



# HyperMesh

Bước chuẩn bị cho quá trình phân tích

# Chương 1

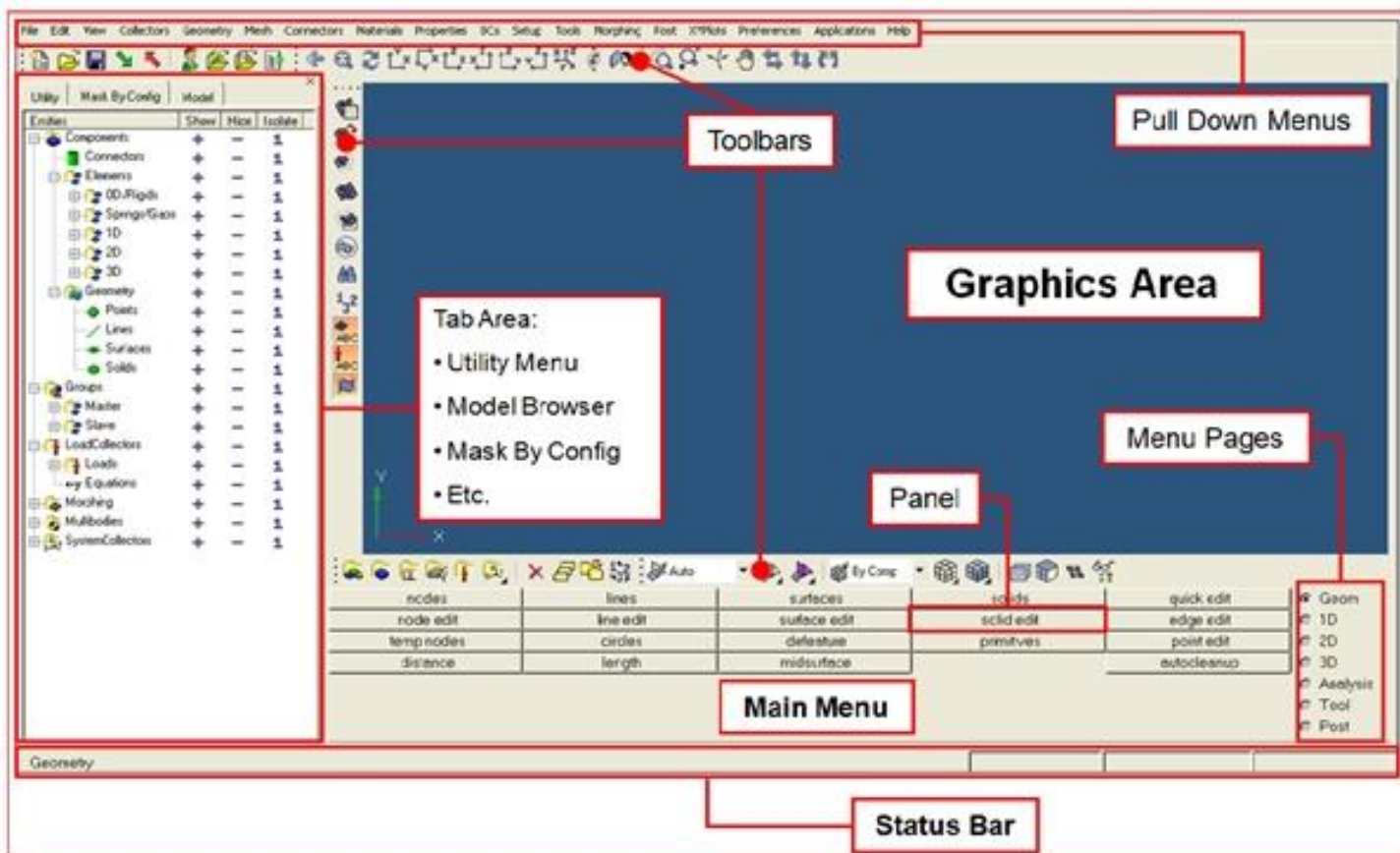
## Giới thiệu về HyperMesh

### Khởi động HyperMesh

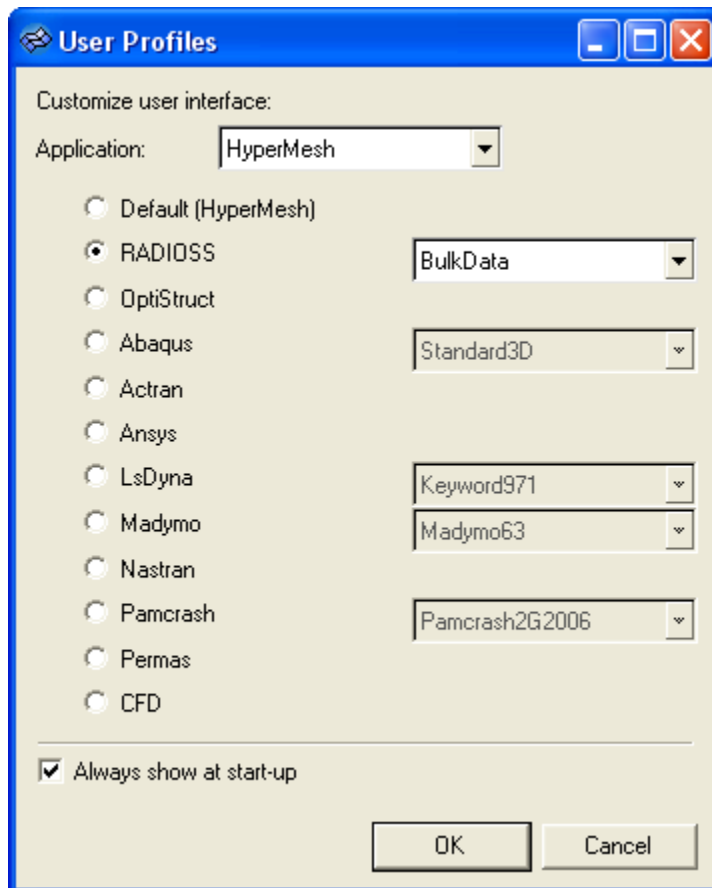
Từ Start Menu, chọn All Programs>Altair HyperWorks>HyperMesh.  
Hoặc có thể tạo biểu tượng HyperMesh trên màn hình Desktop rồi nhấp kép chuột lên biểu tượng



### Giao diện HyperMesh



## User profile



## Mở và lưu file trong HyperMesh



**New.hm file** – tạo 1 file làm việc mới



**Open .hm file** – mở 1 file có sẵn



**Save .hm file** – lưu file



**Import** – nhập một file bên ngoài vào môi trường HyperMesh



nhập 1 file HyperMesh



