

PHẦN I

GIÁO TRÌNH

TÍNH TOÁN KẾT CẤU

VỚI SỰ TRỢ GIÚP CỦA MÁY TÍNH

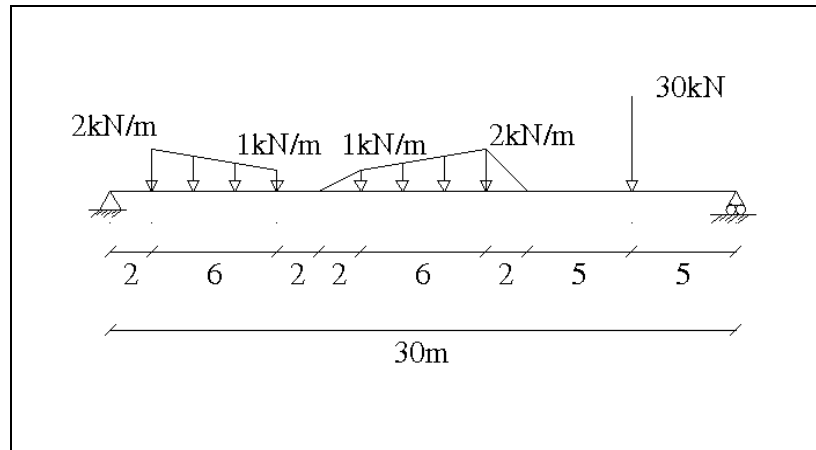
HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG

SAP 2000

1. DẦM LIÊN TỤC
2. HỆ DẦM GHÉP
3. HỆ KHUNG PHẪNG
4. HIỆU CHỈNH KHUNG
5. KHUNG PHỨC TẠP
6. KHUNG KHÔNG GIAN
7. HỆ DẦM GIAO

BÀI TOÁN DẦM LIÊN TỤC

Trong bài tập này bạn sẽ thực tập tính toán một dầm liên tục. Dầm liên tục thường xuất hiện một trong những bài toán về cầu đường với mô hình dưới đây :

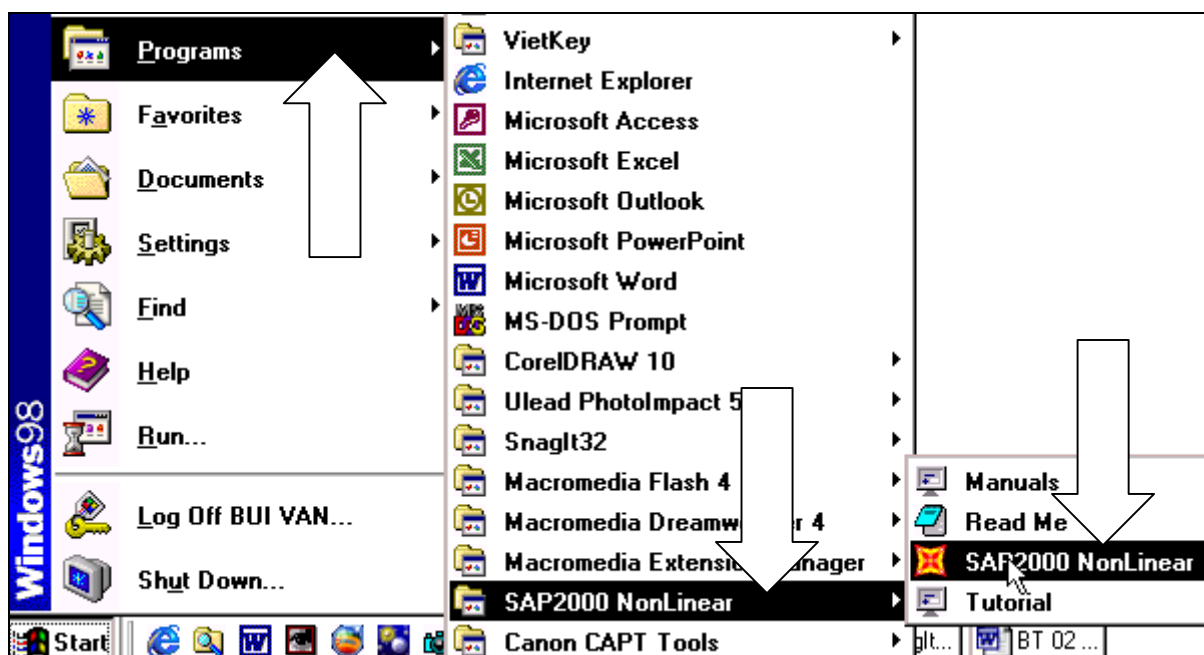


Với số liệu bài toán ban đầu của dầm như sau :

- Dầm đơn giản dài 30 m chịu tải trọng phân bố hình thang
- Vật liệu là thép với mô đun đàn hồi: $E = 1.99e8 \text{ KN/m}^2$
- Hệ số Poisson $\nu = 0.3$.
- Dầm làm bằng thép hình với số hiệu là W21x50.

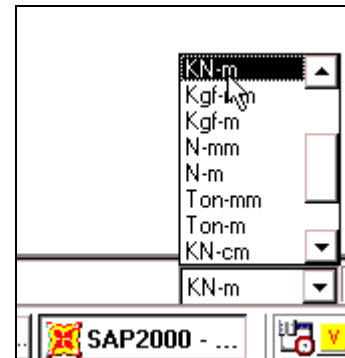
1. KHỞI ĐỘNG SAP 2000

Để giải bài toán, đầu tiên bạn khởi động **Sap** bằng cách vào trình đơn **Start > Programs > SAP 2000 NonLinear > SAP 2000 Non Linear**.



2. ĐƠN VỊ TÍNH

Nhấp chuột vào tam giác bên phải phần dưới của màn hình để thay đổi đơn vị là KN-m.

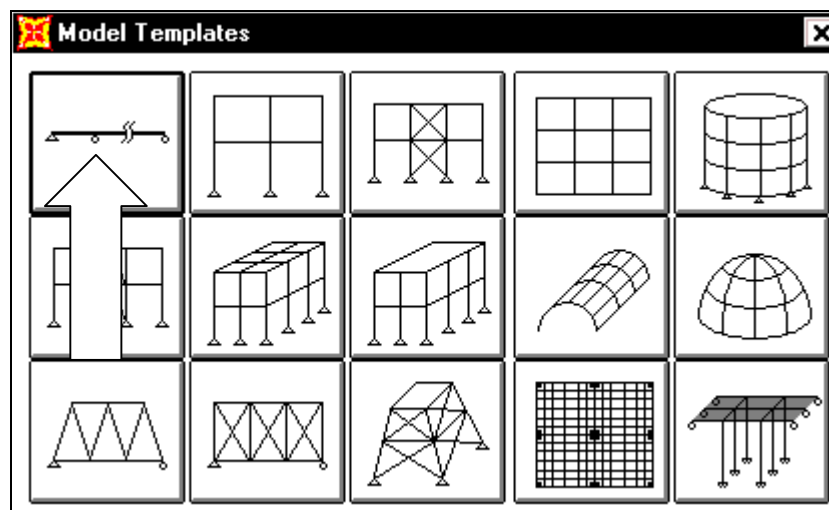


3. TẠO MÔ HÌNH MẪU

Để tạo một mô hình mẫu về dầm liên tục đầu tiên bạn vào trình đơn **File > New Model from Template**.

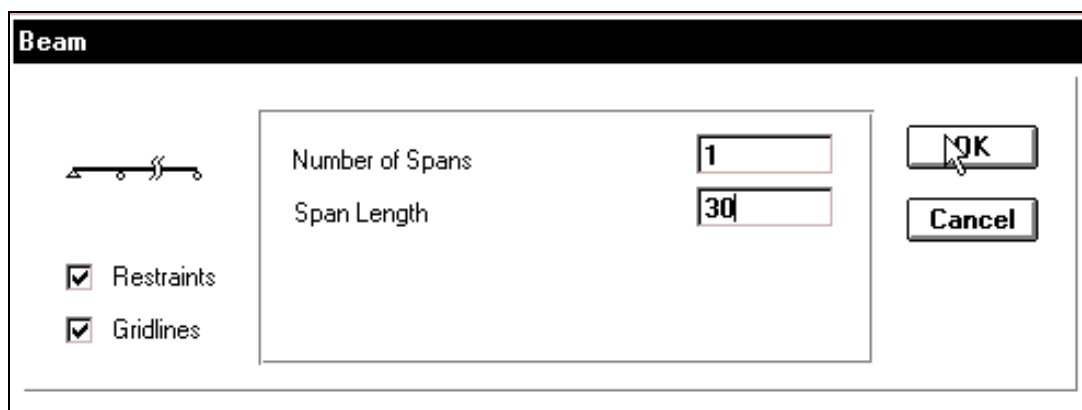


Hộp thoại **Model Template** xuất hiện :



Trong hộp thoại **Model Template** để chọn một mô hình mẫu về dầm liên tục đầu tiên bạn dùng chuột nhấp vào kiểu đầu tiên như hình con trỏ chỉ bên trên để mở hộp thoại **Beam**.

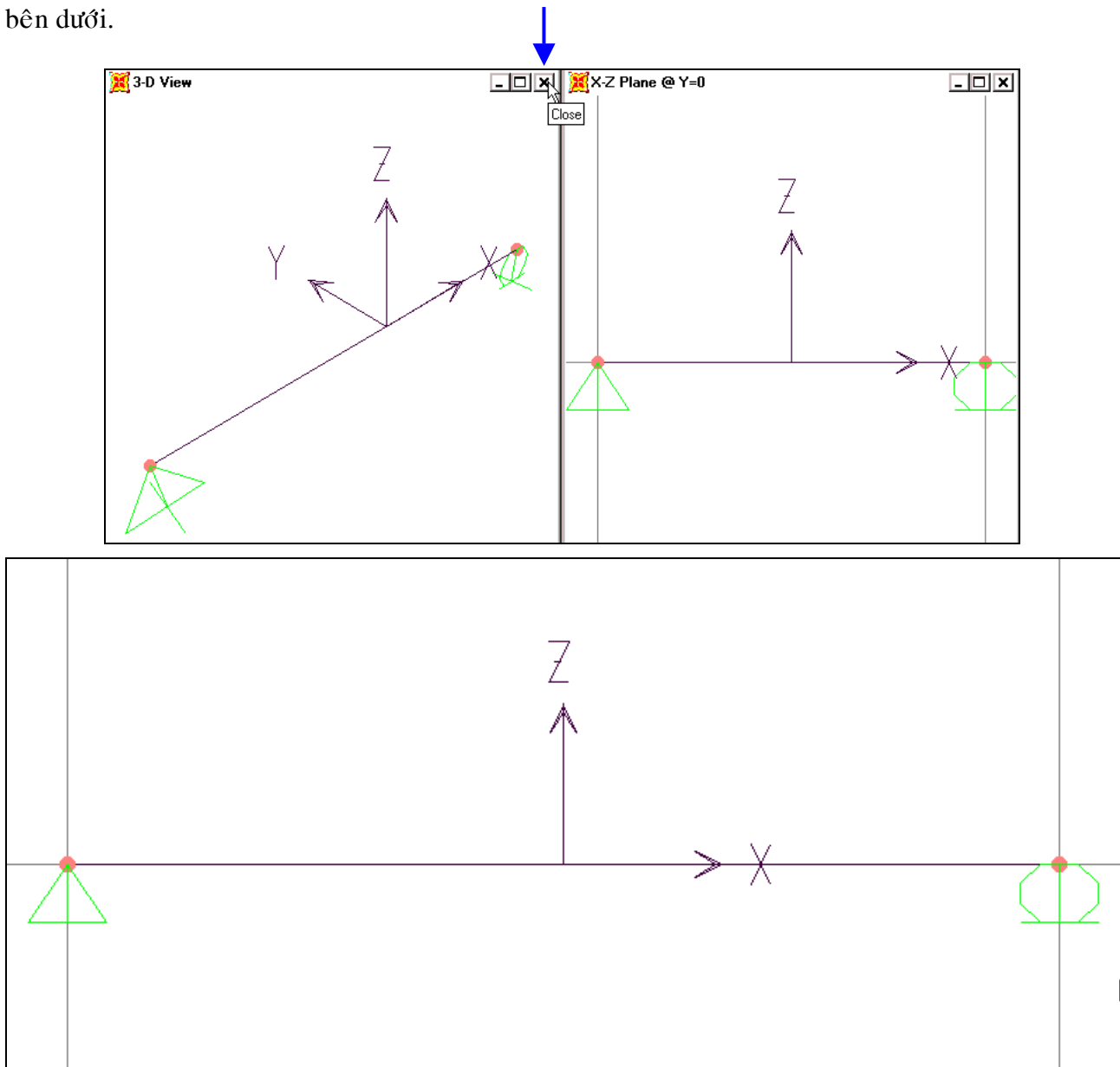
Hộp thoại **Beam** xuất hiện :



Trong hộp thoại **Beam** bạn tiến hành khai báo như sau :

- Nhấp chuột vào **Restraints** để kích chọn điều kiện ràng buộc (liên kết mặc định)
- Trong mục **Number of Spans** (Số nhịp) : 1
- Tại mục **Span Length** (chiều dài của một nhịp) : 30
- Nhấp chọn vào **OK** để đóng hộp thoại **Beam**.

