Nhập số lượng tiết diện xuất kết quả

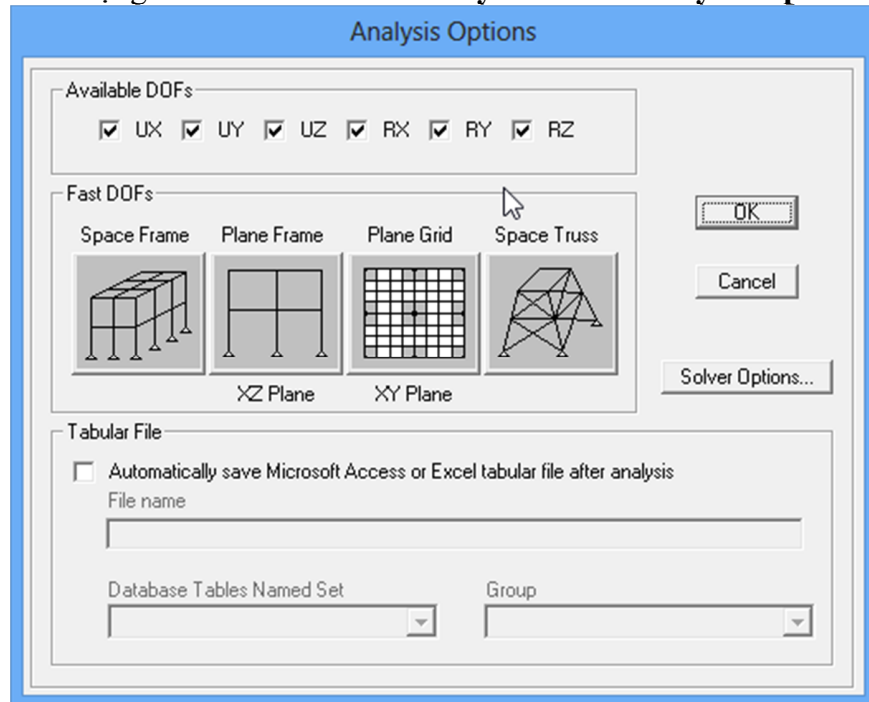
Hiển thị giá trị tải trọng

Hiển thị tải trọng tập trung cùng tải phân bố

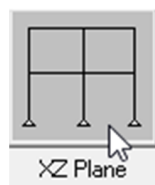


### 6. Chạy chương trình tính:

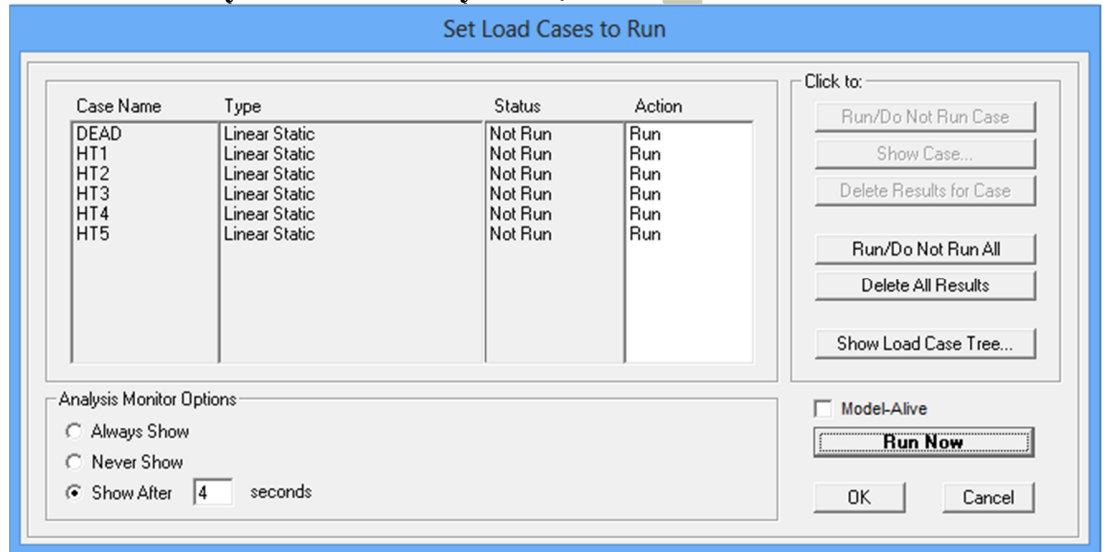
- Khai báo dạng kết cấu: vào menu **Analyze** → **Set Analysis Option...**



Hệ đã cho là hệ khung phẳng (kết cấu chịu uốn trong mặt phẳng XZ) nên ta chọn






Vào menu **Analyze** → **Run Analysis** hoặc bấm 



Chọn 

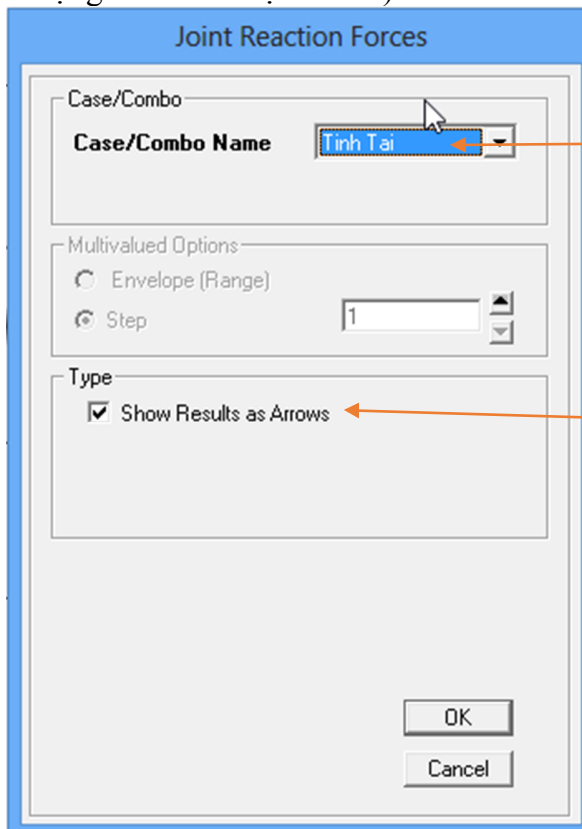
Trước khi chạy chương trình SAP2000 sẽ tự động lưu file số liệu, nên nếu trước đó chúng ta chưa lưu file thì SAP2000 sẽ tự động lưu và yêu cầu chúng ta nhập tên file (phần mở rộng có đuôi là.SDB)

Sau khi chạy chương trình tính thì Sap sẽ khoá số liệu (biểu tượng khoá trên màn hình sẽ đóng lại ) , nếu muốn sửa số liệu đã nhập thì phải mở khoá bằng cách bấm vào biểu tượng , lúc đó sẽ trở thành )

### 7. Xem kết quả nội lực, phản lực

Xem kết quả phản lực : vào menu **Display** → **Show Forces/Stresses** → **Joints ...**

(hoặc bấm vào biểu tượng  → chọn Joints)



Chọn trường hợp tải cần xem phản lực

Biểu diễn lực dưới dạng mũi tên. Bỏ chọn sẽ biểu diễn phản lực dưới dạng liệt kê giá trị

Xem phản lực theo dạng liệt kê giá trị

F1=0.38  
F3=659.26  
M2=0.57

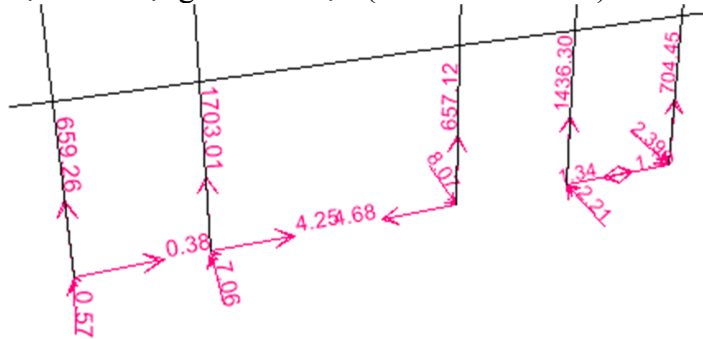
F1=4.25  
F3=1703.01  
M2=7.06

F1=-4.68  
F3=657.12  
M2=-8.07

F1=1.39  
F3=1436.30  
M2=2.21

F1=-1.34  
F3=704.45  
M2=-2.39

Xem phản lực theo dạng mũi tên lực (Show as Arrows)



Xem kết quả nội lực vào: **Display** → **Show Forces/Stresses** → **Frames/Cables**

...