nhập 1 file FE



nhập 1 file hình học (iges, Step, ...)



nhập 1 file connector



**Export** – xuất file ra các định dạng file khác



**Load User Profile** – mở cửa sổ User Profile

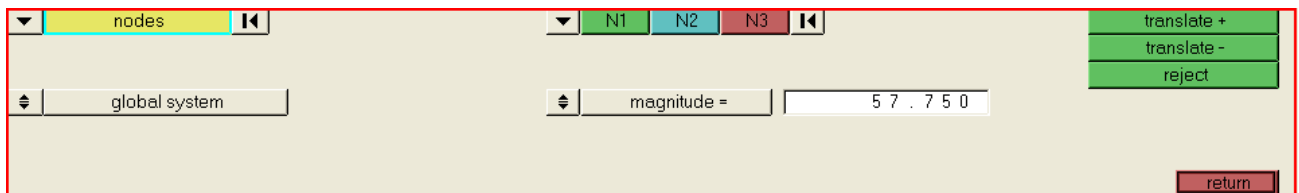
## Các panel lệnh trong HyperMesh

Hầu hết các chức năng làm việc trong HyperMesh(HM) được tập trung tại các panel. Vùng panel được chia làm 7 trang, và trên mỗi trang là những panel cho phép sử dụng tất cả các chức năng của module HM. Hầu hết tất cả các thông tin liên quan đến việc chia lưới đối tượng đều được đưa vào tại vùng panel.