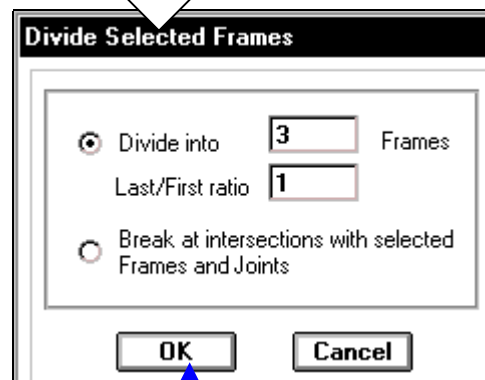
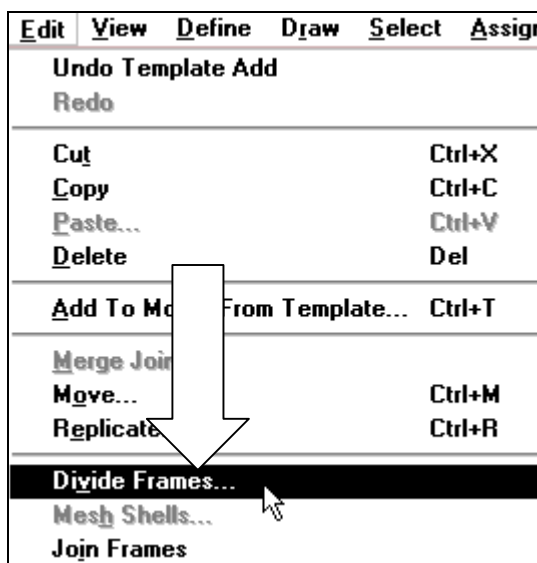
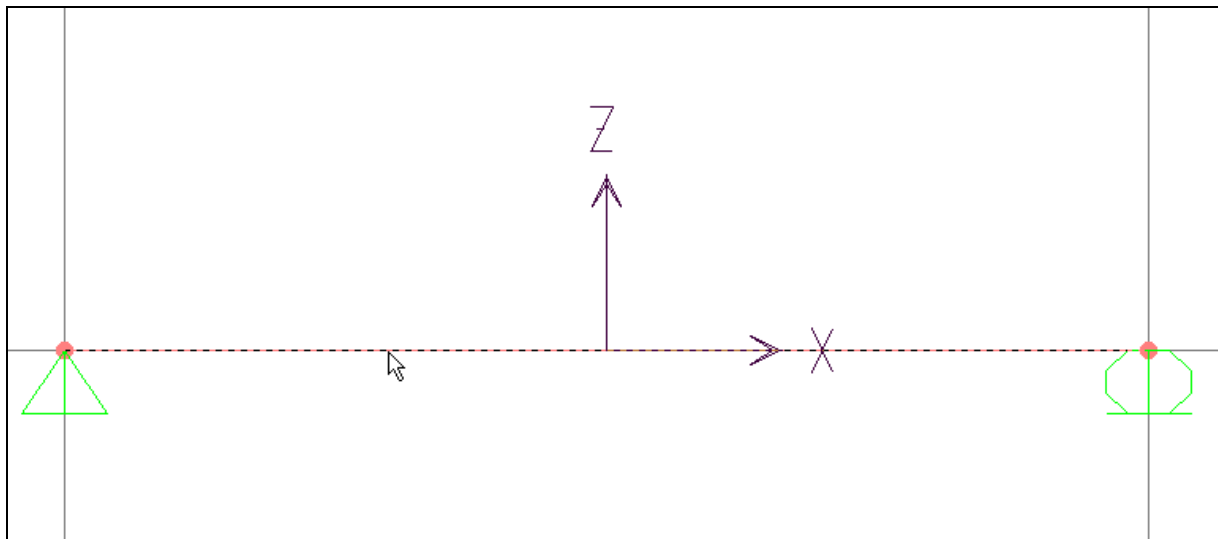
Bây giờ trên màn hình xuất hiện hai cửa sổ làm việc đó là **3-D View** và **X-Y Plane @Y=0** khi đó bạn dùng chuột nhấp chọn vào nút **Close** để đóng cửa sổ **3-D View** như hình con trỏ chỉ bên dưới.



Hình khi thực hiện

4. PHÂN CHIA DẦM

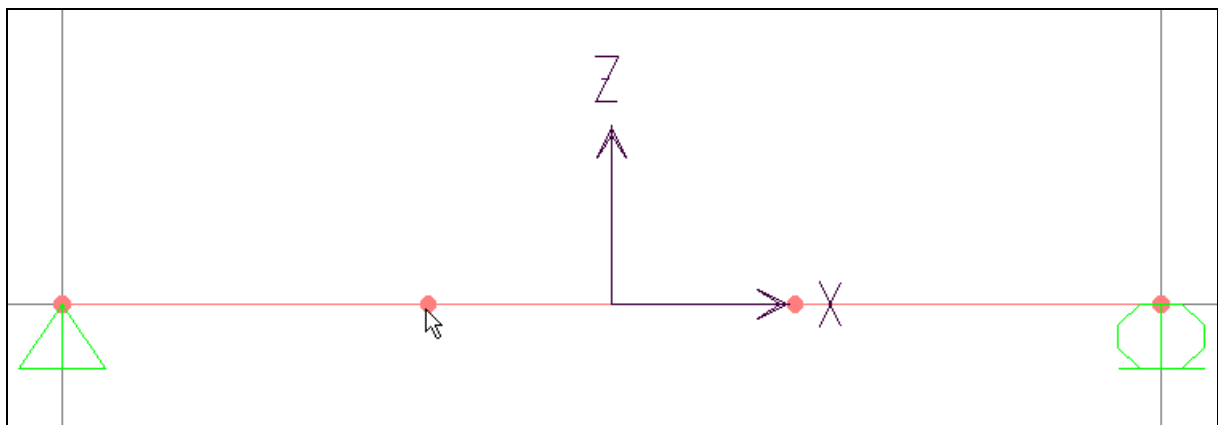
Để chia dầm thành ba phần bằng nhau đầu tiên dùng chuột nhấp chọn dầm, sau đó vào trình đơn **Edit > Divide Frames**.



Hộp thoại **Divide Selected Frames** xuất hiện.

Trong hộp thoại **Divide Selected Frames** bạn tiến hành khai báo cho dầm như sau :

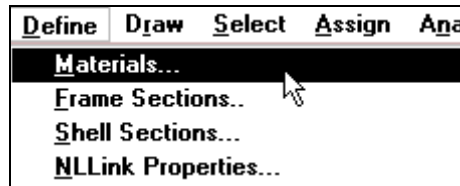
- Nhấp chuột vào **Divide into** (số phân đoạn cần chia) sau đó nhập giá trị là : 3
- Tại mục **Last / First radio** (Tỷ lệ chia) là : 1
- Nhấp chọn **OK** để đóng hộp thoại **Divide Selected Frames**.



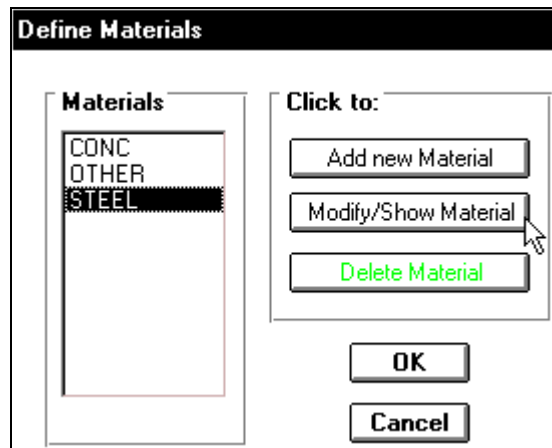
Dầm được chia thành ba phần

5. KHAI BÁO ĐẶC TRƯNG VẬT LIỆU

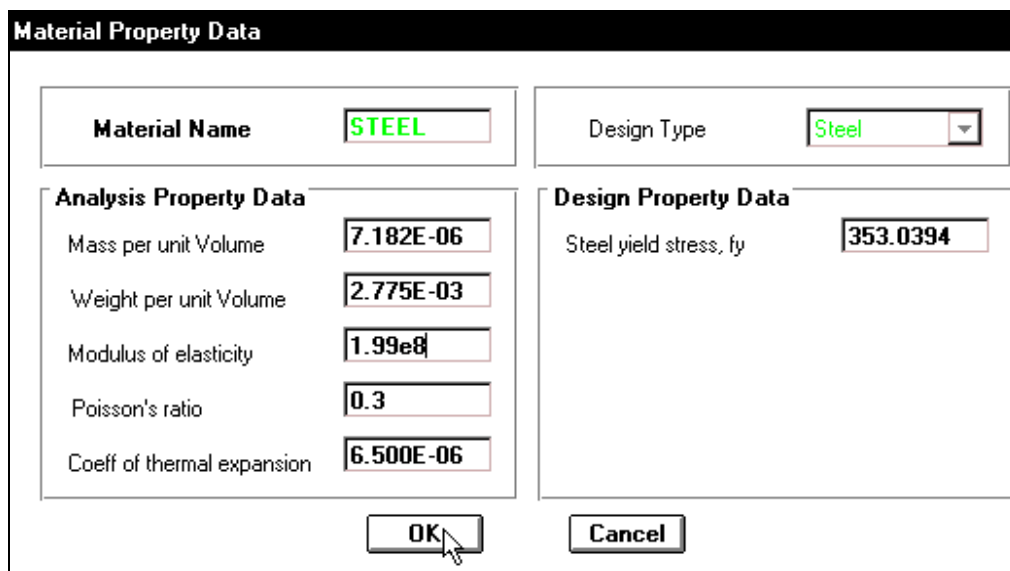
Bây giờ bạn sẽ tiến hành khai báo vật liệu cho dầm bằng cách vào trình đơn **Define > Materials** để mở hộp thoại **Define Materials**.



Hộp thoại **Define Materials** xuất hiện :



Trong hộp thoại **Define Materials** trước tiên bạn dùng chuột nhấp chọn vào **Steel** sau đó nhấp chọn vào **Modify / Show Materials** để mở hộp thoại **Materials Property Data**.

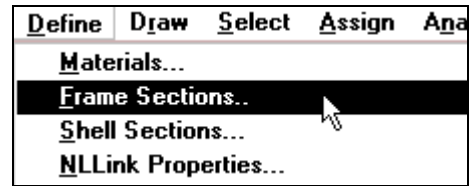


Trong hộp thoại **Materials Property Data** bạn khai báo như sau :

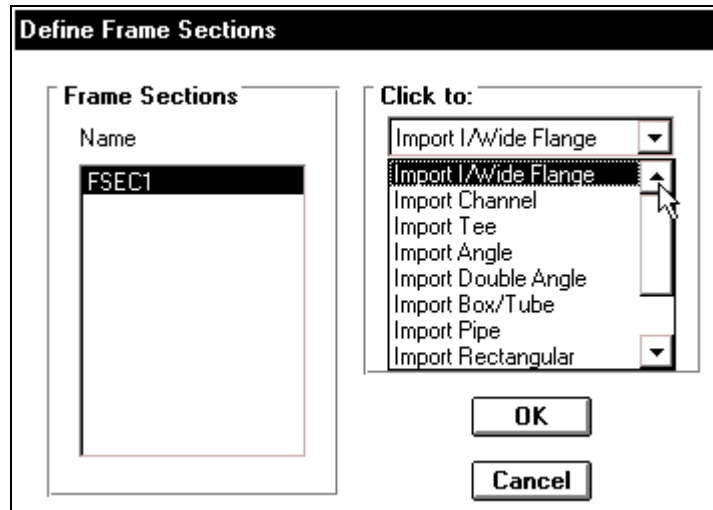
- **Modulus of elasticity** (modul đàn hồi) nhập vào giá trị là 1.99e8.
- **Poissons radio** (hệ số Poatxong) là 0.3
- Những giá trị khác để theo chế độ mặc định.
- Nhấp chọn **OK** để đóng hộp thoại **Materials Property Data**
- Nhấp chọn **OK** để đóng hộp thoại **Define Materials**

6. KHAI BÁO ĐẶC TRƯNG HÌNH HỌC

Theo đề bài đã cho dầm được làm bằng thép hình W21x50 vì vậy bạn tiến hành khai báo như sau : Đầu tiên bạn vào trình đơn **Define > Frame Sections** để xuất hiện hộp thoại **Define Frame Sections**.