**1. Chọn trường hợp tải cần xem nội lực**

**2. Chọn các trường hợp nội lực cần xem**

Lực dọc → Axial Force

Lực cắt Q → Shear 2-2

**3. Chọn tỷ lệ các tung độ**

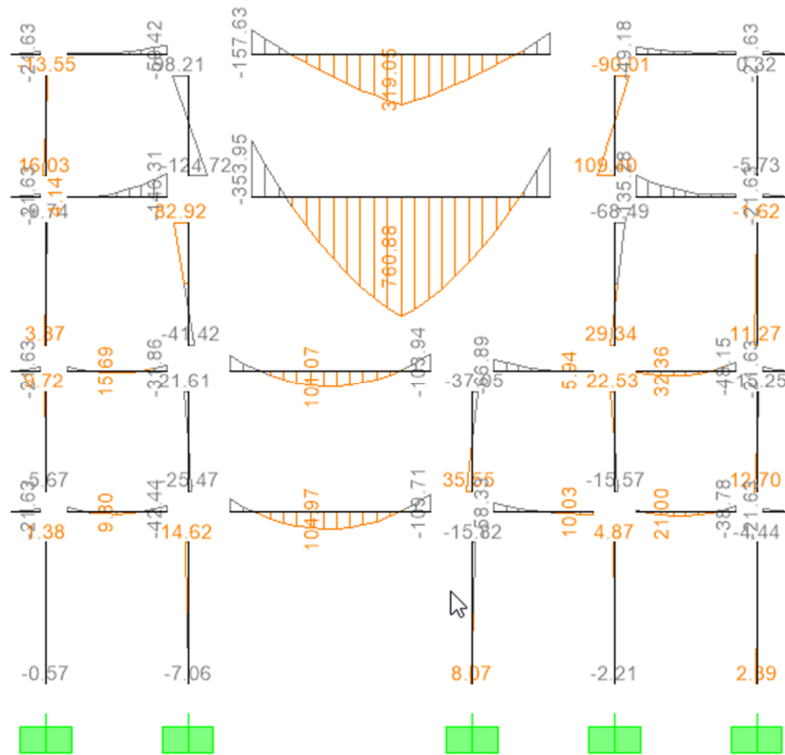
Tự động → Scale Factor

Nhập tỷ lệ → Scale Factor

**Momen M** → Moment 3-3

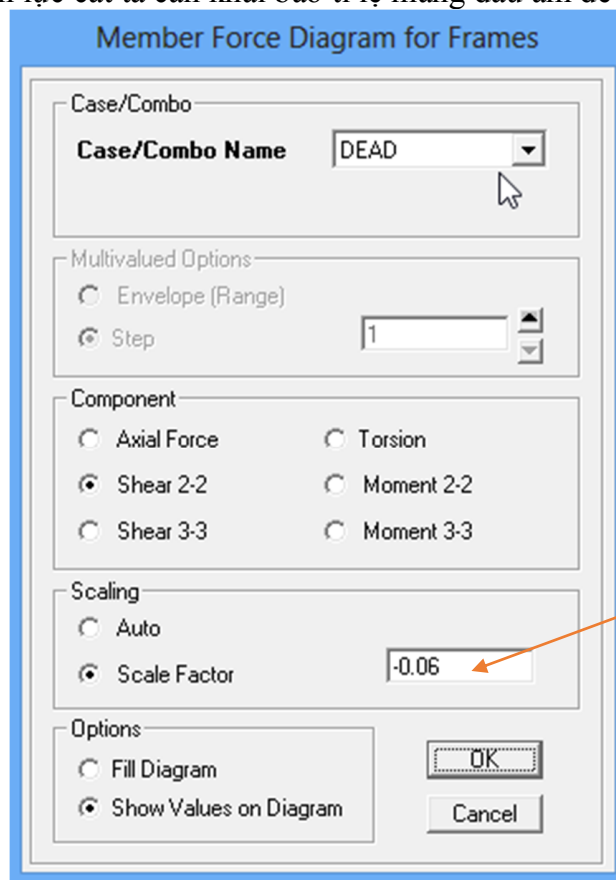
**Tô đen biểu đồ** → Fill Diagram

**Hiện thị giá trị tung độ** → Show Values on Diagram

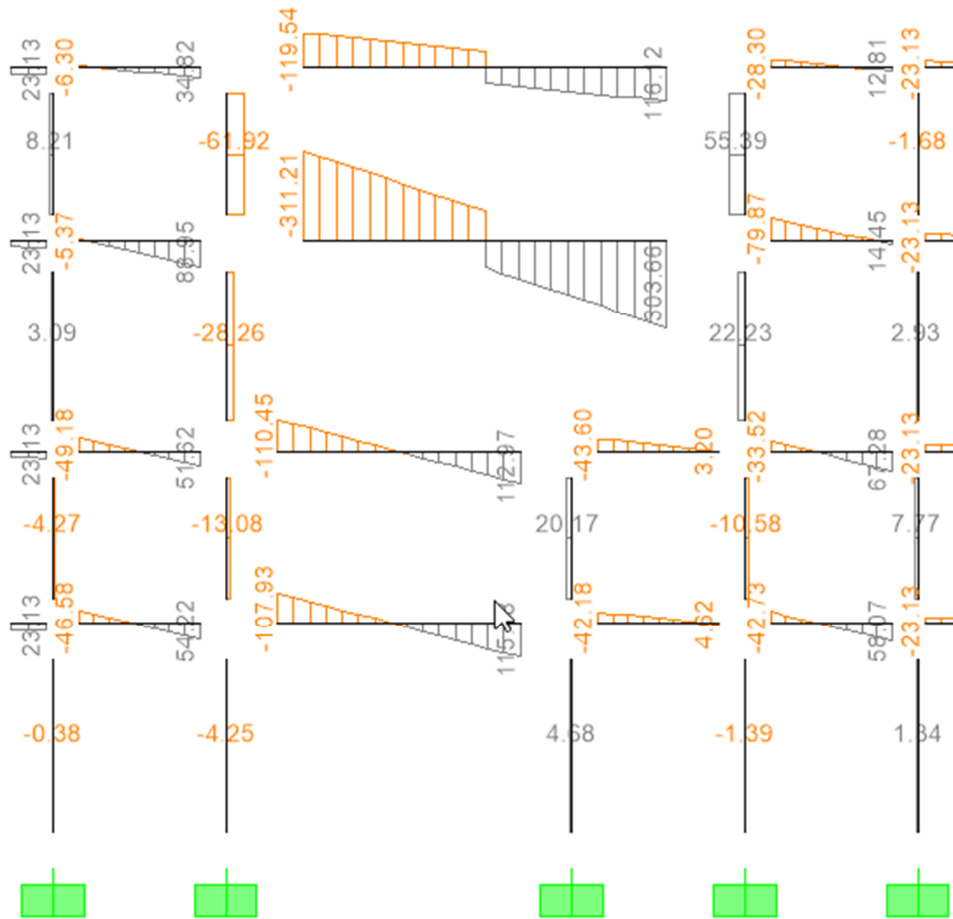


*Biểu đồ momen  $M_{3-3}$  của tĩnh tải*

Do SAP2000 qui định dấu của lực cắt ngược dấu với qui định của Việt Nam, nên khi xem biểu diễn lực cắt ta cần khai báo tỉ lệ mang dấu âm để đúng qui định.



Để có được biểu đồ theo đúng chiều Q, ta khai báo tung độ có dấu âm.