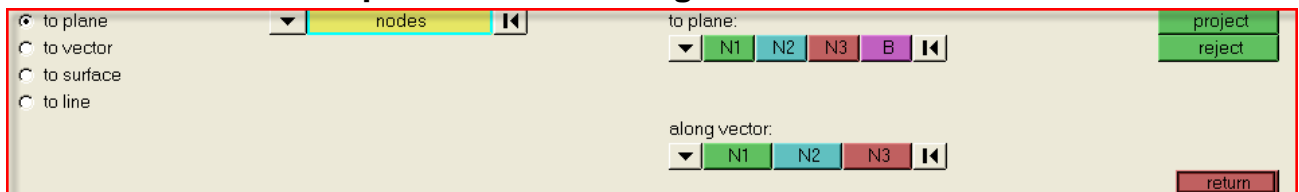
### Panel Layout

Trong HM có 3 loại layout

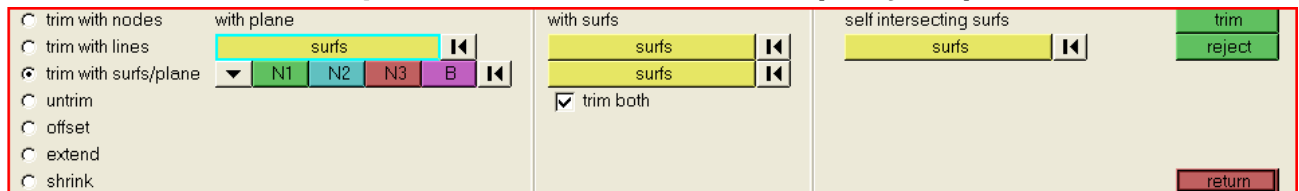
- **Panel cơ bản**



- **Panel chứa các panel con bên trong**

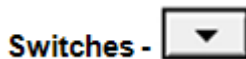


- **Panel chứa các panel con và có thêm các cột tùy chọn khác**



### Các công cụ trong panel lệnh

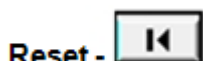
Trong panel lệnh có nhiều nút nhấn và tùy chọn,



khi click vào nút **Switches**, 1 cửa sổ pop-up xuất hiện, chọn 1 trong nhiều tùy chọn



chọn 1 trong 2 tùy chọn có sẵn



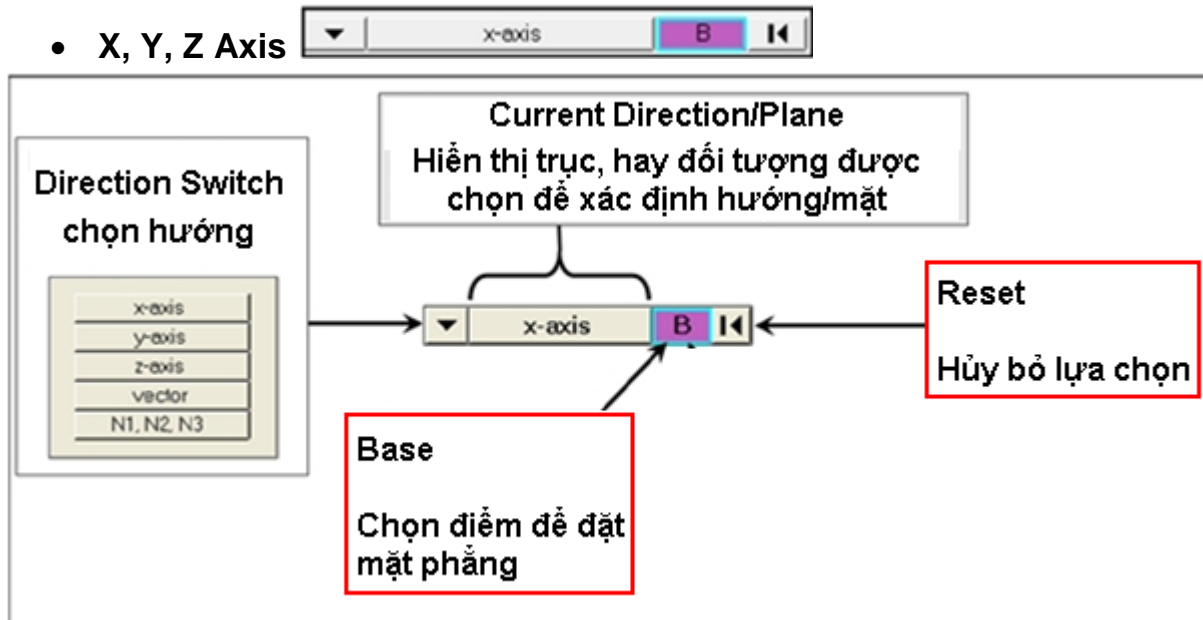
hủy bỏ lựa chọn

Lựa chọn mở rộng . Khi nhấn vào nút màu vàng, 1 cửa sổ lựa chọn mở rộng xuất hiện, cung cấp các công cụ nâng cao hỗ trợ cho việc chọn các đối tượng.

by window	on plane	by width	by geoms	by domains
displayed	retrieve	by group	by adjacent	by handles
all	save	duplicate	by attached	by block
reverse	by id	by config	by face	by path
by collector	by assems	by sets	by outputblock	by include

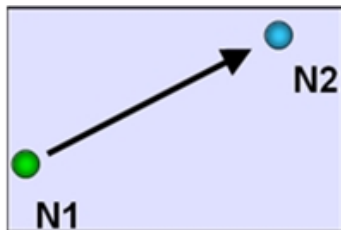
## Công cụ chọn hướng và mặt phẳng

- X, Y, Z Axis

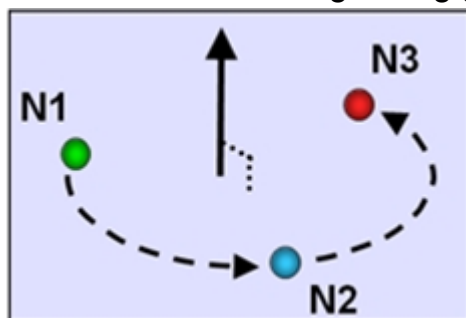


- N1, N2 và N3

- Chọn 2 node (N1 và N2) để xác định chiều từ N1 đến N2

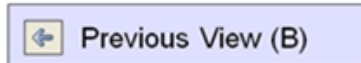


- Chọn 3 node (N1, N2 và N3) để xác định mặt phẳng đi qua 3 điểm, chiều dương vuông góc với mặt phẳng tuân theo qui tắc bàn tay phải