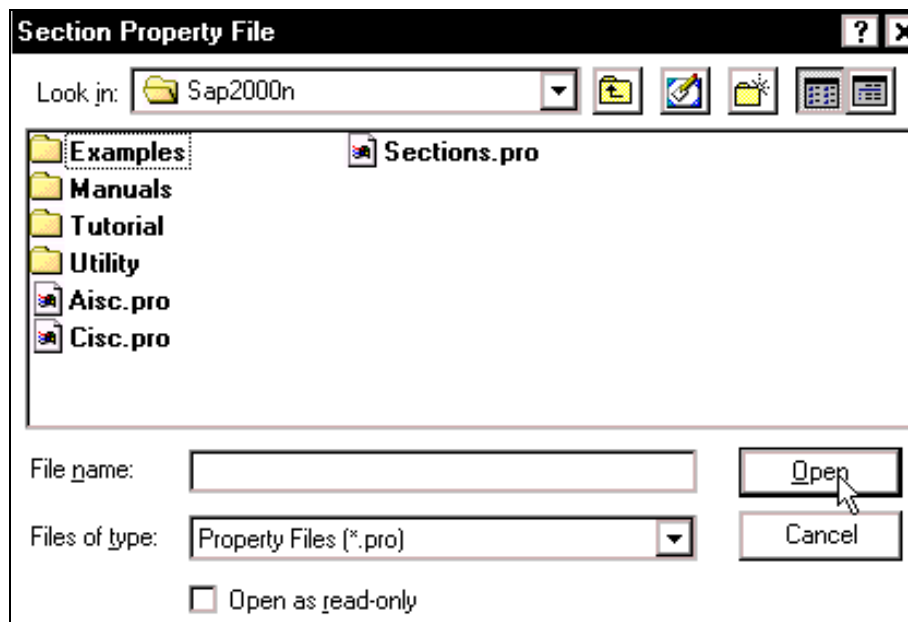


Hộp thoại **Define Frame Sections** xuất hiện :



Trong hộp thoại **Define Frame Sections** bạn thực hiện theo trình tự sau:

- Trong mục **Click to** bạn dùng chuột nhấp vào tam giác bên phải của tab đầu tiên sau đó di chuyển thanh trượt để chọn **Import / Wide Flange** khi đó xuất hiện hộp thoại **Section Property File**.

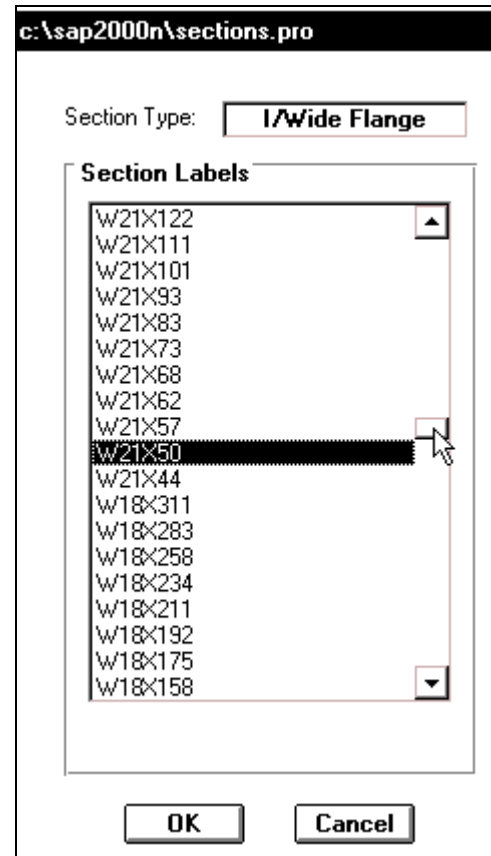


Trong hộp thoại **Section Property File** bạn chỉ đường dẫn đến **Sap2000n** (trong mục **Look in**) sau đó nhấp chọn vào thư mục **Sections. Pro** và chọn **Open** để xuất hiện **c:\sap2000\sections.pro**.

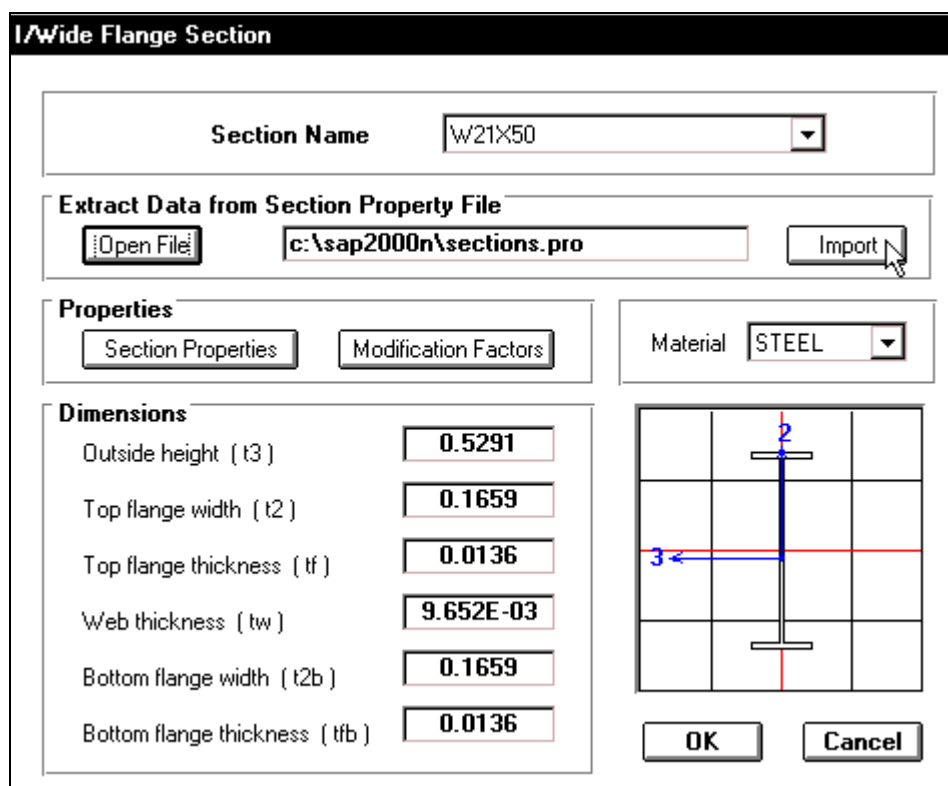
(Chú ý “c” xuất hiện ở đây vì chương trình sap2000n trước đây cài trong ổ đĩa có tên c)

Hộp thoại **c:\sap2000\sections.pro** xuất hiện.

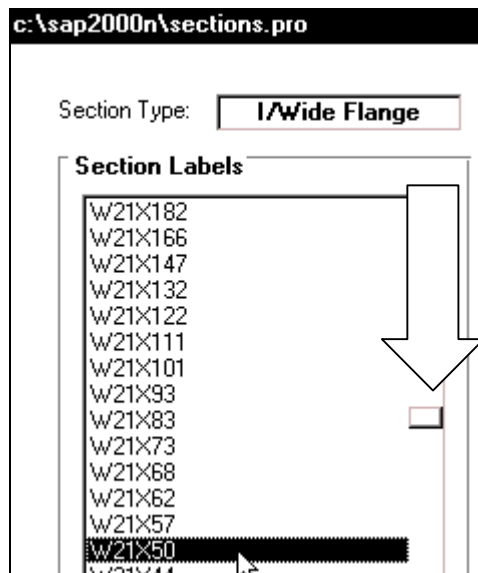
Trong hộp thoại **c:\ sap2000 \ sections.pro** tại mục **sections Labels** bạn dùng chuột nhấn và giữ chuột vào thanh trượt đứng bên phải để chọn **W21x50** sau đó nhấp chọn **OK** để xuất hiện hộp thoại **I/Wide Flange Section**.



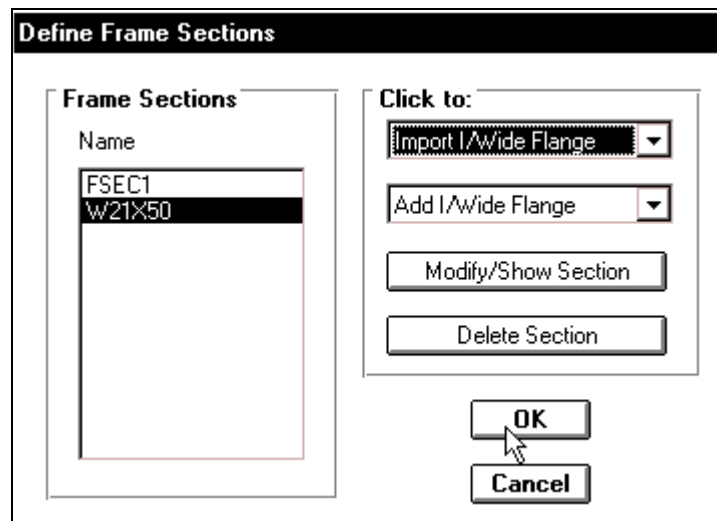
Hộp thoại **I/Wide Flange Section** xuất hiện.



Trong hộp thoại **I/Wide Flange Section** bạn nhấp chuột vào mục **Import** để xuất hiện hộp thoại **c:\sap2000\sections.pro** trở lại, bạn nhấp chuột vào thanh trượt đứng bên phải để chọn **W21x50**, chọn xong nhấp **OK**.



Hộp thoại **Define Frame Sections** xuất hiện, bạn nhấp chọn **W21X50** và chọn **OK** để đóng hộp thoại.



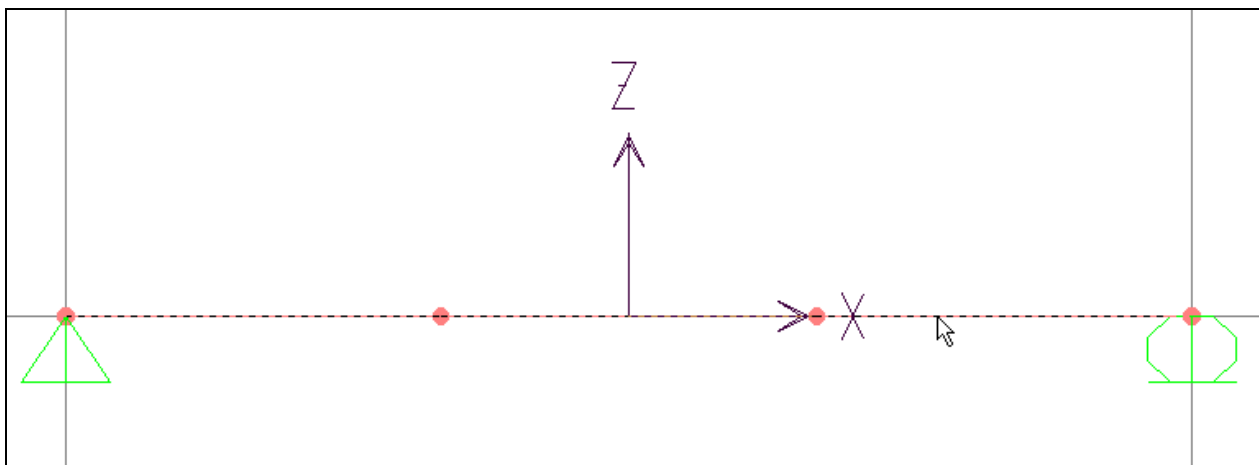
- Nhấp chọn **OK** để đóng mục **I/Wide Flange Section**.

Lúc bây giờ trên màn hình xuất hiện hộp thoại **Define Frame Sections** có tên W21x50 mà bạn vừa thực hiện, tiếp theo bạn nhấp chọn **OK** để đóng hộp thoại **Define Frame Sections**.