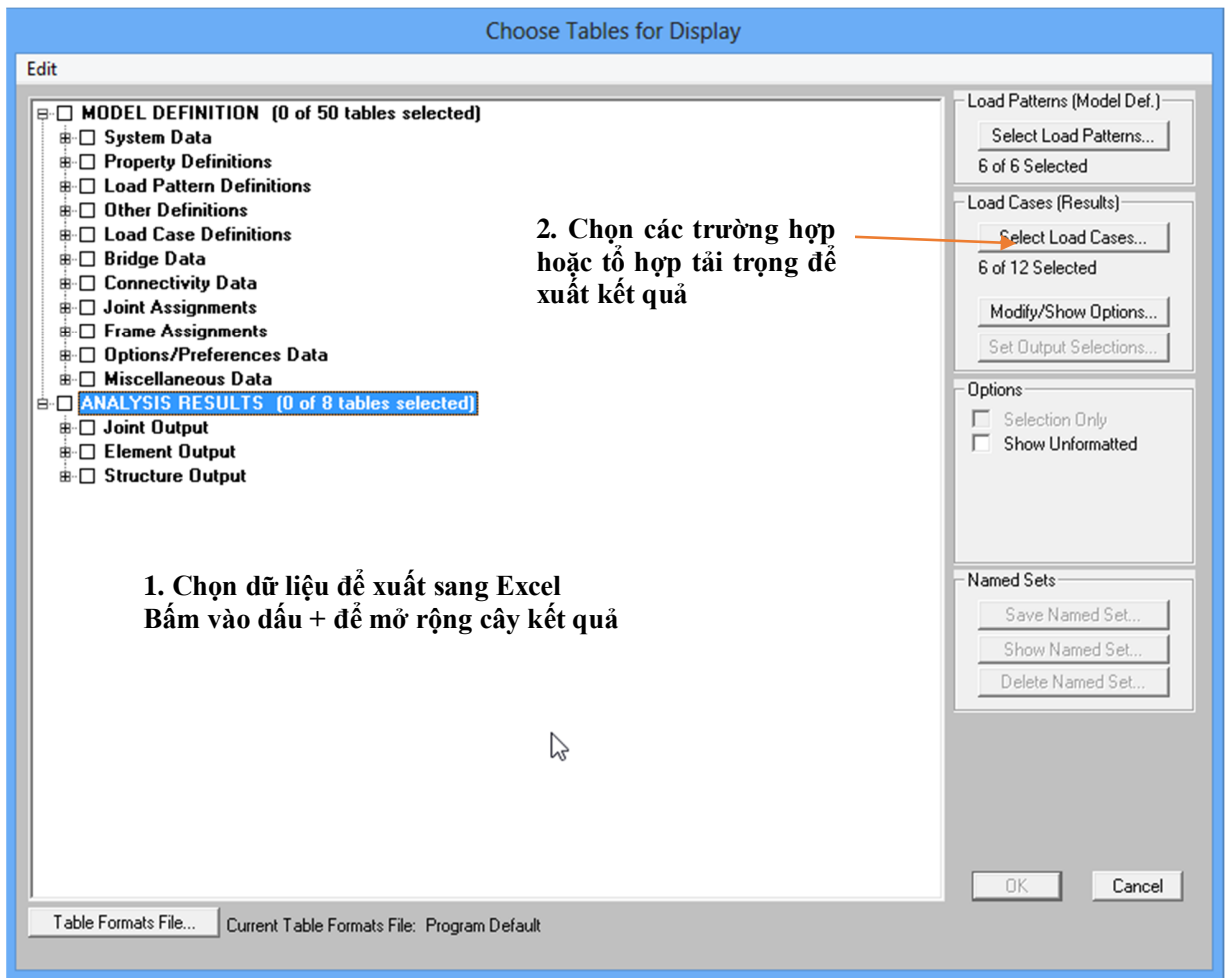


Biểu đồ lực cắt  $Q_{2-2}$  của tĩnh tải (đã chỉnh tỷ lệ)

**8. In kết quả phản lực, nội lực :**

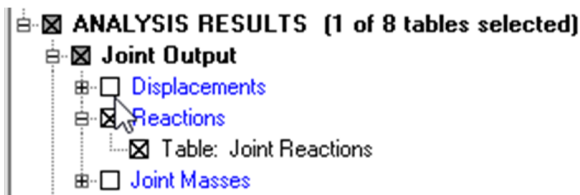
- In biểu đồ đang hiển thị trên màn hình: vào menu **File** → **Print Graphics**
- Xuất số liệu ra file Excel: vào menu **Display** → **Show Table...**



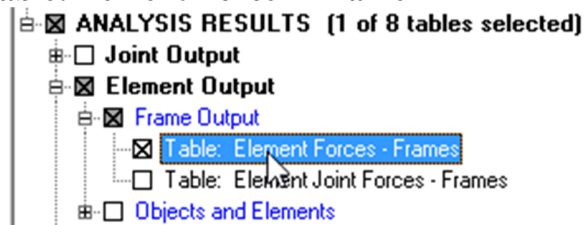


a. Chọn dữ liệu để xuất kết quả:

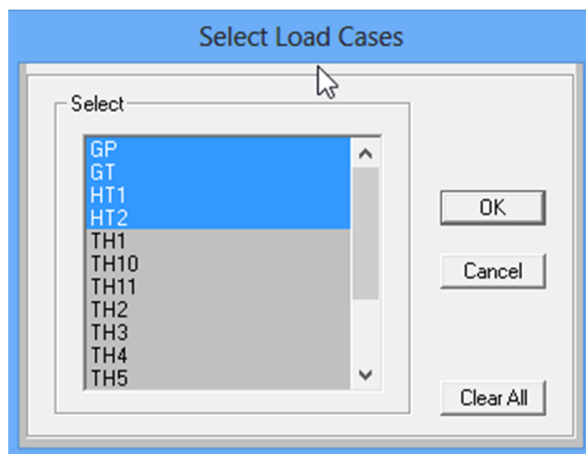
- Phần lức : **ANALYSIS RESULTS → Joint Output → Reactions → Table: Join Reactions**



- Nội lức trong thanh: **ANALYSIS RESULTS → Element Output → Frame Output → Table:Element Forces – Frame**



b. Chọn trường hợp tải trọng hoặc tổ hợp tải trọng để xuất kết quả:



Chọn các trường hợp tải trọng: **Tĩnh tải(DEAD)**, HT1, HT2, GT, GP.  
 Chọn OK để xuất kết quả.

Frame Text	Station m	OutputCase Text	CaseType Text	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m
C1	0	Tĩnh Tải	LinStatic	-659.265	-0.383	0	0	0
C1	5.1	Tĩnh Tải	LinStatic	-659.265	-0.383	0	0	0
C1	0	HT1	LinStatic	-63.203	-0.73	0	0	0
C1	5.1	HT1	LinStatic	-63.203	-0.73	0	0	0
C1	0	HT2	LinStatic	-59.549	1.021	0	0	0
C1	5.1	HT2	LinStatic	-59.549	1.021	0	0	0
C1	0	GT	LinStatic	103.785	40.01	0	0	0
C1	5.1	GT	LinStatic	103.785	15.17	0	0	0
C1	0	GP	LinStatic	-104.404	-37.906	0	0	0
C1	5.1	GP	LinStatic	-104.404	-19.186	0	0	0
C2	0	Tĩnh Tải	LinStatic	-461.017	-4.274	0	0	0
C2	3.6	Tĩnh Tải	LinStatic	-461.017	-4.274	0	0	0
C2	0	HT1	LinStatic	-17.684	0.415	0	0	0
C2	3.6	HT1	LinStatic	-17.684	0.415	0	0	0
C2	0	HT2	LinStatic	-69.318	0.092	0	0	0
C2	3.6	HT2	LinStatic	-69.318	0.092	0	0	0
C2	0	GT	LinStatic	58.095	29.046	0	0	0
C2	3.6	GT	LinStatic	58.095	0.606	0	0	0
C2	0	GP	LinStatic	-58.448	-25.634	0	0	0
C2	3.6	GP	LinStatic	-58.448	-4.034	0	0	0

Vào menu **File** → **Export Current Table** → **To Excel** để xuất kết quả sang Excel

Kết quả xuất sang Excel có dạng

TABLE: Element Forces - Frames												
Frame Text	Station m	OutputCase Text	CaseType Text	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem Text	ElemStation m	
C1	0	Tĩnh Tải	LinStatic	-659.265	-0.383	0	0	0	-0.5691	C1-1	0	
C1	5.1	Tĩnh Tải	LinStatic	-659.265	-0.383	0	0	0	1.3828	C1-1	5.1	
C1	0	HT1	LinStatic	-63.203	-0.73	0	0	0	-1.2342	C1-1	0	
C1	5.1	HT1	LinStatic	-63.203	-0.73	0	0	0	2.4884	C1-1	5.1	
C1	0	HT2	LinStatic	-59.549	1.021	0	0	0	1.8654	C1-1	0	
C1	5.1	HT2	LinStatic	-59.549	1.021	0	0	0	-3.3436	C1-1	5.1	
C1	0	GT	LinStatic	103.785	40.01	0	0	0	99.4482	C1-1	0	
C1	5.1	GT	LinStatic	103.785	15.17	0	0	0	-59.8918	C1-1	5.1	
C1	0	GP	LinStatic	-104.404	-37.906	0	0	0	-96.7553	C1-1	0	

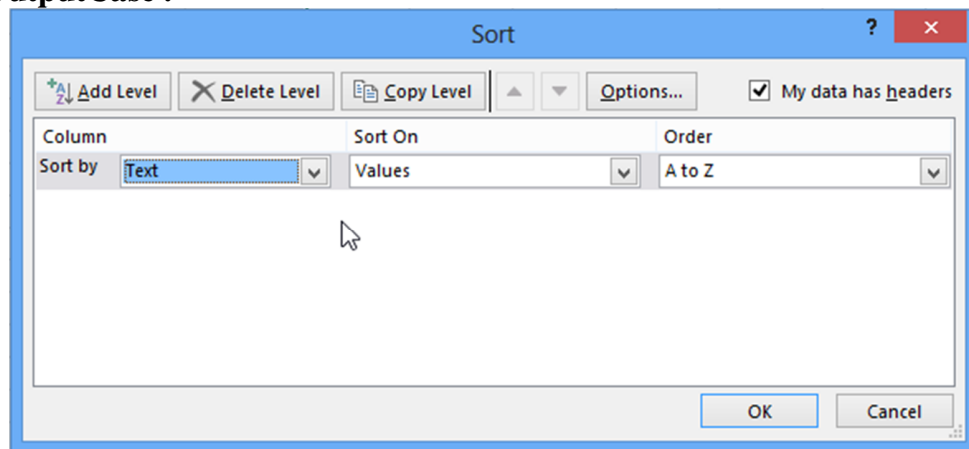
Trong dầm chỉ cần lực cắt và momen do vậy chúng ta sẽ xóa các cột **Case Type**, **V3**, **FrameElem**, **ElemStation**. Chỉ sử dụng các cột **Frame**, **Station**, **OutputCase**, **P**, **V2**, **M3**.

Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
Text	m	Text	KN	KN	KN-m
C1	0	Tinh Tai	-659.265	-0.383	-0.5691
C1	5.1	Tinh Tai	-659.265	-0.383	1.3828
C1	0	HT1	-63.203	-0.73	-1.2342
C1	5.1	HT1	-63.203	-0.73	2.4884
C1	0	HT2	-59.549	1.021	1.8654
C1	5.1	HT2	-59.549	1.021	-3.3436
C1	0	GT	103.785	40.01	99.4482
C1	5.1	GT	103.785	15.17	-59.8918
C1	0	GP	-104.404	-37.906	-96.7553
C1	5.1	GP	-104.404	-19.186	62.8712

Do kết quả sắp xếp theo thứ tự tên phần tử nên khó theo dõi. Ta cần sắp xếp lại theo thứ tự của tên trường hợp tải. Cách sắp xếp như sau chọn các ô dữ liệu (kể thêm 1 hàng tiêu đề ).Chọn

Text	m	Text	KN	KN	KN-m
C1	0	Tinh Tai	-659.265	-0.383	-0.5691
C1	5.1	Tinh Tai	-659.265	-0.383	1.3828
C1	0	HT1	-63.203	-0.73	-1.2342
C1	5.1	HT1	-63.203	-0.73	2.4884
C1	0	HT2	-59.549	1.021	1.8654
C1	5.1	HT2	-59.549	1.021	-3.3436
C1	0	GT	103.785	40.01	99.4482
C1	5.1	GT	103.785	15.17	-59.8918
C1	0	GP	-104.404	-37.906	-96.7553
C1	5.1	GP	-104.404	-19.186	62.8712
C2	0	Tinh Tai	-461.017	-4.274	-5.6689
C2	3.6	Tinh Tai	-461.017	-4.274	9.7173

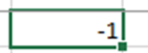
Thực hiện lệnh **Data** → **Sort**:Chọn thứ tự sắp xếp theo Text của cột **OutputCase** .



Kết quả sắp xếp như sau

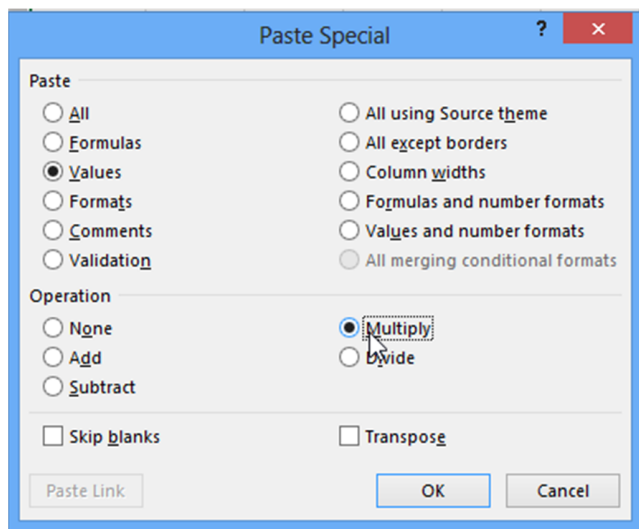
Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
Text	m	Text	KN	KN	KN-m
C1	0	GP	-104.404	-37.906	-96.7553
C1	5.1	GP	-104.404	-19.186	62.8712
C2	0	GP	-58.448	-25.634	-30.4291
C2	3.6	GP	-58.448	-4.034	22.9728
C3	0	GP	-22.582	-32.13	-48.1242
C3	4.4	GP	-22.582	-3.97	31.2968
C4	0	GP	-2.421	-17.136	-11.5189
C4	3.6	GP	-2.421	8.064	4.8091
C5	0	GP	25.854	-55.114	-146.2742
C5	5.1	GP	25.854	-55.114	134.8086
C6	0	GP	18.892	-45.629	-81.4146
C6	3.6	GP	18.892	-45.629	82.8502
C7	0	GP	5.802	-35.969	-76.4082

Do dấu V2 ngược dấu với Q nên cần nhân V2 với -1 để đảo chiều.  
 Cách thực hiện trong Excel như sau:

- + Nhập -1 vào 1 ô bất kỳ  Copy ô đó
- + Chọn các ô dữ liệu cần đổi dấu:

Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
Text	m	Text	KN	KN	KN-m
C1	0	GP	-104.404	37.906	-96.7553
C1	5.1	GP	-104.404	19.186	62.8712
C2	0	GP	-58.448	25.634	-30.4291
C2	3.6	GP	-58.448	4.034	22.9728
C3	0	GP	-22.582	32.13	-48.1242
C3	4.4	GP	-22.582	3.97	31.2968
C4	0	GP	-2.421	17.136	-11.5189
C4	3.6	GP	-2.421	-8.064	4.8091
C5	0	GP	25.854	55.114	-146.2742
C5	5.1	GP	25.854	55.114	134.8086
C6	0	GP	18.892	45.629	-81.4146
C6	3.6	GP	18.892	45.629	82.8502
C7	0	GP	5.802	35.969	-76.4082
C7	4.4	GP	5.802	35.969	81.8566
C8	0	GP	-1.767	14.514	-24.3901

Thực hiện lệnh **Paste Special** chọn **Value** và **Multiply**



Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
Text	m	Text	KN	KN	KN-m
C1	0	GP	-104.404	37.906	-96.7553
C1	5.1	GP	-104.404	19.186	62.8712
C2	0	GP	-58.448	25.634	-30.4291
C2	3.6	GP	-58.448	4.034	22.9728
C3	0	GP	-22.582	32.13	-48.1242
C3	4.4	GP	-22.582	3.97	31.2968
C4	0	GP	-2.421	17.136	-11.5189
C4	3.6	GP	-2.421	-8.064	4.8091
C5	0	GP	25.854	55.114	-146.2742
C5	5.1	GP	25.854	55.114	134.8086
C6	0	GP	18.892	45.629	-81.4146
C6	3.6	GP	18.892	45.629	82.8502
C7	0	GP	5.802	35.969	-76.4082

Để dễ dàng dò tìm nội lực trong bảng tính ta dùng hàm “And” để lọc ra tên phần tử, tiết diện và trường hợp tải trọng. Ta được bảng như sau:

TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	Case Type	P	V2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN-m
10TT	1	0.0 TT	LinStatic	-1476.33	-2.45	-2.87
14.8TT	1	4.8 TT	LinStatic	-1476.33	-2.45	8.91
10HT1	1	0.0 HT1	LinStatic	-174.82	-1.13	-1.30
14.8HT1	1	4.8 HT1	LinStatic	-174.82	-1.13	4.14
10HT2	1	0.0 HT2	LinStatic	-146.02	0.41	0.83
14.8HT2	1	4.8 HT2	LinStatic	-146.02	0.41	-1.15
10GT	1	0.0 GT	LinStatic	300.45	61.31	179.35
14.8GT	1	4.8 GT	LinStatic	300.45	36.95	-71.11
10GP	1	0.0 GP	LinStatic	-301.46	-59.08	-177.06
14.8GP	1	4.8 GP	LinStatic	-301.46	-40.72	73.48
20TT	2	0.0 TT	LinStatic	-1285.72	-7.58	-12.20
23.6TT	2	3.6 TT	LinStatic	-1285.72	-7.58	15.07
20HT1	2	0.0 HT1	LinStatic	-128.96	-1.26	-4.07
23.6HT1	2	3.6 HT1	LinStatic	-128.96	-1.26	0.47
20HT2	2	0.0 HT2	LinStatic	-147.52	-1.43	-0.84
23.6HT2	2	3.6 HT2	LinStatic	-147.52	-1.43	4.31
20GT	2	0.0 GT	LinStatic	230.27	38.15	56.97
23.6GT	2	3.6 GT	LinStatic	230.27	24.38	-55.58
20GP	2	0.0 GP	LinStatic	-230.85	-36.32	-55.50
23.6GP	2	3.6 GP	LinStatic	-230.85	-26.08	56.82
30TT	3	0.0 TT	LinStatic	-1155.29	-1.97	-7.00
33.6TT	3	3.6 TT	LinStatic	-1155.29	-1.97	0.08
30HT1	3	0.0 HT1	LinStatic	-128.25	-2.21	-2.62

### III/ Tính toán cốt thép cho khung

#### 1. Tính toán cốt thép dọc cho dầm:

B1: Dùng hàm “Vlookup” để lọc nội lực ứng với các trường hợp tải trọng, thực hiện tính toán 11 tổ hợp lấy ra các giá trị  $M_{min}$ ,  $M_{max}$  ứng với các tiết diện tương ứng của các phần tử dầm (từ phần tử 41 đến phần tử 79). Bảng tính nội lực tính toán dầm:

**BẢNG TỔ HỢP MOMENT DẦM KHUNG**

Phần tử	Tiết diện	Trường hợp tải trọng (đơn vị KN.m)					Giá trị mô men của các tổ hợp (đơn vị KN.m)											Tổ hợp		
		TT	HT1	HT2	GT	GP	COMB 1	COMB 2	COMB 3	COMB 4	COMB 5	COMB 6	COMB 7	COMB 8	COMB 9	COMB 10	COMB 11	$M_{min}$	$M_{max}$	$M_{total}$
41	0	-21.11	-8.21	0.31	128.08	-128.98	-29.32	-20.80	106.98	-150.09	-29.01	86.78	-144.58	94.44	-136.91	87.05	-144.30	-150.09	106.98	-150.09/-106.98
41	1.8	10.30	4.66	-2.40	1.75	-1.89	14.97	7.91	12.06	8.41	12.57	16.08	12.80	9.72	6.45	13.92	10.64	6.45	16.08	16.08
41	3.6	-36.45	-3.91	-5.10	-124.58	125.20	-40.36	-41.55	-161.03	88.75	-45.45	-152.09	72.71	-153.16	71.64	-156.67	68.12	-161.03	88.75	-161.03/+88.75
42	0	-184.42	-0.53	-71.28	232.45	-233.30	-184.95	-255.70	48.03	-417.72	-256.23	24.31	-394.87	-39.37	-458.55	-39.84	-459.02	-459.02	48.03	-459.02/+48.03
42	3.6	171.57	-2.01	62.36	7.92	-7.87	169.56	233.93	179.49	163.70	231.92	176.89	162.67	234.83	220.61	233.02	218.80	162.67	234.83	234.83
42	7.2	-179.15	-3.50	-62.91	-216.60	217.56	-182.66	-242.07	-395.76	38.41	-245.57	-377.25	13.50	-430.72	-39.97	-433.87	-43.12	-433.87	38.41	-433.87/+38.41
43	0	-37.77	-1.53	-7.63	111.67	-112.28	-39.31	-45.41	73.89	-150.05	-46.94	61.35	-140.20	55.86	-145.69	54.48	-147.07	-150.05	73.89	-150.05/+73.89
43	1.8	4.36	4.88	-3.40	-3.74	3.77	9.24	0.96	0.62	8.12	5.84	5.39	12.14	-2.06	4.69	2.33	9.08	-2.06	12.14	-2.06/+12.14
43	3.6	-14.19	-10.31	0.83	-119.14	119.81	-24.50	-13.37	-133.33	105.61	-23.67	-130.70	84.35	-120.67	94.38	-129.95	85.10	-133.33	105.61	-133.33/+105.61
44	0	-18.46	2.33	-3.60	114.65	-115.29	-15.93	-22.06	96.19	-133.75	-19.53	87.01	-119.95	81.49	-125.46	83.77	-123.18	-133.75	96.19	-133.75/+96.19
44	1.8	11.21	-3.56	5.03	3.36	-3.41	7.65	16.24	14.57	7.80	12.68	11.03	4.94	18.76	12.67	15.56	9.47	4.94	18.76	18.76
44	3.6	-34.75	-9.64	-9.53	-107.92	108.48	-44.39	-44.28	-142.67	73.73	-53.92	-140.56	54.21	-140.46	54.31	-149.14	45.63	-149.14	73.73	-149.14/+73.73
45	0	-66.10	-49.22	-0.80	127.99	-128.50	-115.32	-66.90	61.89	-194.60	-116.13	4.79	-226.05	48.37	-182.48	4.07	-226.78	-226.78	61.89	-226.78/+61.89
45	3	58.01	38.78	-1.20	15.45	-15.56	96.78	56.81	73.46	42.45	95.59	106.82	78.90	70.84	42.93	105.74	77.83	42.45	106.82	106.82
45	6	-51.77	-22.12	-1.59	-97.08	97.38	-73.89	-53.36	-148.85	45.61	-75.48	-159.05	15.97	-140.58	34.44	-160.48	14.54	-160.48	45.61	-160.48/+45.61
46	0	-22.07	-3.09	-6.96	115.12	-115.55	-25.16	-29.03	93.05	-137.62	-32.12	78.76	-128.84	75.27	-132.33	72.49	-135.11	-137.62	93.05	-137.62/+93.05
46	1.8	9.24	-1.81	2.86	1.83	-1.83	7.43	12.10	11.07	7.41	10.30	9.26	5.97	13.46	10.17	11.83	8.55	5.97	13.46	13.46
46	3.6	-24.27	-0.53	4.11	-111.47	111.89	-24.80	-20.16	-135.73	87.63	-20.69	-125.07	75.96	-120.89	80.14	-121.37	79.66	-135.73	87.63	-135.73/+87.63
47	0	-178.36	-43.34	-4.36	220.74	-221.59	-221.70	-182.72	42.37	-399.95	-226.06	-18.70	-416.80	16.38	-381.72	-22.63	-420.72	-420.72	42.37	-420.72/+42.37
47	3.6	164.01	46.68	-3.97	5.26	-5.29	210.69	160.04	169.27	158.72	206.72	210.76	201.26	165.18	155.68	207.19	197.69	155.68	210.76	210.76
47	7.2	-184.83	-44.10	-3.58	-210.21	211.01	-228.93	-188.40	-395.04	26.19	-232.50	-413.71	-34.61	-377.24	1.87	-416.93	-37.83	-416.93	26.19	-416.93/+26.19
48	0	-34.80	-1.43	-0.47	107.97	-108.36	-36.22	-35.27	73.17	-143.16	-36.69	61.09	-133.60	61.95	-132.74	60.67	-134.03	-143.16	73.17	-143.16/+73.17

B2: Nhập các thông số về tiết diện, tên phần tử và vị trí vào bảng tính cốt thép dầm (ô màu đỏ), nội lực được liên kết từ sheet **TH M DẦM**. Ta được bảng tính thép dọc dầm như sau:



## BẢNG TÍNH THÉP DỌC DẦM KHUNG

Cấp bền BT: B20  $R_b = 11.5$  C.thép: CII, A-II  $R_s = R_{sc} = 280$   $\xi_R = 0.623$   $\alpha_R = 0.429$   $\mu_{min} = 0.10\%$

Tên p.từ	Tiết diện	Cốt thép	$M_{toàn}$ (kN.m)	b (cm)	h (cm)	a (cm)	$h_0$ (cm)	$\sigma_m$	$\xi$	$A_s^{TT}$ (cm <sup>2</sup> )	$\mu^{TT}$ (%)	Chọn thép	$A_s^{ch}$ (cm <sup>2</sup> )	$\mu^{BT}$ (%)	Bảng chọn thép				
															$\phi =$	14	16	18	20
41	GT	Trên	-150.09	30	45	4	41	0.26	0.85	15.43	1.25%	2022 + 2025	17.42	1.42%					
		Dưới	106.98	150	4	41	0.04	0.98	9.50	0.77%	2025	9.82	0.80%					2	
	N	Trên	0.00	30	45	4	41	0.00	c.tạo	1.23	0.10%	2025	9.82	0.80%					2
		Dưới	16.08	150	4	41	0.01	1.00	1.40	0.11%	2025	9.82	0.80%					2	
	GP	Trên	-161.03	30	45	4	41	0.28	0.83	16.83	1.37%	6025	29.45	2.39%					6
		Dưới	88.75	150	4	41	0.03	0.98	7.85	0.64%	2025	9.82	0.80%					2	
42	GT	Trên	-459.02	30	70	4	66	0.31	0.81	30.59	1.55%	6025	29.45	2.39%					6
		Dưới	48.03	210	4	66	0.00	1.00	2.61	0.13%	2025	9.82	0.50%					2	
	N	Trên	0.00	30	70	4	66	0.00	c.tạo	1.98	0.10%	2025	9.82	0.50%					2
		Dưới	234.83	210	4	66	0.02	0.99	12.85	0.65%	1022 + 2025	13.62	0.69%				1	2	
	GP	Trên	-433.87	30	70	4	66	0.29	0.83	28.46	1.44%	6025	29.45	1.49%					6
		Dưới	38.41	210	4	66	0.00	1.00	2.08	0.11%	2025	9.82	0.50%					2	
43	GT	Trên	-150.05	30	45	4	41	0.26	0.85	15.43	1.25%	6025	29.45	2.39%					6
		Dưới	73.89	150	4	41	0.03	0.99	6.52	0.53%	2025	9.82	0.80%					2	
	N	Trên	-2.06	30	45	4	41	0.00	1.00	1.23	0.10%	2025	9.82	0.80%					2
		Dưới	12.14	150	4	41	0.00	1.00	1.23	0.10%	2025	9.82	0.80%					2	