## Các chế độ hiển thị

### Thanh công cụ StandardViews và ViewControls



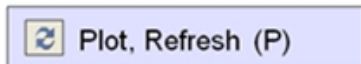
Previous View (B)

Trở lại hướng nhìn trước



Fit View (F)

Hiển thị chi tiết đầy màn hình



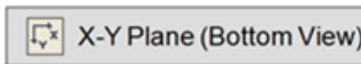
Plot, Refresh (P)

Refresh màn hình đồ họa



X-Y Plane (Top View)

Hướng nhìn phía trên



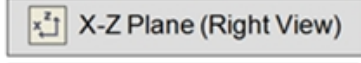
X-Y Plane (Bottom View)

Hướng nhìn phía dưới



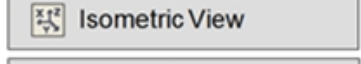
X-Z Plane (Left View)

Hướng nhìn bên trái



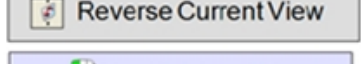
X-Z Plane (Right View)

Hướng nhìn bên phải



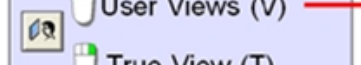
Isometric View

Hướng nhìn 3 chiều



Reverse Current View

Đảo chiều hướng nhìn



User Views (V)

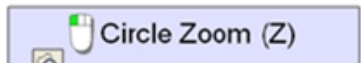


True View (T)

<input checked="" type="checkbox"/> With Mask	save1		restore1	left	right
	save2		restore2	top	bottom
	save3		restore3	rear	front
	save4		restore4	iso 1	rev
	save5		restore5	cw	ccw

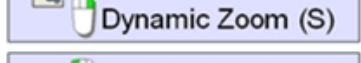
User Views: định hướng nhìn mới

True Views: Hướng nhìn dựa trên góc của vectơ



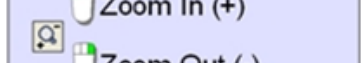
Circle Zoom (Z)

Phóng to bằng cách vẽ 1 vòng tròn bao quanh vùng cần phóng to



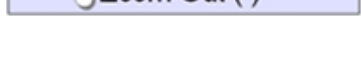
Dynamic Zoom (S)

Phóng to hay thu nhỏ bằng cách nhấn giữ chuột và kéo



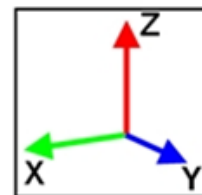
Zoom In (+)

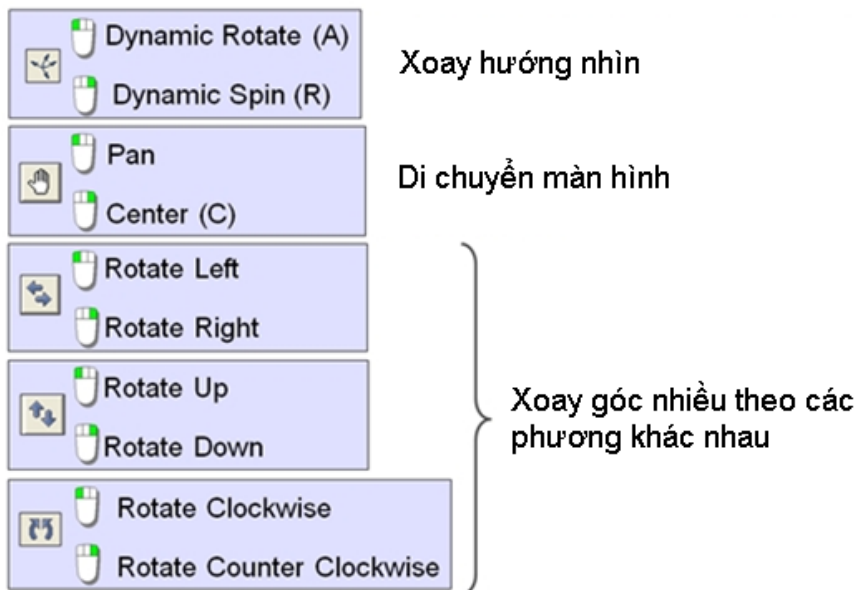
Phóng to



Zoom Out (-)