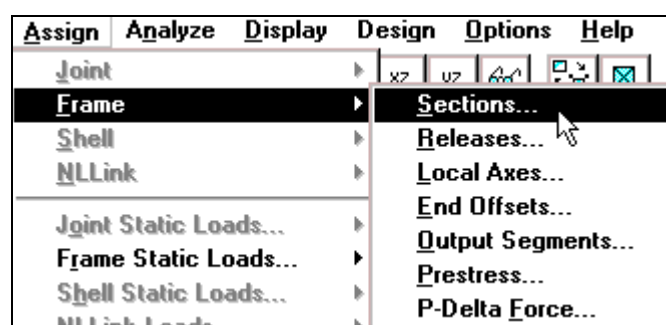
7. GÁN ĐẶC TRƯNG CHO DẦM

Để gán tiết diện **W21x50** cho toàn bộ dầm bạn thực hiện như sau :

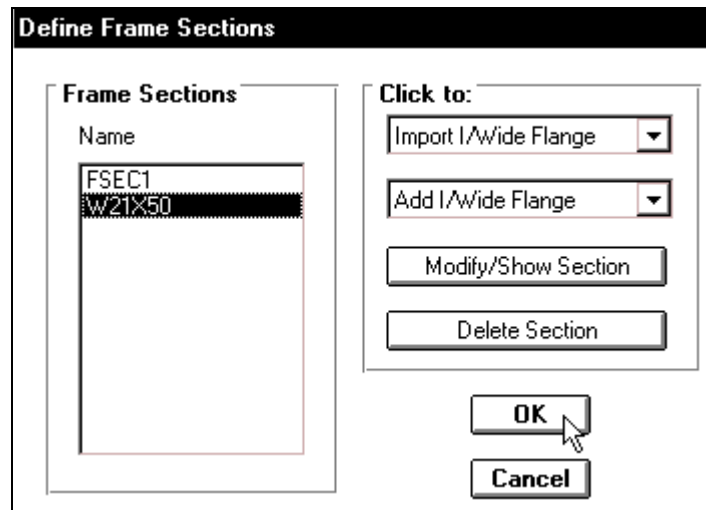
- Dùng chuột nhấp chọn 3 thanh dầm (khi được chọn, hình dầm trở thành những đường chấm chấm).



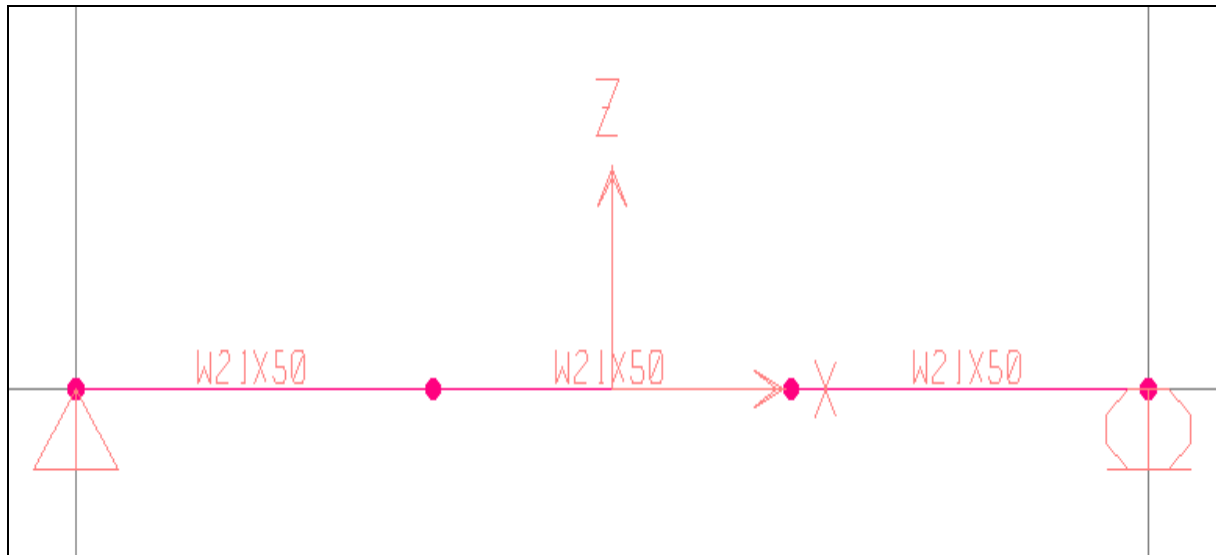
Tiếp theo vào trình đơn **Assign > Frame > Sections**.



Hộp thoại **Define Frame Sections** xuất hiện.



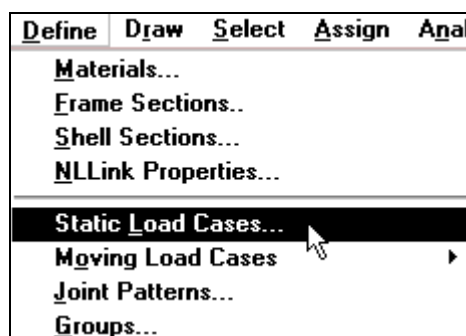
Trong hộp thoại **Define Frame Sections** tại mục **Frame Sections** bạn nhấp chọn vào **W21x50** sau đó nhấp chọn vào **OK** để đóng hộp thoại **Define Frame Sections**.



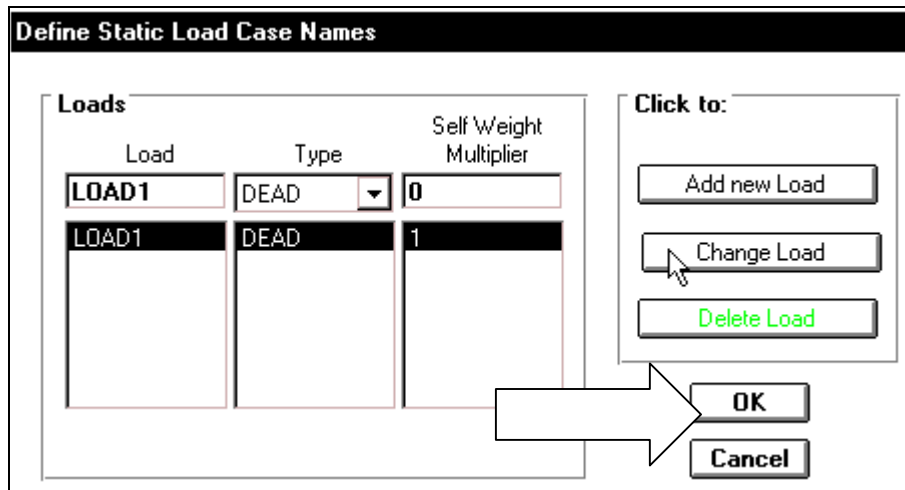
Hình khi thực hiện

8. KHAI BÁO TẢI TRỌNG

Khai báo trường hợp tải, đầu tiên bạn vào trình đơn **Define > Static Load Cases**.



Hộp thoại **Define Static Load Cases Names** xuất hiện.

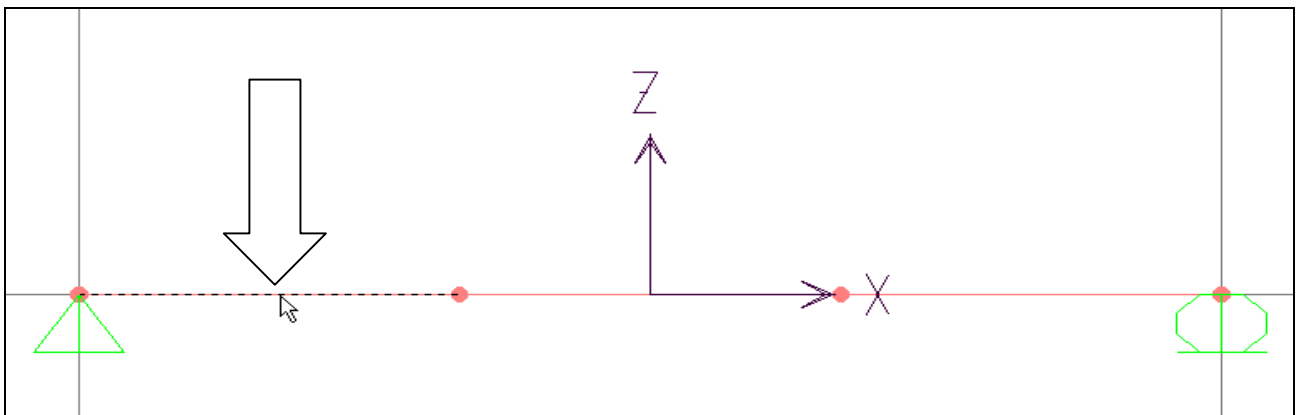


Trong hộp thoại **Define Static Load Cases Names** tại mục **Load** bạn chọn trường hợp tải là **LOAD 1**, trong mục **Self Weight Multiplier** (hệ số trọng lượng bản thân) nhập vào giá trị là 0. Tại hộp **Click to** nhấp chuột vào **Change Load** để thay đổi giá trị vừa nhập vào sau đó nhấp chọn **OK** để đóng hộp thoại.

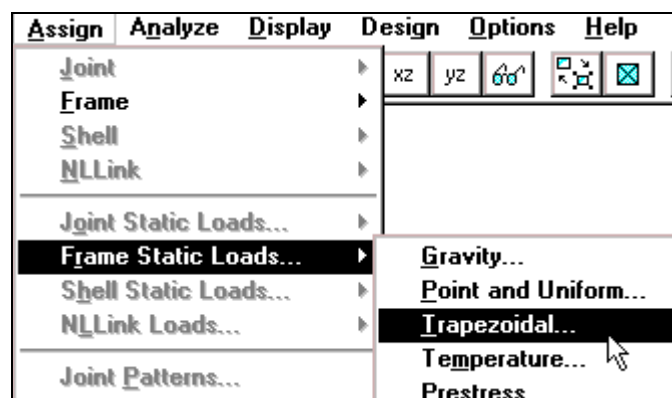
9. KHAI BÁO TẢI PHÂN BỐ

Tải phân bố của dầm này gồm ba thành phần, để khai báo được ba thành phần đó bạn tiến hành thực hiện theo trình tự sau:

- Nhấp chuột vào phần tử thứ nhất (tính từ trái sang phải) như hình con trỏ chỉ bên dưới (đoạn thẳng đứt khúc).



Theo bài toán ban đầu tải phân bố hình thang vì vậy bạn vào trình đơn **Assign > Frame Static Loads > Trapezoidal**.



Hộp thoại **Trapezoidal Span Loads** xuất hiện :

Trong hộp thoại **Trapezoidal Span Loads** bạn khai báo theo trình tự sau:

- Tại mục **Load Case Name** nhấn và giữ chuột vào tam giác bên phải để chọn **LOAD1**.
- Tại mục **Load type and Direction** (loại và hướng tải trọng tác dụng) nhấp chọn **Forces** (lực).
- Tại mục **Direction** (hướng trục tác dụng) nhấp chuột vào tam giác bên phải để chọn **Global Z**.
- Trong mục **Trapezoidal Loads** (tải trọng hình thang) trước tiên bạn nhấp chuột vào **Absolute distance from End-I** để định khoảng cách nhập vào là tuyệt đối sau đó bạn nhập vào những giá trị như sau :

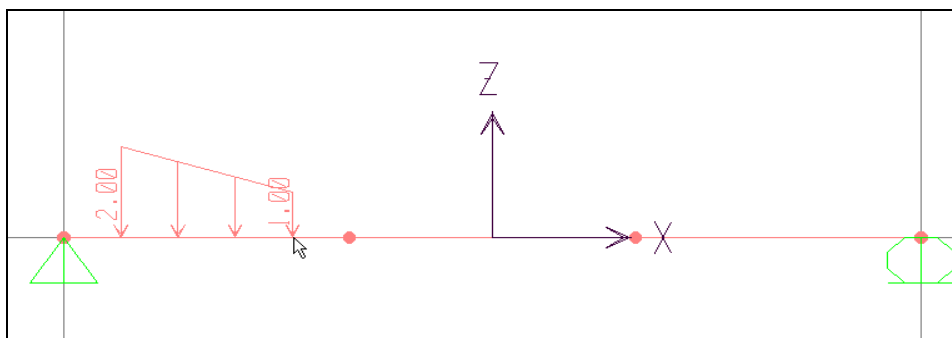
<i>Distance</i>	2	2	8	8
<i>Load</i>	-2	-2	-1	-1

Giải thích về cách nhập giá trị :

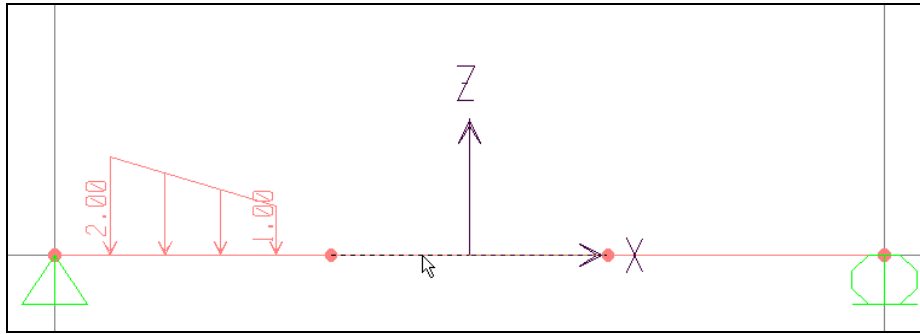
Distance là khoảng cách từ nút đầu của phần tử đến vị trí đặt lực tập trung.