2. Tính toán cốt thép đai cho dầm: thực hiện tương tự như tính cốt thép dọc cho dầm, ta được kết quả như sau:

### BẢNG TỔ HỢP LỰC CẮT DẦM KHUNG

Phần tử	Tiết diện	Trường hợp tải trọng (đơn vị KN)					Giá trị lực cắt của các tổ hợp (đơn vị KN)										Tổ hợp			
		TT	HT1	HT2	GT	GP	COMB 1	COMB 2	COMB 3	COMB 4	COMB 5	COMB 6	COMB 7	COMB 8	COMB 9	COMB 10	COMB 11	$Q_{min}$	$Q_{max}$	$ Q _{max}$
41	0	-39.16	-13.11	1.50	70.18	-70.60	-52.27	-11.61	31.02	-109.77	-50.77	12.20	-114.51	25.35	-101.36	13.55	-113.15	-114.51	31.02	114.51
41	1.8	4.26	-1.19	1.50	70.18	-70.60	3.07	0.31	74.45	-66.34	4.57	66.35	-60.36	68.78	-57.93	67.70	-59.01	-66.34	74.45	74.45
41	3.6	47.69	10.72	1.50	70.18	-70.60	58.41	12.22	117.87	-22.92	59.91	120.50	-6.21	112.20	-14.51	121.85	-4.86	-22.92	121.85	121.85
42	0	-137.37	0.41	-56.16	62.37	-62.62	-136.95	-55.75	-75.00	-199.99	-193.12	-80.86	-193.35	-131.78	-244.27	-131.41	-243.90	-244.27	-75.00	244.27
42	3.6	-60.40	0.41	-18.09	62.37	-62.62	-59.99	-17.68	1.96	-123.02	-78.08	-3.90	-116.39	-20.55	-133.04	-20.18	-132.67	-133.04	1.96	133.04
42	7.2	134.49	0.41	56.23	62.37	-62.62	134.91	56.64	196.86	71.87	191.13	191.00	78.51	241.23	128.74	241.60	129.11	71.87	241.60	241.60
43	0	-40.26	-9.57	-2.35	64.11	-64.47	-49.83	-11.92	23.85	-104.73	-52.18	8.83	-106.90	15.32	-100.40	6.71	-109.01	-109.01	23.85	109.01
43	1.8	-6.55	2.44	-2.35	64.11	-64.47	-4.11	0.09	57.56	-71.02	-6.46	53.35	-62.38	49.04	-66.69	51.23	-64.49	-71.02	57.56	71.02
43	3.6	27.17	14.44	-2.35	64.11	-64.47	41.61	12.09	91.28	-37.30	39.26	97.86	-17.86	82.75	-32.97	95.75	-19.97	-37.30	97.86	97.86
44	0	-37.49	3.38	-11.24	61.83	-62.16	-34.11	-7.86	24.34	-99.65	-45.34	21.20	-90.39	8.04	-103.55	11.09	-100.50	-103.55	24.34	103.55
44	1.8	4.52	3.38	1.65	61.83	-62.16	7.91	5.03	66.35	-57.64	9.55	63.21	-48.38	61.65	-49.94	64.70	-46.89	-57.64	66.35	66.35
44	3.6	46.54	3.38	14.53	61.83	-62.16	49.92	17.92	108.36	-15.62	64.45	105.22	-6.36	115.26	3.67	118.30	6.72	-15.62	118.30	118.30
45	0	-80.35	-54.15	0.13	37.51	-37.65	-134.50	-54.02	-42.84	-118.00	-134.37	-95.32	-162.97	-46.47	-114.12	-95.21	-162.85	-162.97	-42.84	162.97
45	3	-2.39	-4.52	0.13	37.51	-37.65	-6.91	-4.39	35.12	-40.04	-6.77	27.31	-40.34	31.49	-36.15	27.42	-40.22	-40.22	35.12	40.34
45	6	75.57	45.11	0.13	37.51	-37.65	120.69	45.25	113.09	37.93	120.82	149.94	82.29	109.45	41.81	150.06	82.41	37.93	150.06	150.06
46	0	-35.40	-0.71	-7.84	62.94	-63.18	-36.11	-8.55	27.54	-98.58	-43.95	20.61	-92.90	14.19	-99.32	13.55	-99.96	-99.96	27.54	99.96
46	1.8	0.61	-0.71	-3.08	62.94	-63.18	-0.10	-3.78	63.55	-62.57	-3.17	56.62	-56.89	54.49	-59.02	53.85	-59.66	-62.57	63.55	63.55
46	3.6	36.62	-0.71	1.69	62.94	-63.18	35.91	0.98	99.56	-26.56	37.60	92.63	-20.88	94.79	-18.72	94.15	-19.36	-26.56	99.56	99.56
47	0	-133.23	-29.77	-0.11	59.85	-60.08	-163.00	-29.88	-73.38	-193.32	-163.11	-106.16	-214.10	-79.46	-187.41	-106.26	-214.20	-214.20	-73.38	214.20
47	3.6	-56.98	-20.24	-0.11	59.85	-60.08	-77.21	-20.35	2.88	-117.06	-77.32	-21.32	-129.27	-3.21	-111.15	-21.42	-129.36	-129.36	2.88	129.36
47	7.2	126.78	37.84	-0.11	59.85	-60.08	164.62	37.73	186.64	66.70	164.51	214.71	106.76	180.55	72.61	214.61	106.66	66.70	214.71	214.71
48	0	-39.48	0.83	-9.48	61.23	-61.45	-38.65	-8.64	21.75	-100.93	-48.13	16.38	-94.04	7.10	-103.31	7.85	-102.57	-103.31	21.75	103.31

### BẢNG TÍNH THÉP ĐAI DẦM KHUNG

Phần tử	Tiết diện	Loại t.d (gối-nhíp)	$ Q _{max}$ (kG)	b (cm)	h (cm)	a (cm)	$h_0$ (cm)	K.trả	Số nhánh	$\Phi$ (mm)	$s_{tt}$ (cm)	$s_{max}$ (cm)	$s_{et}$ (cm)	$s_{tk}$ (mm)	Chọn thép	
															$\Phi$	Chọn thép
41	0	G	11,451	30	45	4.0	41	T.T	2	8	48.7	59.5	15.0	150	$\Phi$ 8	150
41	1.8	N	7,445	30	45	4.0	41	T.T	2	8	115.3	91.4	33.8	330	$\Phi$ 8	200
41	3.6	G	12,185	30	45	4.0	41	T.T	2	8	43.1	55.9	15.0	150	$\Phi$ 8	150
42	0	G	24,427	30	70	4.0	66	T.T	2	8	27.8	72.2	23.3	230	$\Phi$ 8	150
42	3.6	N	13,304	30	70	4.0	66	T.T	2	8	93.6	132.6	50.0	500	$\Phi$ 8	200
42	7.2	G	24,160	30	70	4.0	66	T.T	2	8	28.4	73.0	23.3	230	$\Phi$ 8	150
43	0	G	10,901	30	45	4.0	41	T.T	2	8	53.8	62.5	15.0	150	$\Phi$ 8	150
43	1.8	N	7,102	30	45	4.0	41	T.T	2	8	126.7	95.9	33.8	330	$\Phi$ 8	200
43	3.6	G	9,786	30	45	4.0	41	T.T	2	8	66.7	69.6	15.0	150	$\Phi$ 8	150
44	0	G	10,355	30	45	4.0	41	T.T	2	8	59.6	65.7	15.0	150	$\Phi$ 8	150
44	1.8	N	6,635	30	45	4.0	41	C.T	2	8	145.2	C.T	33.8	330	$\Phi$ 8	200
44	3.6	G	11,830	30	45	4.0	41	T.T	2	8	45.7	57.5	15.0	150	$\Phi$ 8	150

### 3. Tính cốt thép dọc cho cột

B1: Dùng hàm dò tìm “Vlookup” để chuyển nội lực từ sheet NL-Sap sang sheet TH M,N Cột ( chia mômen và lực dọc thành các cột tương ứng như bảng sau):

Phần tử	Tiết diện	Moment (đơn vị KN.m)					Lực dọc (đơn vị KN)				
		TT	HT1	HT2	GT	GP	TT	HT1	HT2	GT	GP
1	0	-2.87	-1.30	0.83	179.35	-177.06	-1,476.33	-174.82	-146.02	300.45	-301.46
1	4.8	8.91	4.14	-1.15	-71.11	73.48	-1,476.33	-174.82	-146.02	300.45	-301.46
2	0	-12.20	-4.07	-0.84	56.97	-55.50	-1,285.72	-128.96	-147.52	230.27	-230.85
2	3.6	15.07	0.47	4.31	-55.58	56.82	-1,285.72	-128.96	-147.52	230.27	-230.85
3	0	-7.00	-2.62	-2.65	59.54	-58.73	-1,155.29	-128.25	-126.54	167.33	-167.67
3	3.6	0.08	5.34	0.40	-52.80	54.55	-1,155.29	-128.25	-126.54	167.33	-167.67
4	0	2.73	-4.61	-2.05	52.11	-50.15	-938.63	-81.06	-126.82	110.61	-110.99
4	3.6	-0.01	2.45	5.49	-43.04	45.64	-938.63	-81.06	-126.82	110.61	-110.99
5	0	0.93	-3.29	-2.86	41.70	-39.21	-720.68	-79.65	-80.35	64.15	-64.48
5	3.6	-0.85	6.74	1.01	-28.15	30.56	-720.68	-79.65	-80.35	64.15	-64.48
6	0	-5.70	-4.77	-2.66	31.89	-29.50	-503.82	-30.35	-80.46	30.78	-31.11
6	3.6	12.61	1.96	5.58	-13.95	16.95	-503.82	-30.35	-80.46	30.78	-31.11
7	0	-5.03	1.29	-4.25	34.26	-30.47	-263.03	-34.78	-7.86	4.38	-5.03
7	4.4	1.82	1.10	1.73	-6.83	10.15	-263.03	-34.78	-7.86	4.38	-5.03
8	0	-4.84	-7.22	-0.32	5.20	-2.92	-73.67	-2.03	-10.33	-1.53	1.29
8	3.6	9.55	5.19	4.09	2.03	-1.40	-73.67	-2.03	-10.33	-1.53	1.29
9	0	-24.22	4.83	-14.62	367.16	-368.73	-2,868.70	-480.77	-438.79	3.02	-2.76