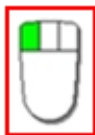
Thu nhỏ



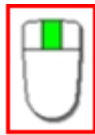


## Chức năng phím nhấn chuột

Phím trái chuột

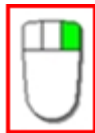


- **+Ctrl** và di chuyển chuột để xoay chi tiết
- **+Ctrl** và click chuột trên mô hình để thay đổi tâm xoay
- **+Ctrl** và click chuột trên màn hình đồ họa, ngoài mô hình để thay đổi tâm xoay trùng với tâm màn hình đồ họa



Phím giữa chuột (con lăn)

- **+Ctrl** và xoay để Zoom
- **+Ctrl** và click để zoom mô hình đầy màn hình

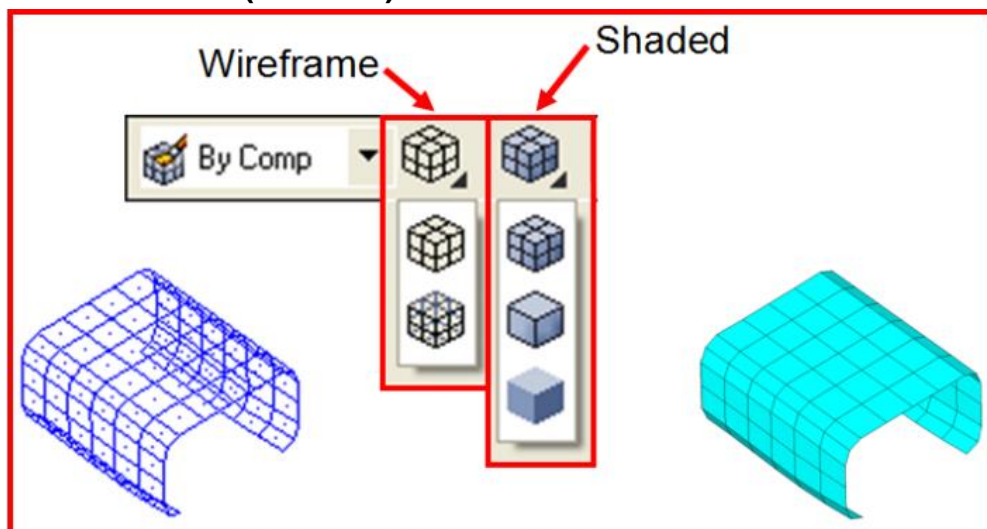


Phím phải chuột

- **+Ctrl** và di chuyển chuột để di chuyển màn hình đồ họa

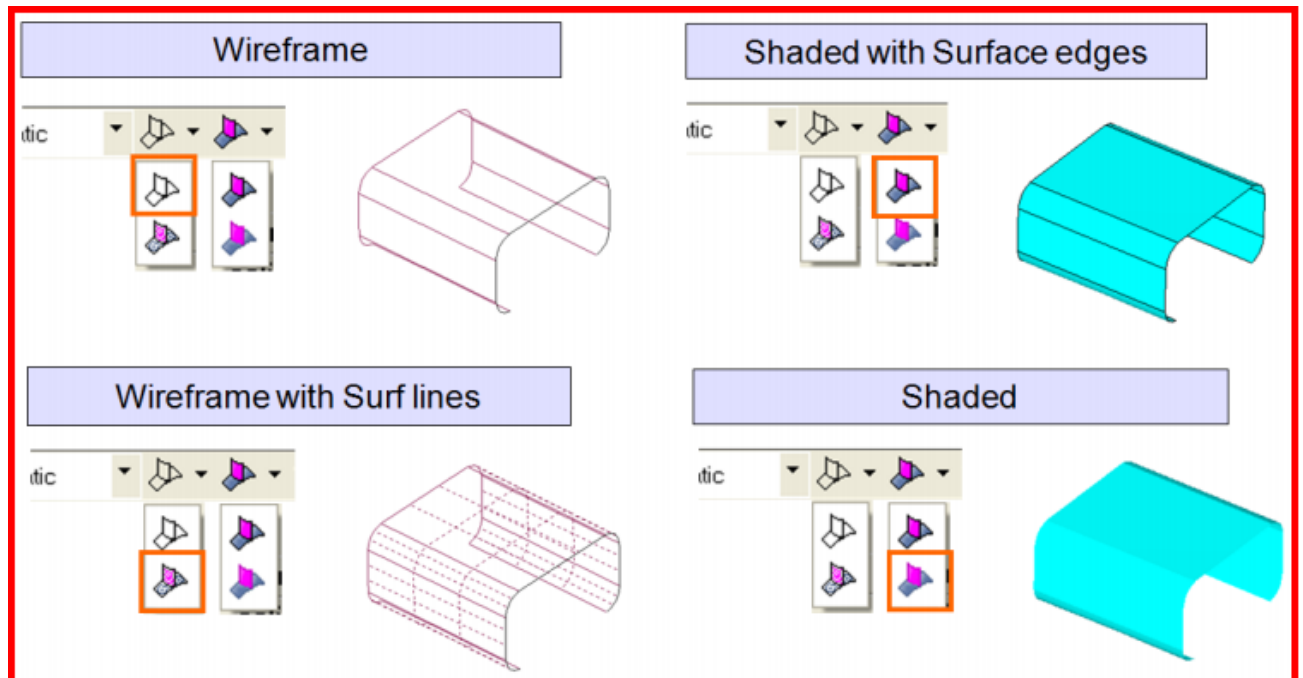
## Các chế độ hiển thị mô hình

- **Element (Phần tử)**





- **Geometry (Mô hình hình học)**



### Thanh công cụ Mask



Được dùng để làm hiện lên hay làm ẩn đi các đối tượng được chọn

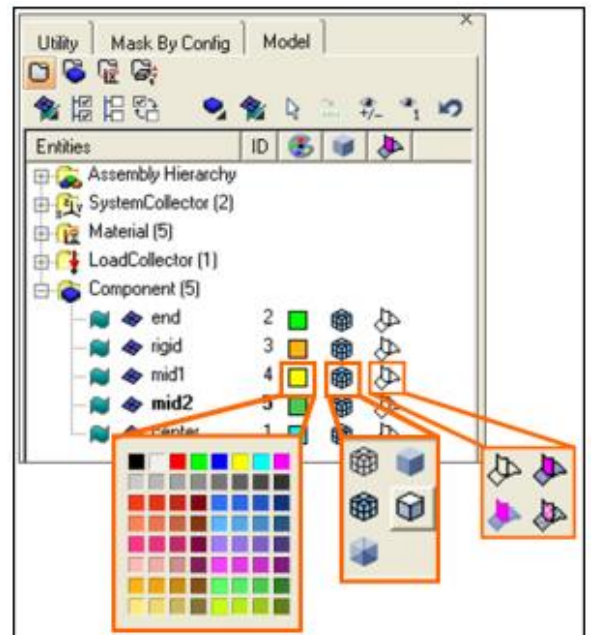
	<b>MASK</b> – ẩn các đối tượng được chọn
	<b>REVERSE</b> – đảo chiều hiển thị giữa các đối tượng ẩn và hiện
	<b>UNMASK ADJACENT</b> – Làm hiện lên các đối tượng nằm kế cận
	<b>UNMASK ALL</b> – hiện lên tất cả các đối tượng đang ẩn
	<b>MASK NOT SHOWN</b> – ẩn các đối tượng nằm ngoài vùng quan sát
	<b>SPHERICAL CLIPPING</b> – chỉ thực hiện được trong vùng được chọn
	<b>FIND</b> – tìm kiếm các đối tượng