Load là giá trị của tải trọng tập trung ở vị trí tương ứng .

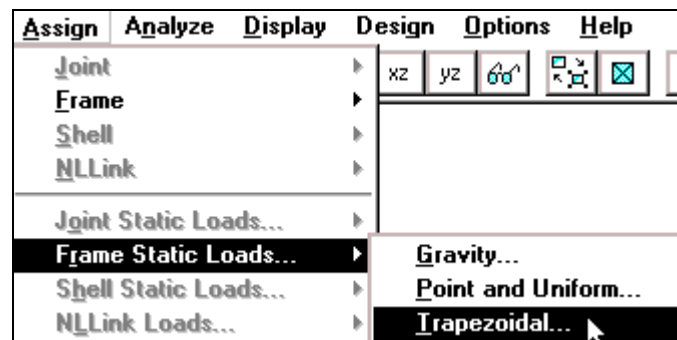
- Nhấp chọn **OK** để đóng hộp thoại **Trapezoidal Span Loads**.



- Nhấp chuột vào phần tử thứ hai (tính từ trái sang phải) như hình con trỏ chỉ bên dưới



Tương tự như trên, bạn vào trình đơn **Assign > Frame Static Loads > Trapezoidal** để mở hộp thoại **Trapezoidal Span Loads**.



Hộp thoại **Trapezoidal Span Loads** xuất hiện :

Trapezoidal Span Loads

Load Case Name:

Load Type and Direction: ☒ Forces ☐ Moments
Direction:

Options: ☒ Add to existing loads ☐ Replace existing loads ☐ Delete existing loads

Trapezoidal Loads:

	1.	2.	3.	4.
Distance	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="10"/>
Load	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="-1"/>	<input type="text" value="-2"/>	<input type="text" value="0"/>

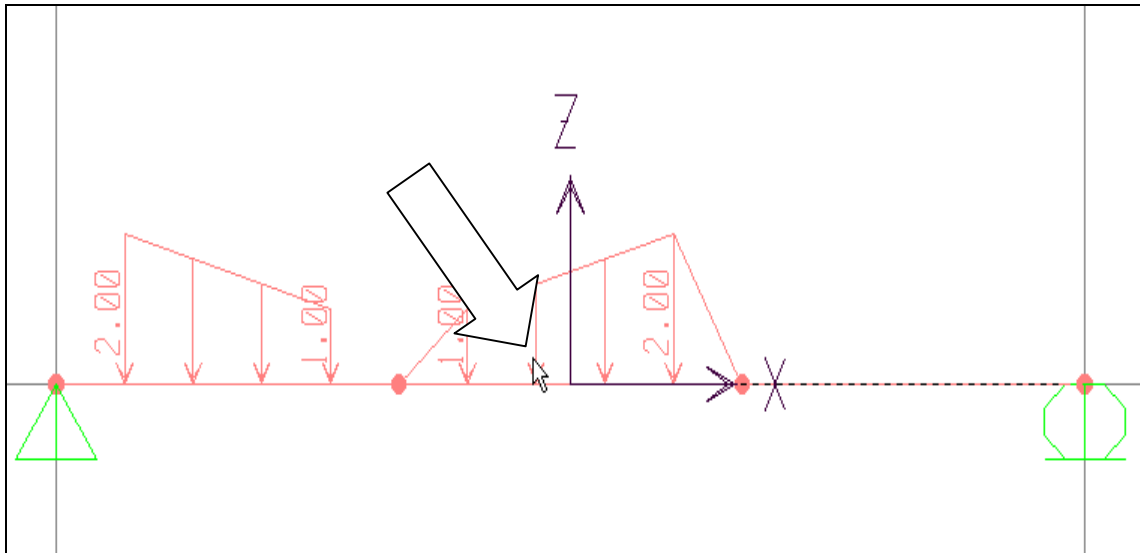
☐ Relative Distance from End-I ☒ Absolute Distance from End-I

OK Cancel

Trong hộp thoại **Trapezoidal Span Loads** bạn nhập vào những giá trị như sau :

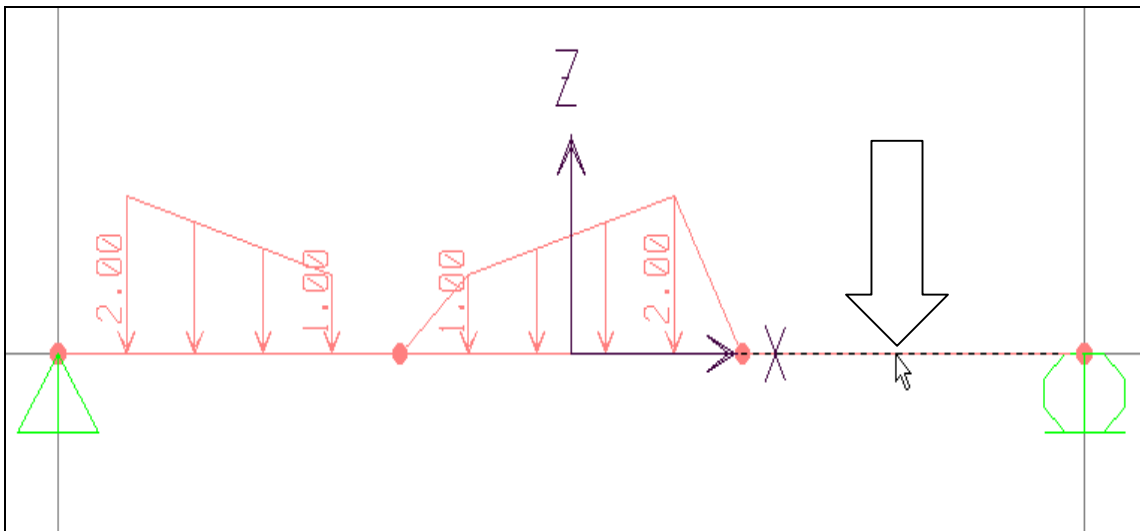
Distance	0	2	8	10
Load	0	-1	-2	0

- ✓ Nhấp chọn **OK** để đóng hộp thoại **Trapezoidal Span Loads**.



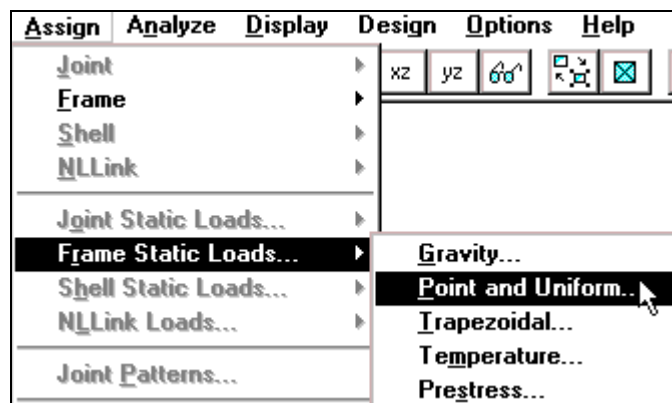
Hình khi gán tải trọng vào phần tử thứ 2

- Nhấp chuột vào phần tử thứ ba (tính từ trái sang phải).



Hình khi nhấp chuột vào phần tử thứ 3

Bây giờ bạn vào trình đơn **Assign > Frame Static Loads > Point and Uniform** để mở hộp thoại **Point and Uniform Span Loads**.



Hộp thoại **Point and Uniform Span Loads** xuất hiện :

Point and Uniform Span Loads

Load Case Name: **LOAD1**

Load Type and Direction

☒ Forces ☐ Moments

Direction: **Global Z**

Options

☒ Add to existing loads
☐ Replace existing loads
☐ Delete existing loads

Point Loads

	1.	2.	3.	4.
Distance	5.	0.	0.	0.
Load	-30.	0.	0.	0.

☐ Relative Distance from End-I ☒ Absolute Distance from End-I

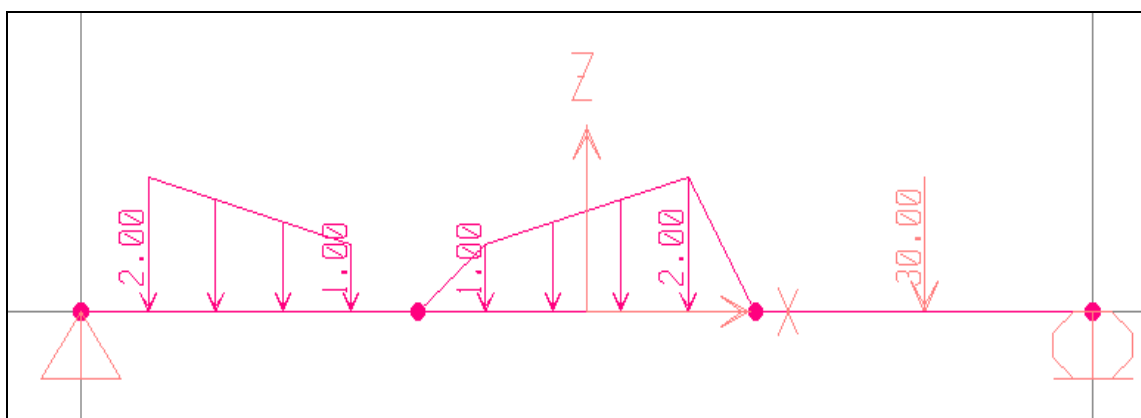
Uniform Load

0.

OK Cancel

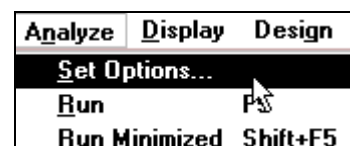
Trong hộp thoại **Point and Uniform Span Loads** bạn khai báo như sau :

- Tại mục **Load Case Name** nhấp và giữ chuột vào tam giác bên phải để chọn **LOAD1**.
- Nhấp chuột vào **Absolute Distance from End-I**
- Tại mục **Load type and Direction** nhấp chọn **Forces**.
- Tại mục **Direction** nhấp chuột vào tam giác bên phải để chọn **Global Z**.
- Tại **Point Loads** tại **Distance** nhập giá trị là **5** (vào hộp số 1), **Load** : **-30**.
- Những giá trị khác không khai báo.
- Nhấp chọn **OK** để đóng hộp thoại

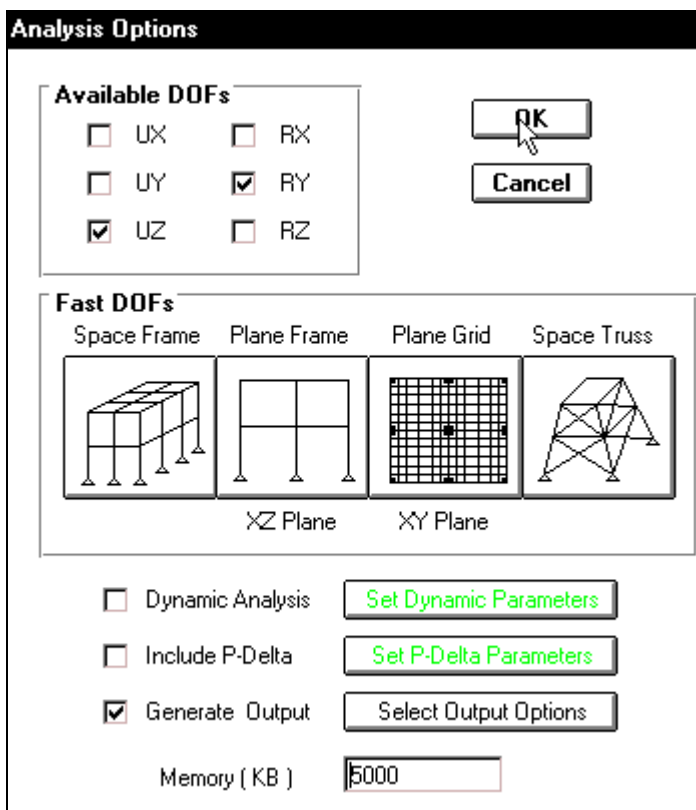


10. GIẢI BÀI TOÁN

Khai báo bắt tự do và xuất kết quả bằng cách vào trình đơn **Analyze > Set Options**. (Để hiểu bắt tự do bạn hãy xem bài toán khung phẳng).