B2: Tiến hành thực hiện 11 tổ hợp nội lực được bảng tính sau:

Phần tử	Moment											Lực dọc										
	COMB 1	COMB 2	COMB 3	COMB 4	COMB 5	COMB 6	COMB 7	COMB 8	COMB 9	COMB 10	COMB 11	COMB 0	COMB 1	COMB 2	COMB 3	COMB 4	COMB 5	COMB 6	COMB 7	COMB 8	COMB 9	COMB 10
1	-4.17	-2.04	3.34	176.49	-179.92	157.38	-163.39	159.30	-161.47	158.12	-162.65	-1,476.33	-1,651.16	-1,622.35	-1,797.17	-1,175.88	-1,777.79	-1,363.26	-1,904.98	-1,337.34	-1,879.06	-1,494.68
1	13.05	7.76	11.90	-62.20	82.38	-51.36	78.76	-56.12	74.01	-52.40	77.73	-1,476.33	-1,651.16	-1,622.35	-1,797.17	-1,175.88	-1,777.79	-1,363.26	-1,904.98	-1,337.34	-1,879.06	-1,494.68
2	-16.27	-13.04	-17.11	44.77	-67.70	35.41	-65.82	38.32	-62.91	34.66	-66.57	-1,285.72	-1,414.68	-1,433.24	-1,562.19	-1,055.45	-1,516.57	-1,194.53	-1,609.55	-1,211.24	-1,626.25	-1,327.30
2	15.54	19.39	19.85	-40.50	71.89	-34.53	66.63	-31.06	70.09	-30.64	70.51	-1,285.72	-1,414.68	-1,433.24	-1,562.19	-1,055.45	-1,516.57	-1,194.53	-1,609.55	-1,211.24	-1,626.25	-1,327.30
3	-9.62	-12.26	-12.62	52.54	-65.73	44.23	-62.22	44.21	-62.24	41.85	-64.60	-1,155.29	-1,283.54	-1,281.83	-1,410.08	-987.96	-1,322.96	-1,120.12	-1,421.62	-1,118.58	-1,420.08	-1,234.00
3	5.42	0.48	5.82	-52.72	54.63	-42.64	53.98	-47.08	49.53	-42.27	54.34	-1,155.29	-1,283.54	-1,281.83	-1,410.08	-987.96	-1,322.96	-1,120.12	-1,421.62	-1,118.58	-1,420.08	-1,234.00
4	-1.89	0.68	-3.93	54.83	-47.42	45.47	-46.56	47.78	-44.25	43.63	-48.40	-938.63	-1,019.69	-1,065.44	-1,146.51	-828.01	-1,049.62	-912.03	-1,111.47	-953.21	-1,152.65	-1,026.17
4	2.44	5.47	7.92	-43.06	45.62	-36.55	43.26	-33.81	46.00	-31.61	48.20	-938.63	-1,019.69	-1,065.44	-1,146.51	-828.01	-1,049.62	-912.03	-1,111.47	-953.21	-1,152.65	-1,026.17
5	-2.36	-1.93	-5.22	42.63	-38.28	35.49	-37.32	35.88	-36.93	32.92	-39.90	-720.68	-800.32	-801.03	-880.67	-656.53	-785.16	-734.63	-850.39	-735.26	-851.03	-806.94
5	5.89	0.16	6.91	-29.00	29.71	-20.12	32.72	-25.27	27.56	-19.21	33.63	-720.68	-800.32	-801.03	-880.67	-656.53	-785.16	-734.63	-850.39	-735.26	-851.03	-806.94
6	-10.47	-8.35	-13.13	26.19	-35.20	18.71	-36.54	20.61	-34.64	16.32	-38.93	-503.82	-534.17	-584.28	-614.63	-473.04	-534.93	-503.44	-559.14	-548.53	-604.23	-575.85
6	14.57	18.19	20.15	-1.34	29.36	1.82	29.63	5.08	32.88	6.84	34.65	-503.82	-534.17	-584.28	-614.63	-473.04	-534.93	-503.44	-559.14	-548.53	-604.23	-575.85
7	-3.75	-9.28	-7.99	29.22	-35.50	26.96	-31.30	21.98	-36.28	23.14	-35.12	-263.03	-297.81	-270.89	-305.67	-258.65	-268.06	-290.39	-298.86	-266.17	-274.64	-297.47
7	2.92	3.56	4.66	-5.00	11.98	-3.33	11.95	-2.76	12.52	-1.77	13.51	-263.03	-297.81	-270.89	-305.67	-258.65	-268.06	-290.39	-298.86	-266.17	-274.64	-297.47
8	-12.06	-5.16	-12.38	0.35	-7.77	-6.66	-13.97	-0.45	-7.76	-6.95	-14.26	-73.67	-75.70	-84.00	-86.04	-75.20	-72.38	-76.87	-74.34	-84.34	-81.81	-86.17
8	14.74	13.64	18.83	11.58	8.15	16.05	12.96	15.06	11.97	19.73	16.64	-73.67	-75.70	-84.00	-86.04	-75.20	-72.38	-76.87	-74.34	-84.34	-81.81	-86.17
9	-19.39	-38.84	-34.01	342.94	-392.95	310.57	-351.73	293.07	-369.23	297.42	-364.89	-2,868.70	-3,349.47	-3,307.49	-3,788.26	-2,865.68	-2,871.46	-3,298.68	-3,303.88	-3,260.89	-3,266.09	-3,693.59
9	50.50	89.48	82.47	-140.08	256.15	-126.62	229.98	-91.54	265.07	-97.85	258.76	-2,868.70	-3,349.47	-3,307.49	-3,788.26	-2,865.68	-2,871.46	-3,298.68	-3,303.88	-3,260.89	-3,266.09	-3,693.59
10	-94.09	-124.68	-128.30	68.98	-250.32	49.78	-237.59	22.25	-265.12	18.99	-268.38	-2,518.31	-2,956.02	-2,859.32	-3,297.03	-2,507.47	-2,529.05	-2,902.50	-2,921.92	-2,815.47	-2,834.89	-3,209.41
10	109.98	88.03	113.10	-81.56	253.76	-42.35	259.44	-62.10	239.69	-39.54	262.25	-2,518.31	-2,956.02	-2,859.32	-3,297.03	-2,507.47	-2,529.05	-2,902.50	-2,921.92	-2,815.47	-2,834.89	-3,209.41
11	-86.92	-74.53	-92.27	96.55	-233.82	64.01	-233.32	75.16	-222.17	59.20	-238.13	-2,251.57	-2,647.07	-2,577.64	-2,973.15	-2,237.65	-2,265.41	-2,595.00	-2,619.98	-2,532.50	-2,557.49	-2,888.46
11	84.11	110.46	112.04	-85.55	251.66	-67.31	236.17	-43.60	259.89	-42.17	261.32	-2,251.57	-2,647.07	-2,577.64	-2,973.15	-2,237.65	-2,265.41	-2,595.00	-2,619.98	-2,532.50	-2,557.49	-2,888.46
12	-106.49	-127.41	-134.96	35.96	-233.48	15.67	-226.83	-3.16	-245.65	-9.96	-252.45	-1,914.48	-2,278.70	-2,162.10	-2,526.32	-1,899.34	-1,929.35	-2,228.65	-2,255.66	-2,123.72	-2,150.72	-2,451.52
12	135.14	106.09	139.88	-45.74	248.50	-0.63	264.19	-26.77	238.05	3.64	268.46	-1,914.48	-2,278.70	-2,162.10	-2,526.32	-1,899.34	-1,929.35	-2,228.65	-2,255.66	-2,123.72	-2,150.72	-2,451.52

B3: Vì tính toán cốt cần tính tại mỗi tiết diện ứng với 3 cặp nội lực tương ứng:  $(M_{max}, N_{tur})$ ;  $(M_{min}, N_{tur})$ ;  $(M_{tur}, N_{max})$ . Dùng hàm “Index” kết hợp với hàm “Match” sẽ tìm được các cặp tương ứng với mỗi tiết diện như sau:

B4: Sau khi xác định các cặp nội lực thì ta dùng sheet **thép cột** để tính toán cốt thép cột. Trong sheet **thép cột**

Phần tử	Tổ hợp cơ bản tính toán				
	$N_{tur}$	$M_{min}$	$N_{tur}$	$M_{tur}$	$N_{max}$
1	-1,175.88	-179.92	-1,777.79	-162.65	-2,036.40
1	-1,777.79	-62.20	-1,175.88	77.73	-2,036.40
2	-1,055.45	-67.70	-1,516.57	-66.57	-1,742.31

chúng cần nhập thông số kích thước tiết diện **b<sub>xh</sub>**,  
giả thiết **a**, giả thiết hàm lượng cốt thép **μ<sub>gt</sub>**.