	<b>DISPLAY NUMBER</b> – hiển thị số thứ tự của phần tử
	<b>DISPLAY ELEMENT HANDLES</b> – hiển thị phần tử
	<b>DISPLAY LOAD HANDLES</b> – hiển thị kí hiệu điều khiển biên
	<b>DISPLAY FIXED POINTS</b> – hiển thị các điểm cố định



## Model Browse

Là công cụ dùng để điều khiển các chế độ hiển thị của mô hình

- Hiện thị mô hình (Geometry ) hay phần tử (Element )
- Thay đổi màu sắc (click chuột phải)
- Thay đổi chế độ hiển thị của mô hình (click chuột phải)



## Sắp xếp dữ liệu trong HyperMesh

Trong HM, các dữ liệu khác nhau (như mô hình, vật liệu, các tải trọng,...) sẽ được đặt trong các nhóm khác nhau để tạo ra sự đơn giản trong việc quản lý các dữ liệu. Trong phần mềm HM, các nhóm khác nhau được gọi là các **Collectors**.

### Collectors

HyperMesh có 10 loại collectors khác nhau:

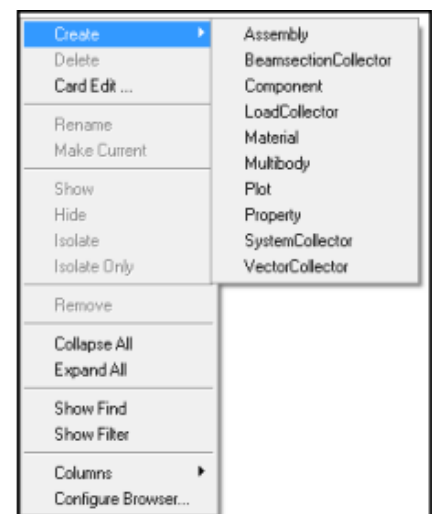
- **Component** – chứa đựng mô hình và các phần tử
- **Multibody** – Ellipsoids, Mbjoins, Mbplanes và các cảm biến
- **Assembly** – chứa 1 hay nhiều mô hình hay nhiều mô hình lắp ráp
- **Load** – chứa các điều kiện về tải trọng và ràng buộc
- **Property** – xác định các đặc tính được gán cho mô hình hay phần tử
- **Material** – xác định vật liệu của Property Collectors
- **System** – chứa các hệ thống được thiết lập bởi người sử dụng
- **Vector** – chứa các vectơ
- **Beam Section** – tiết diện cắt ngang của dầm