Hộp thoại **Analysis Options** xuất hiện :

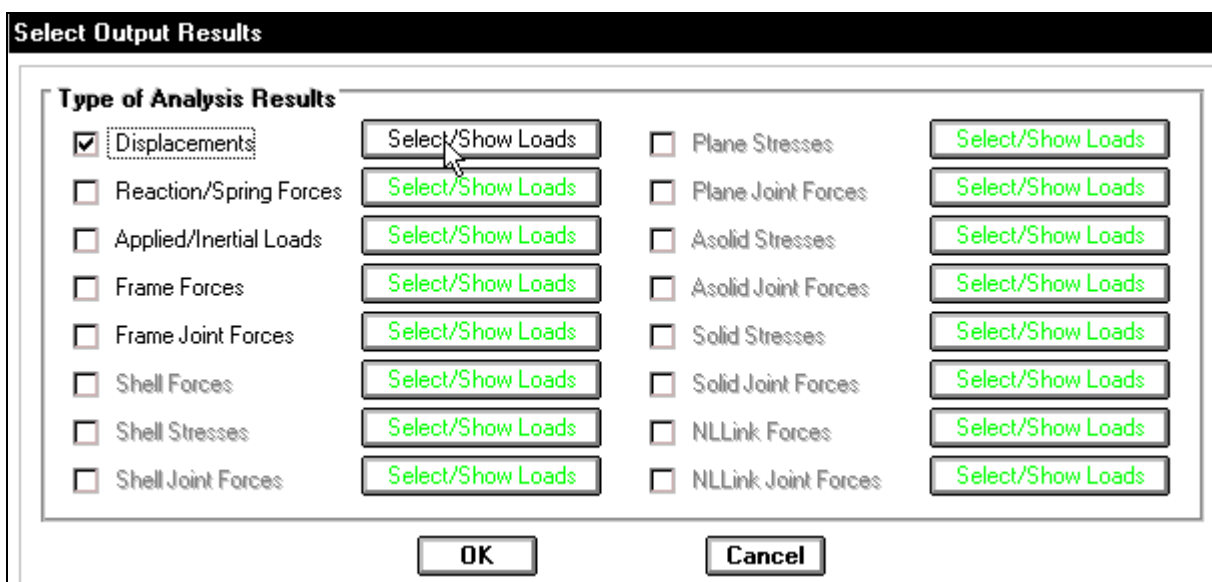


Trong hộp thoại **Analysis Options** bạn thực hiện theo trình tự sau :

- Tại mục **Available DOFs** (các thông số về bậc tự do theo các phương) bạn dùng chuột nhấp chọn vào **UZ** và **RY** (như trong hộp thoại trên)

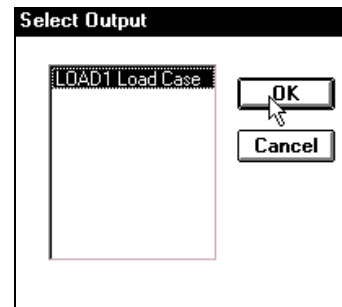
Nhấp chuột vào **Generate Output** sau đó nhấp chọn **Select Output Options** để mở hộp thoại **Select Output Results**.

Hộp thoại **Select Output Results** xuất hiện.



Trong hộp thoại **Select Output Results** dùng chuột nhấp chọn vào **Displacements** để đưa thông số chuyển vị tại nút ra file kết quả, sau đó nhấp chọn vào **Select/ Show Loads** để mở hộp thoại **Select Output**.

Hộp thoại **Select Output** xuất hiện :



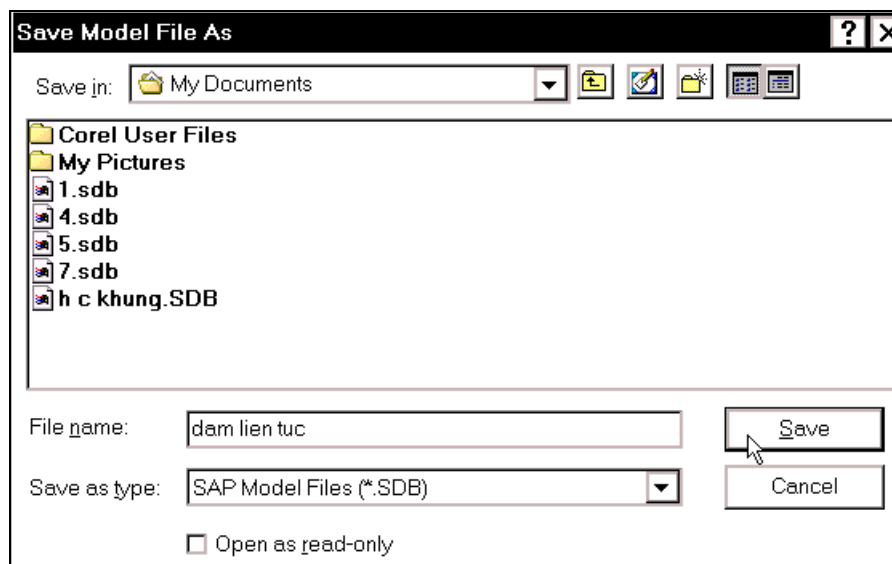
Trong hộp thoại **Select Output** bạn nhấp chọn vào **LOAD1 Load Case** và nhấp **OK** để đóng hộp thoại.

- Nhấp chuột vào **Reaction/ Spring Forces** và thực hiện như trên để đưa thông số về phản lực hoặc nội lực trong gối đàn hồi
- Tương tự nhấp chọn vào **Frame Forces** để đưa ra nội lực của phần tử **Frame**
- Nhấp chọn **OK** để đóng hộp thoại **Select Output Results**.
- Nhấp chọn **OK** để đóng hộp thoại **Analysis Options**.

Tiếp theo bạn vào trình đơn **Analyze > Run** hay dùng phím **F5** trên bàn phím để giải bài toán.



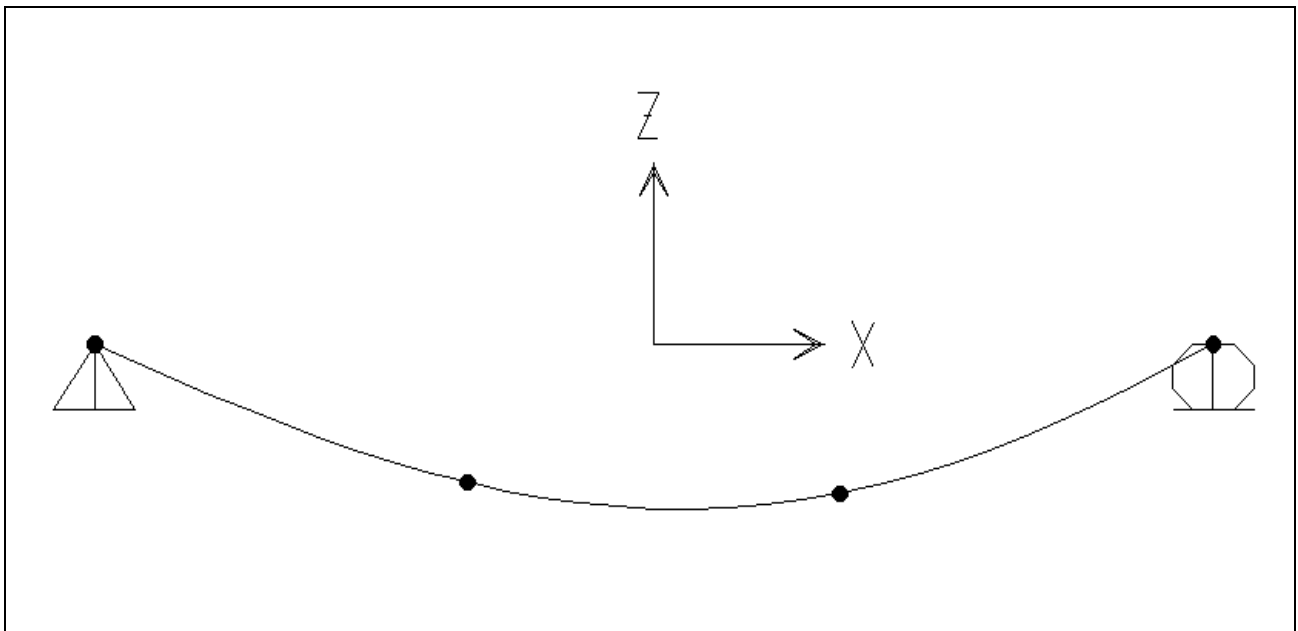
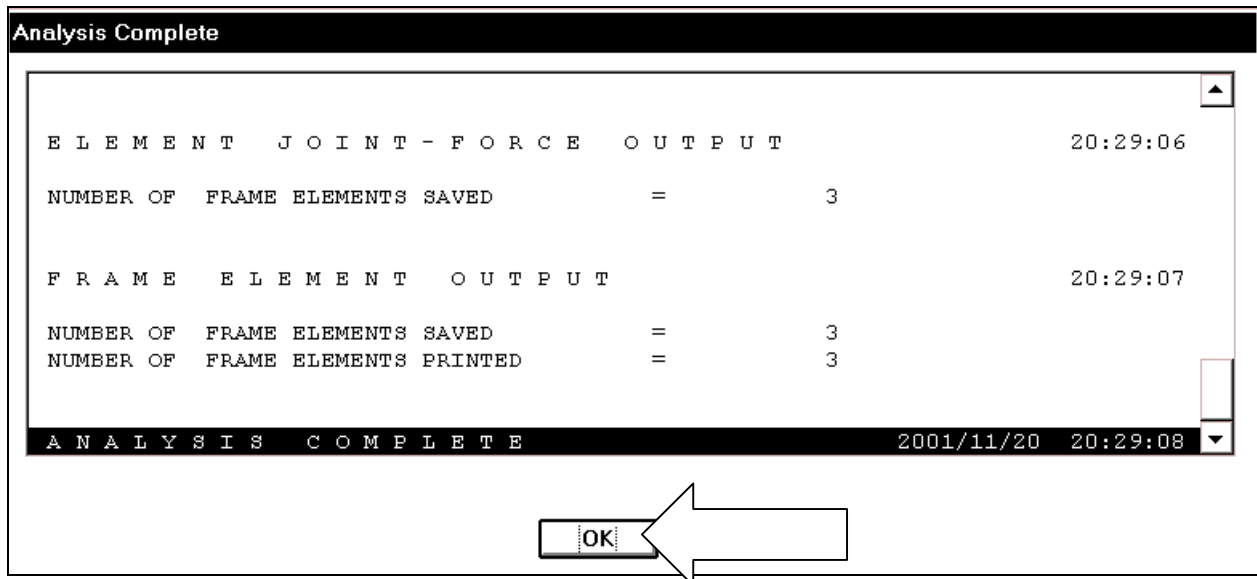
Khi đó bạn thấy xuất hiện hộp thoại **Save Model File As** .



Trong hộp thoại **Save Model File As** trong mục **Save in** bạn chỉ đường dẫn để lưu file, trong mục **File name** bạn đặt tên cho file là “dam lien tục” và nhấp chọn **Save** để file được lưu.

Khi máy giải xong nếu có lỗi sẽ thấy xuất hiện dòng chữ **ERROR**. Bạn dùng thanh trượt đứng bên phải để xem có lỗi hay không. Nếu có, bạn phải kiểm tra lại dữ liệu và thực hiện lại bước giải.

Nếu quá trình giải không có lỗi bạn sẽ nhận được một bảng thông báo có hàng chữ **ANALYSIS COMPLETE** khi đó bạn nhấp chọn vào **OK** để xem trực tiếp về chuyển vị.