Bảng xác định các giá trị chuẩn bị số liệu tính toán:

Cấp BT		B20		R <sub>b</sub> = 11.5		E <sub>s</sub> = 27,000		Cột thép: CII, A-II													
Phần tử	Tiết diện	Chiều dài	M (kNm)	N (kN)	M <sub>dn</sub> (kNm)	N <sub>dn</sub> (kN)	l <sub>0</sub> (m)	b (cm)	h (cm)	a (cm)	h <sub>0</sub> (cm)	e <sub>0</sub> (cm)	μ <sub>gt</sub> (%)	δ <sub>s</sub>	S	φ <sub>1</sub>	I (m <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> (m <sup>4</sup> )	N <sub>dn</sub> (kN)	η	e (cm)
1	C	4.8	176.5	-1175.9	-2.87	-1476.3	3.36	30	60	4	57	15.01	0.93%	0.329	0.356	1.83	5.40E-03	1.11E-04	29,313	1.04	42.14
			-179.9	-1777.8								10.12	1.10%	0.329	0.36	1.62		1.31E-04	33,720	1.06	37.18
			-162.6	-2036.4								7.99	0.83%	0.329	0.36	1.58		9.86E-05	30,432	1.07	35.06
	Đ		82.4	-1777.8	8.91	-1476.3						4.63	0.78%	0.329	0.36	1.73	9.34E-05	28,111	1.07	31.45	
			-62.2	-1175.9								5.29	1.29%	0.329	0.36	2.00	1.53E-04	32,972	1.04	31.99	
			77.7	-2036.4								3.82	0.55%	0.329	0.36	1.66	6.55E-05	25,588	1.09	30.65	
2	C	3.6	44.8	-1055.4	-12.20	-1285.7	2.52	30	60	4	56	4.24	0.40%	0.343	0.348	2.00	5.40E-03	4.54E-05	35,204	1.03	30.37
			-67.7	-1516.6								4.46	0.40%	0.343	0.35	1.76		4.54E-05	38,672	1.04	30.65
			-66.6	-1742.3								3.82	0.40%	0.343	0.35	1.68		4.54E-05	40,164	1.05	29.99
	Đ		71.9	-1516.6	15.07	-1285.7						4.74	0.40%	0.343	0.35	1.76	4.54E-05	38,682	1.04	30.93	
			-40.5	-1055.4								3.84	0.40%	0.343	0.35	2.00	4.54E-05	35,204	1.03	29.96	
			70.5	-1742.3								4.05	0.40%	0.343	0.35	1.68	4.54E-05	40,158	1.05	30.23	
3	C	3.6	52.5	-988.0	-7.00	-1155.3	2.52	30	50	4	46	5.32	0.40%	0.335	0.353	1.94	3.13E-03	2.43E-05	20,622	1.05	26.59
			-65.7	-1323.0								4.97	0.70%	0.335	0.35	1.75		4.26E-05	26,216	1.05	26.23
			-64.6	-1535.5								4.21	0.70%	0.335	0.35	1.66		4.26E-05	27,112	1.06	25.46
	Đ		54.6	-1323.0	0.08	-1155.3						4.13	0.88%	0.335	0.35	1.75	5.36E-05	28,497	1.05	25.33	
			-52.7	-988.0								5.34	0.40%	0.335	0.35	1.96	2.43E-05	20,445	1.05	26.61	
			54.3	-1535.5								3.54	0.88%	0.335	0.35	1.66	5.36E-05	29,432	1.06	24.73	

Bảng tính chiều cao sơ bộ vùng nén, các trường hợp tính toán và chọn cốt thép:

Cấp BT		B20		R <sub>b</sub> = 11.5		E <sub>s</sub> = 210,000		f <sub>yk</sub> = 0.623		α <sub>gk</sub> = 0.429		Bảng chọn thép																						
Phần tử	Tiết diện	Chiều dài	M (kNm)	N (kN)	M <sub>dn</sub> (kNm)	N <sub>dn</sub> (kN)	N/R <sub>b</sub> b (cm)	Trg	n	ε	γ <sub>a</sub>	x (cm)	μ <sub>min</sub> (%)	1	2	3	A <sub>s</sub> =A' <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> )	μ <sub>gt</sub> (%)	A <sub>s</sub> <sup>TT</sup> (cm <sup>2</sup> )	Chọn thép bố trí mỗi bên	A <sub>s</sub> <sup>ch</sup> (cm <sup>2</sup> )	μ <sub>gt</sub> <sup>BT</sup> (%)	F <sub>a</sub> <sup>TT</sup> (1 bên) (cm <sup>2</sup> )	Ø =	14	16	18	20						
1	C	4.8	176.5	-1175.9	-2.87	-1476.3	34.08	1	0.60	0.75	0.94	34.08	0.20%	2.12	-8.61	2.12	3.39	0.40%	11.97	4022	15.21	1.79%	11.97	F <sub>a</sub> <sup>BT</sup> (1 bên)										
			-179.9	-1777.8			51.53	3	0.91	0.66	0.94	44.91	3.76	-18.95	9.00	9.00	1.06%																	
			-162.6	-2036.4			59.03	3	1.04	0.62	0.94	47.40	3.10	-24.62	11.97	11.97	1.41%																	
	Đ		82.4	-1777.8	8.91	-1476.3	34.08	1	0.60	0.57	0.94	34.08	0.20%	-5.92	-16.65	-5.92	3.39	0.40%	11.97	4022	15.21	1.79%	11.97	F <sub>a</sub> <sup>BT</sup> (1 bên)										
			-62.2	-1175.9			51.53	3	0.91	0.56	0.94	49.32	-0.47	-25.82	1.16	3.39	0.40%																	
			77.7	-2036.4			59.03	3	1.04	0.54	0.94	51.19	-0.36	-30.67	5.28	5.28	0.62%																	
2	C	3.6	44.8	-1055.4	-12.20	-1285.7	30.59	1	0.55	0.54	0.93	30.59	0.10%	-7.49	-15.68	-7.49	1.68	0.20%	1.68	2020	6.28	0.75%	1.68	F <sub>a</sub> <sup>BT</sup> (1 bên)										
			-67.7	-1516.6			43.96	3	0.78	0.55	0.93	47.63	-1.60	-22.24	-4.40	1.68	0.20%																	
			-66.6	-1742.3			50.50	3	0.90	0.54	0.93	50.24	-1.06	-26.33	-0.87	1.68	0.20%																	
	Đ		71.9	-1516.6	15.07	-1285.7	30.59	1	0.55	0.53	0.93	30.59	0.10%	-7.79	-15.98	-7.79	1.68	0.20%	1.68	2020	6.28	0.75%	1.68	F <sub>a</sub> <sup>BT</sup> (1 bên)										
			-40.5	-1055.4			43.96	3	0.78	0.55	0.93	47.23	-1.51	-21.94	-4.02	1.68	0.20%																	
			70.5	-1742.3			50.50	3	0.90	0.54	0.93	49.92	-0.97	-26.05	-0.54	1.68	0.20%																	
3	C	3.6	52.5	-988.0	-7.00	-1155.3	28.64	3	0.62	0.58	0.91	28.64	0.10%	-4.28	-12.95	-4.28	1.38	0.20%	2.63	2018	5.09	0.74%	2.63	F <sub>a</sub> <sup>BT</sup> (1 bên)										
			-65.7	-1323.0			38.35	3	0.83	0.57	0.91	38.61	-0.52	-17.74	-0.73	1.38	0.20%																	
			-64.6	-1535.5			44.51	3	0.97	0.55	0.91	40.64	-0.29	-21.60	2.63	2.63	0.38%																	
	Đ		54.6	-1323.0	0.08	-1155.3	28.64	3	0.62	0.58	0.91	28.64	0.10%	-4.28	-12.95	-4.26	1.38	0.20%	2.63	2018	5.09	0.74%	2.63	F <sub>a</sub> <sup>BT</sup> (1 bên)										
			-52.7	-988.0			44.51	3	0.97	0.54	0.91	41.50	-0.67	-22.54	1.55	1.55	0.23%																	
			54.3	-1535.5			38.35	3	0.83	0.55	0.91	39.69	-0.93	-18.75	-1.96	1.38	0.20%																	