Một số phương pháp để tạo Collectors:

- **Model Browser**

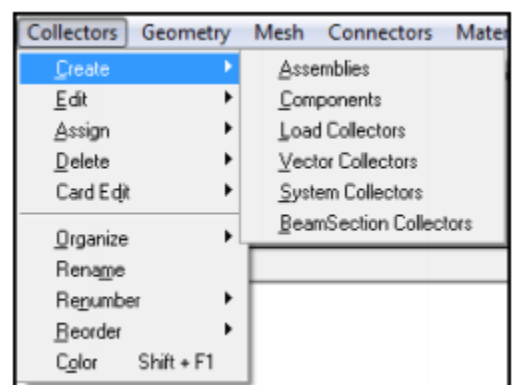
Nhấn phải chuột ở vùng trống của Model Browser >> Create >> chọn Collectors để tạo.

Ngoài ra, còn có thể chỉnh sửa, đổi tên, thay đổi số ID, màu sắc hoặc có thể xóa bỏ các Collectors đã được tạo

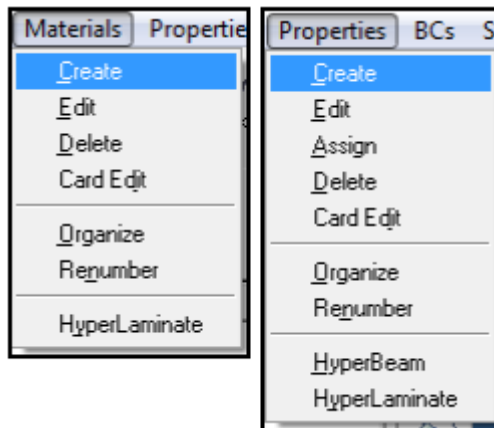


- **Pull Down Menus**

Từ Pull Down Menus >> Collectors >> Create >> chọn Collectors

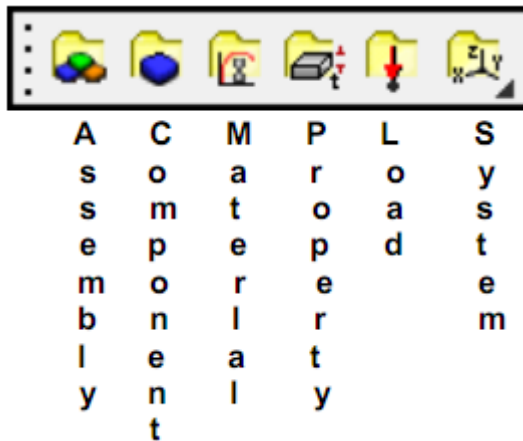


Material và Property Collectors được tạo bằng cách sử dụng Material và Property Pull Down



- **Icon ToolBars**

Cũng có thể tạo các Collectors bằng cách sử dụng các icon trên thanh công cụ Collectors



## Chương 2

# Chỉnh sửa mô hình (Clean – up)


### Mở và chỉnh sửa 1 file CAD

HyperMesh có thể mở trực tiếp file CAD được xây dựng từ phần mềm thiết kế 3D khác hay mở các file CAD dưới các định dạng trung gian như IGES, STEP,... có thể xuất hiện các lỗi trên mô hình. Chính vì điều này, HM cung cấp nhiều công cụ khác nhau để chỉnh sửa lỗi trên mô hình.

Các ưu điểm của việc mở và chỉnh sửa file CAD là:

- Khắc phục các lỗi trên mô hình
- Tạo ra mô hình đơn giản cho việc phân tích mô hình đó
- Có thể chia lưới mô hình chỉ 1 lần
- Đảm bảo tính kết nối của các phần tử sau khi chia lưới
- Chất lượng của các phần tử được bảo đảm