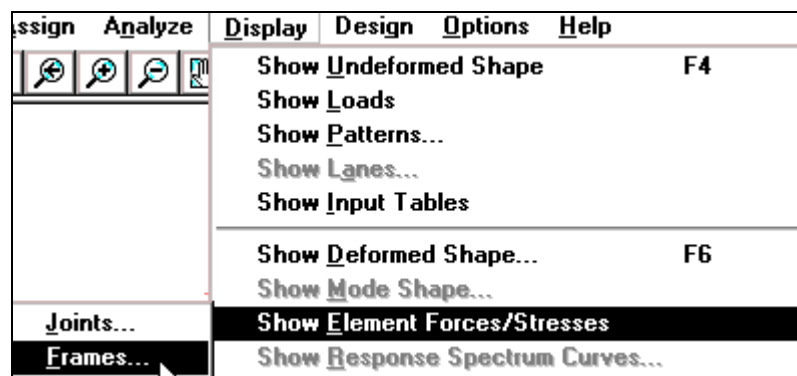


Kết quả chuyển vị của dầm

11. XEM KẾT QUẢ

Biểu đồ lực cắt

Để xem biểu đồ nội lực, đầu tiên bạn vào trình đơn **Display > Show Element Forces/Stresses > Frames**.



- Hộp thoại **Member Force Diagram for Frames** xuất hiện.
- Trong hộp thoại **Member Force Diagram for Frames** bạn dùng chuột nhấp vào **Shear 2-2** để xem lực cắt theo phương của trục **X**.

Chú ý : Nếu muốn xem biểu đồ lực cắt bạn dùng chuột nhấp chọn vào **Fill Diagram**.

Nếu muốn xem giá trị về biểu đồ lực cắt bạn nhấp chọn vào **Show Values on Diagram**.

Member Force Diagram for Frames

Load: LOAD1 Load Case

Component

☐ Axial Force ☐ Torsion

☒ Shear 2-2 ☐ Moment 2-2

☐ Shear 3-3 ☐ Moment 3-3

Scaling

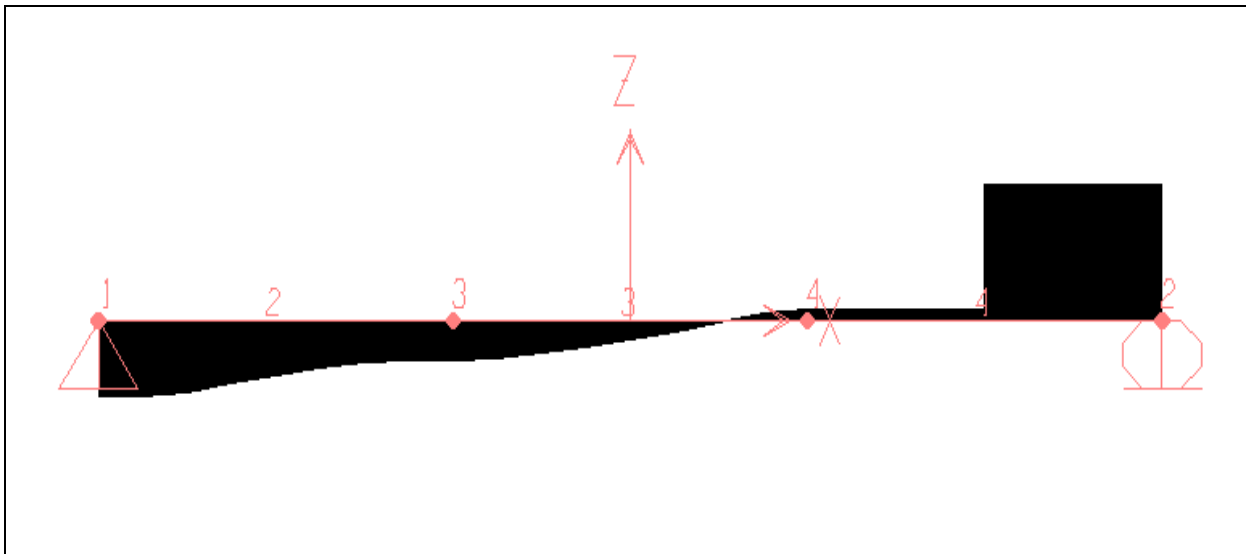
☒ Auto

☐ Scale Factor:

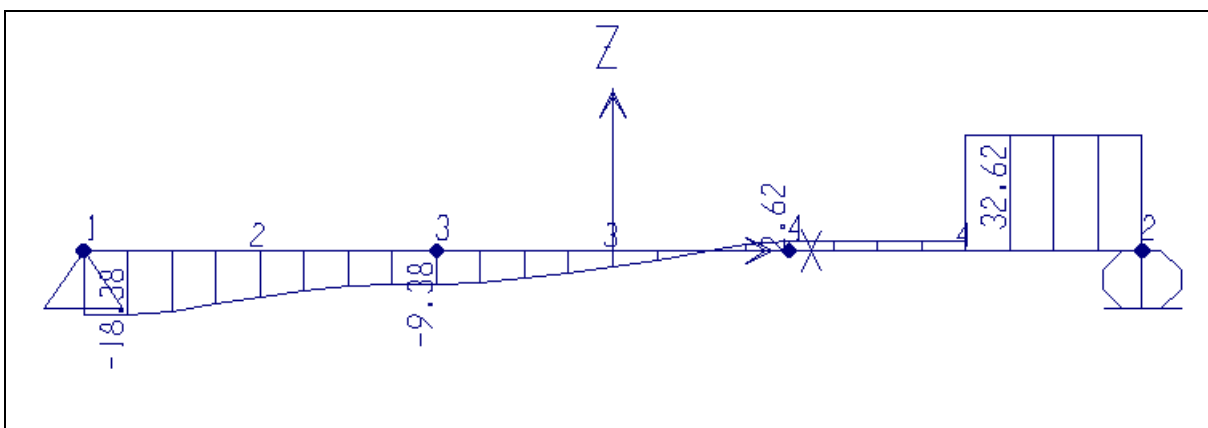
☒ Fill Diagram

☐ Show Values on Diagram

OK Cancel



Biểu đồ lực cắt



Giá trị biểu đồ lực cắt

Biểu đồ Momen

Tương tự như vậy, bạn thực hiện lại bước trên khi hộp thoại **Member Force Diagram for Frames** xuất hiện, bạn dùng chuột nhấp chọn vào **Momen 3-3** để xem momen xoắn quanh trục địa phương 3 và nhấp chọn vào **OK** để đóng hộp thoại.

Member Force Diagram for Frames

Load LOAD1 Load Case

Component

☐ Axial Force
☐ Shear 2-2
☐ Shear 3-3

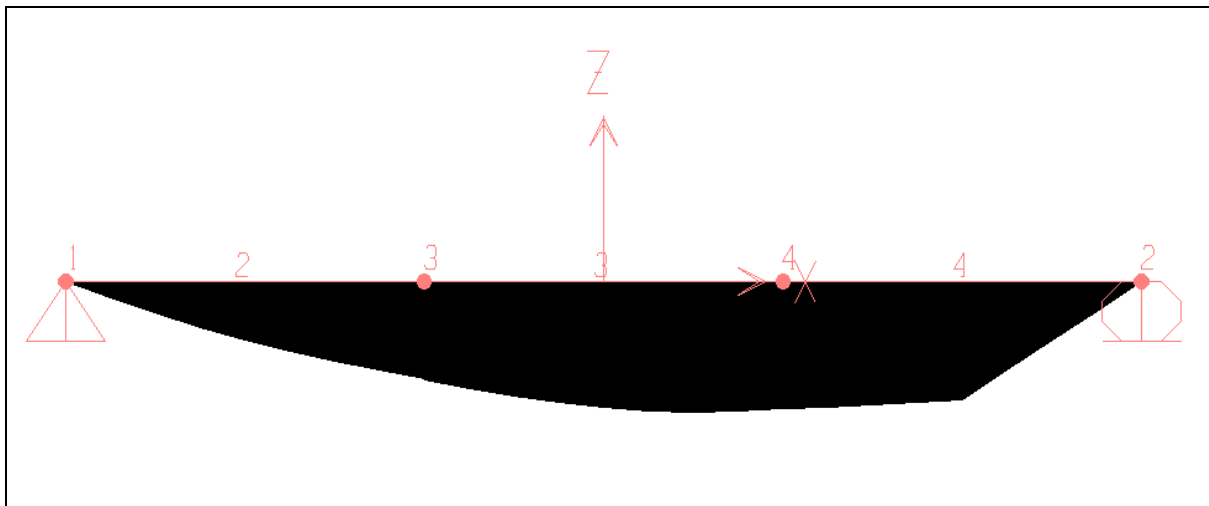
☐ Torsion
☐ Moment 2-2
☒ **Moment 3-3**

Scaling

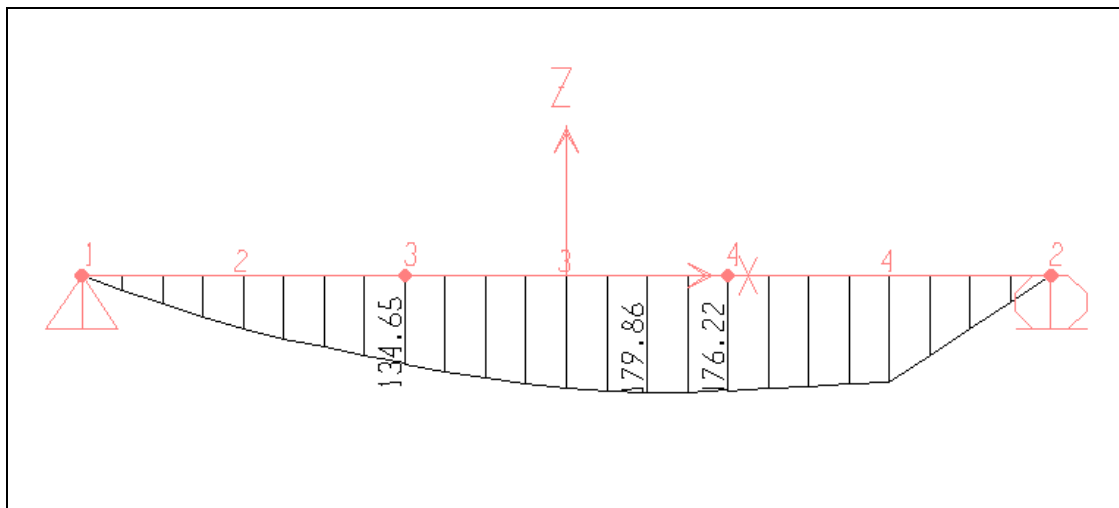
☒ Auto
☐ Scale Factor

☒ Fill Diagram
 ☐ Show Values on Diagram

OK
Cancel



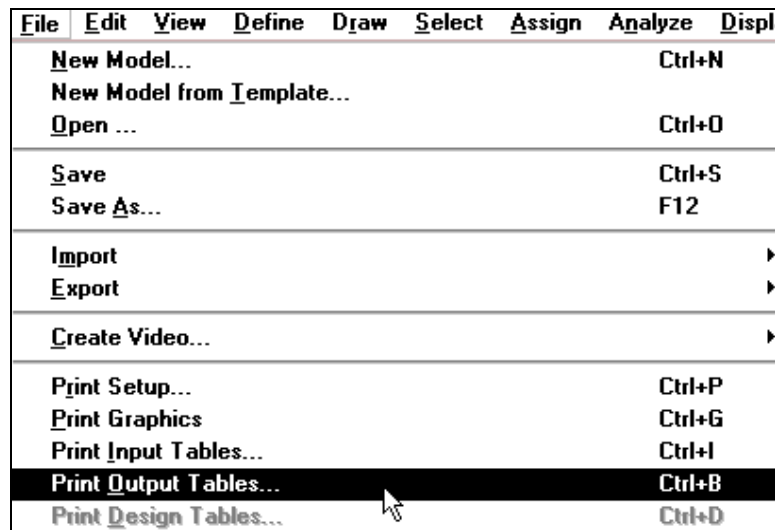
Biểu đồ Momen



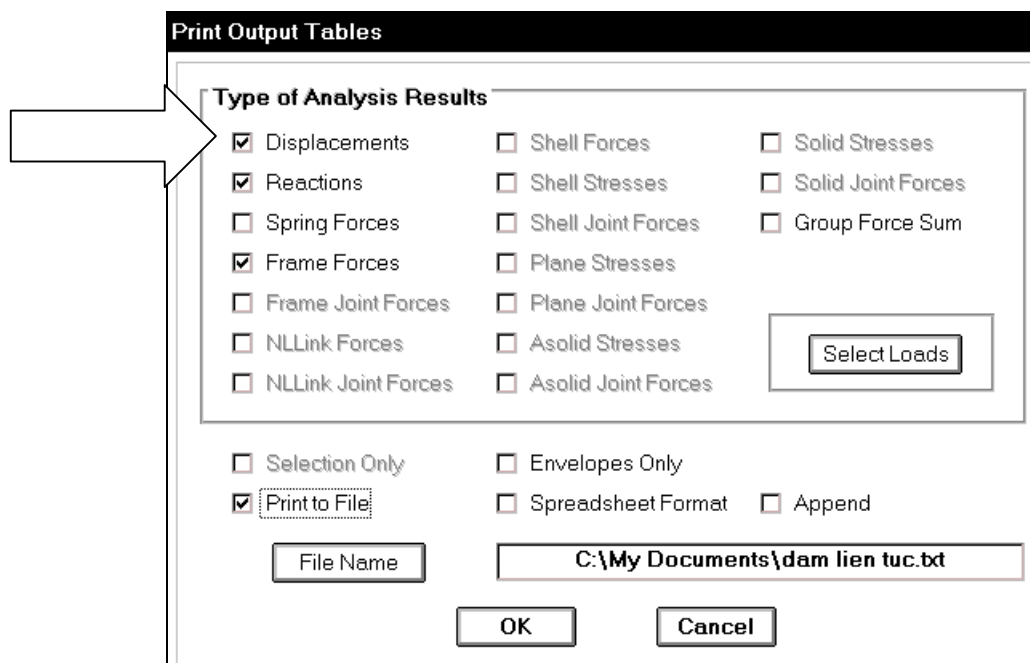
Giá trị của biểu đồ Momen

12. IN KẾT QUẢ

Sau khi thực hiện xong, muốn in kết quả ra giấy bạn vào trình đơn **File > Print Output Tables** hay bạn nhấn tổ hợp phím **Ctrl + B**, với cách in này thì kết quả của bạn được in ra dưới dạng văn bản.



Hộp thoại **Print Output Tables** xuất hiện :



Trong hộp thoại **Print Output Tables** tại mục **Type of Analysis Results** bạn nhấp chọn vào các thông tin mà bạn muốn in ra, sau đó nhấp chọn **Print to File** và nhấp chọn **OK** để đóng hộp thoại.

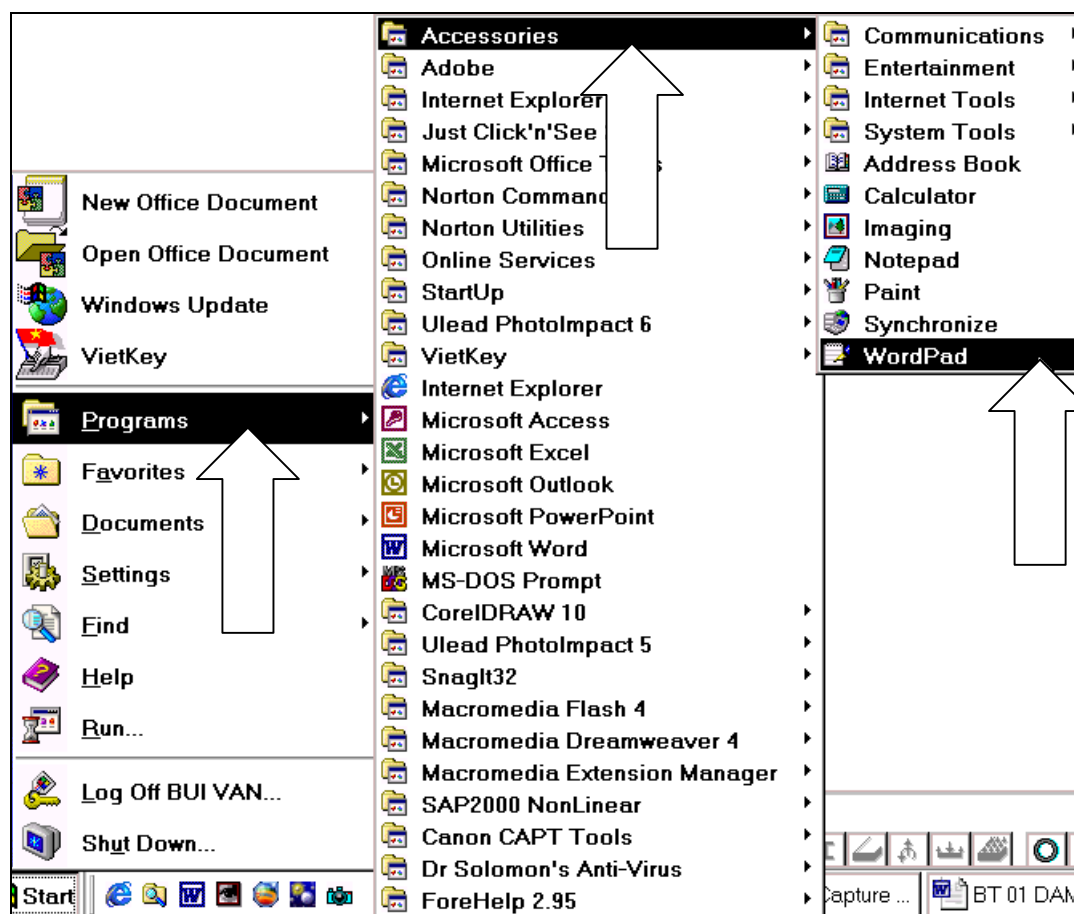
*Chú ý : Tại mục **File Name** sẽ xuất hiện đường dẫn mà bạn lưu file đó là C:\My Documents\dam lien tục. txt*

Ví dụ : Bạn nhấp chuột vào **Displacements** để in ra kết quả chuyển vị.

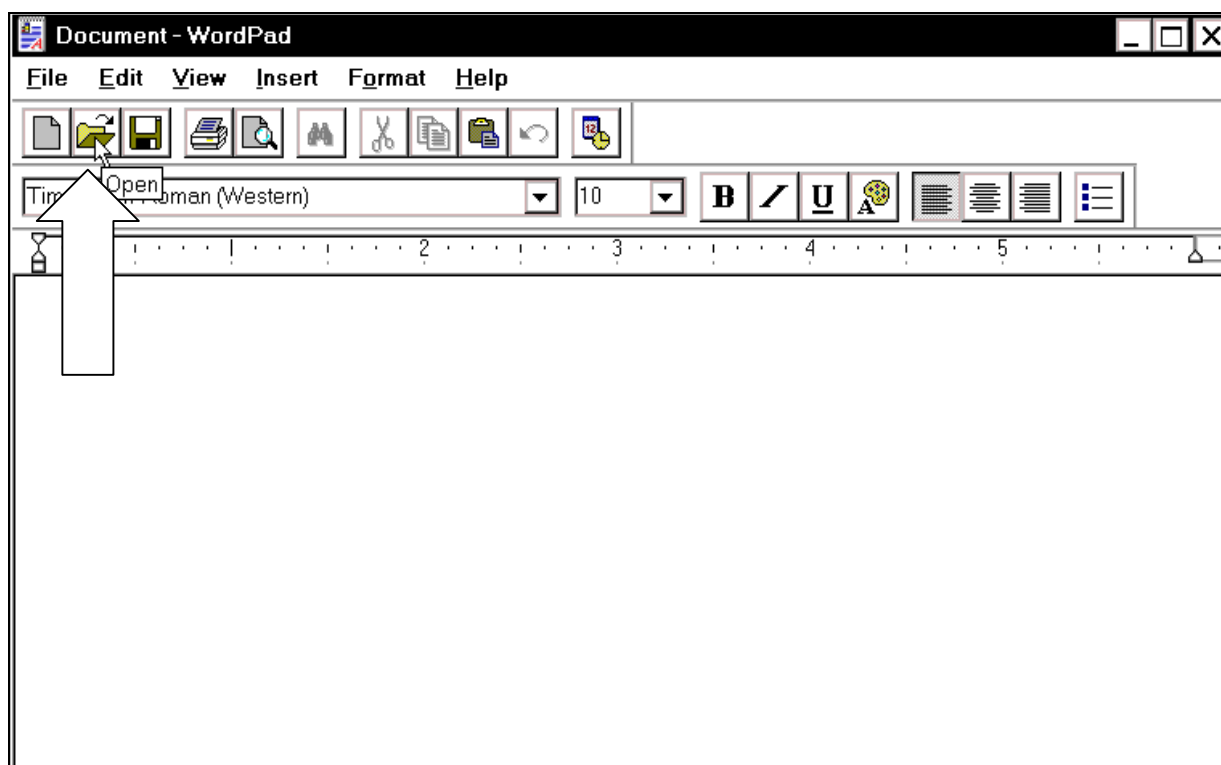
Nhấp chuột vào **Reactions** để in ra kết quả về phản lực

Nhấp chọn vào **Frame Forces** in ra nội lực về phần tử của thanh.

Tiếp theo bạn vào **Start > Programs > Accessories > Wordpad**.

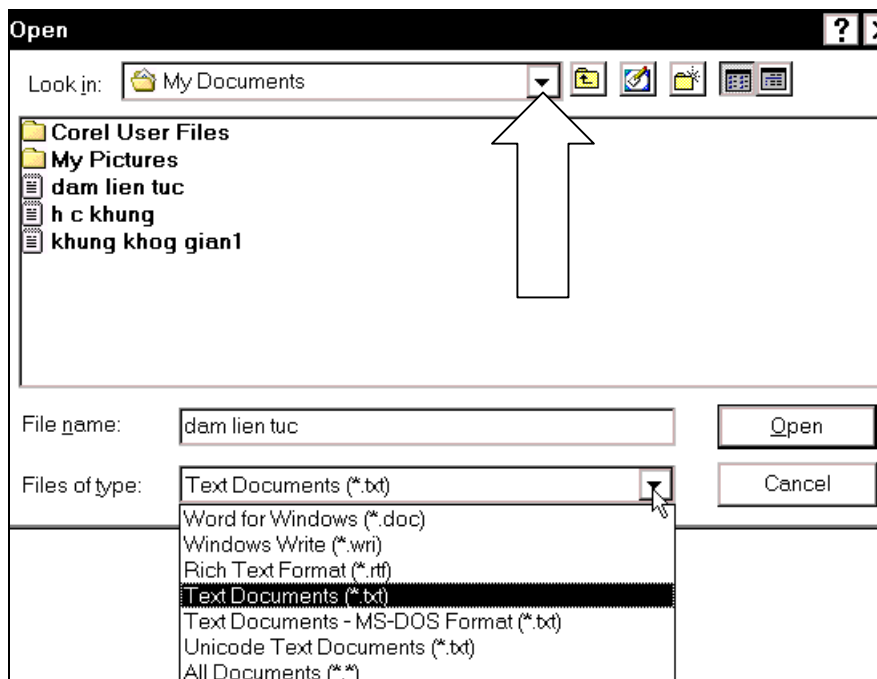


Chương trình **Wordpad** xuất hiện.



Bây giờ bạn dùng chuột nhấp chọn vào **Open** như hình con trỏ chỉ bên trên.

Hộp thoại **Open** xuất hiện :



Trong hộp thoại **Open** tại mục **Look in** bạn dùng chuột nhấp chọn vào tam giác bên phải để chọn đường dẫn **C:\My Documents**.

Tại mục **Files of type** bạn dùng chuột nhấp chọn vào tam giác bên phải để chọn định dạng của file là **Text Documents(*.txt)**. Tiếp theo, bạn nhấp chuột vào file có tên “dam lien tục” sau đó nhấp chọn vào **Open** để xuất hiện kết quả như hình bên dưới.

J O I N T D A T A							
JOINT	GLOBAL-X	GLOBAL-Y	GLOBAL-Z	RESTRAINTS	ANGLE-A	ANGLE-B	ANGLE-C
1	-15.00000	0.00000	0.00000	1 1 1 1 0 1	0.000	0.000	0.000
2	15.00000	0.00000	0.00000	0 1 1 1 0 1	0.000	0.000	0.000
3	-5.00000	0.00000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
4	5.00000	0.00000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000

F R A M E E L E M E N T D A T A									
FRAME	JNT-1	JNT-2	SECTION	ANGLE	RELEASES	SEGMENTS	R1	R2	FACTOR
2	1	3	W21X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000
3	3	4	W21X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000
4	4	2	W21X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000

F R A M E S P A N D I S T R I B U T E D L O A D S							Load Case	LOAD1
FRAME	TYPE	DIRECTION	DISTANCE-A	VALUE-A	DISTANCE-B	VALUE-B		
2	FORCE	GLOBAL-Z	0.2000	-2.0000	0.8000	-1.0000		
3	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	0.0000	0.2000	-1.0000		I
3	FORCE	GLOBAL-Z	0.2000	-1.0000	0.8000	-2.0000		
3	FORCE	GLOBAL-Z	0.8000	-2.0000	1.0000	0.0000		

Chúc mừng bạn thực hiện xong bài tập này.