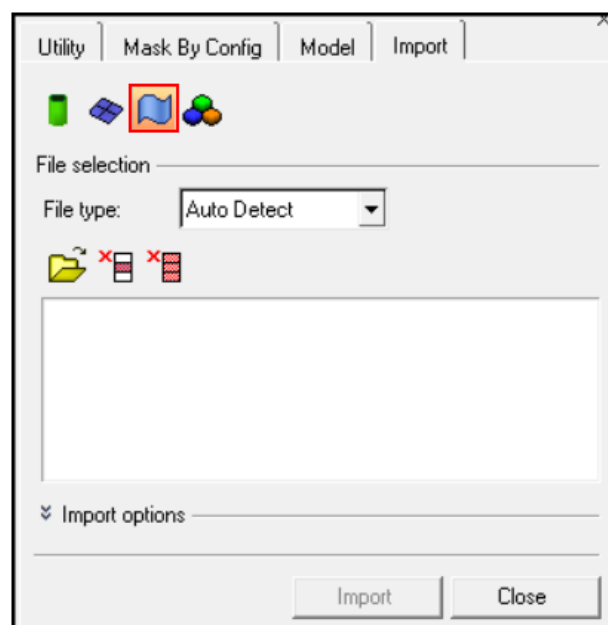
### Nhập mô hình vào HyperMesh

Từ **Pull Down Menus >> File >> Import** hay nhấp chuột vào biểu tượng  trên thanh ToolBars. Có thể nhập mô hình được xây dựng từ một số phần mềm phổ biến như:

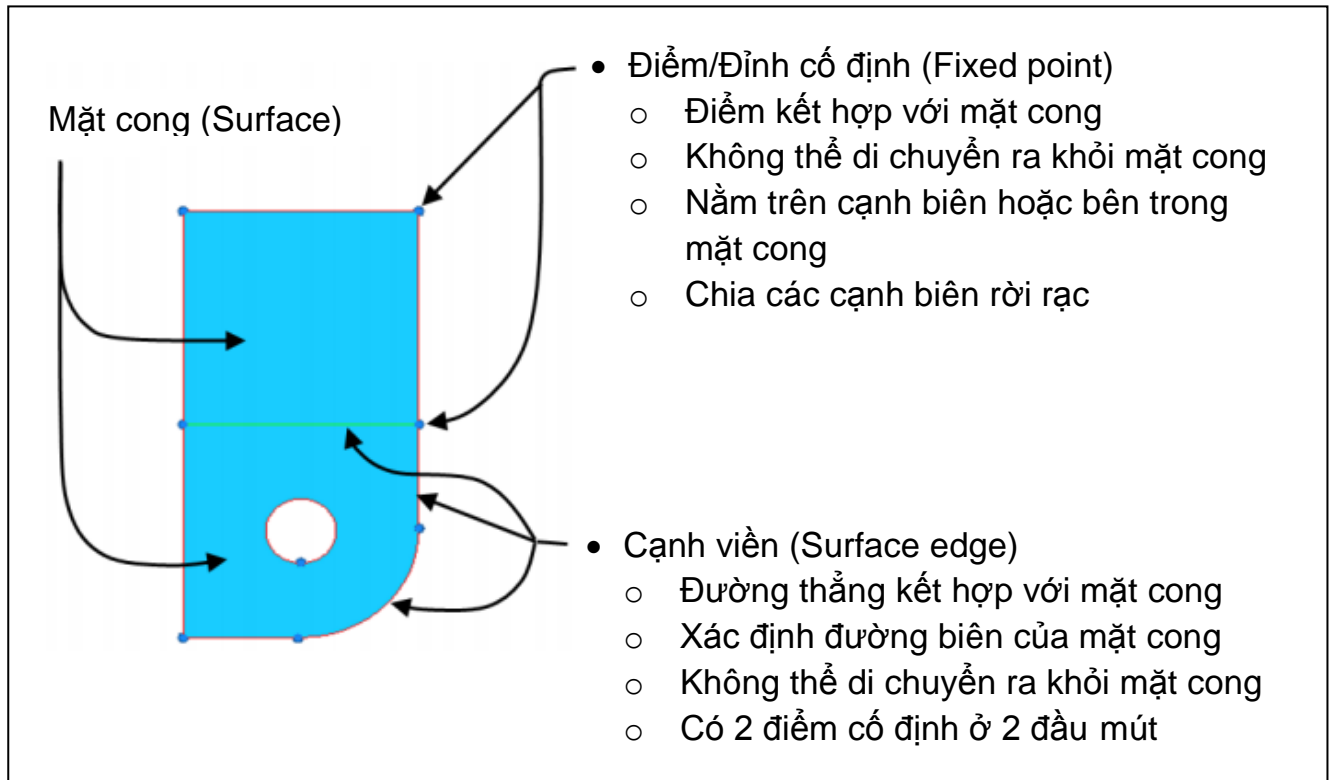
- Unigraphics (NX1 >> NX5)
- Catia V4, V5
- Pro/E (Widfire 2.0, 3.0)

Ngoài ra, HM còn hỗ trợ để mở các file được lưu dưới các định dạng trung gian:

- **IGES (.isg & .iges)**
- **STEP (.stp)**

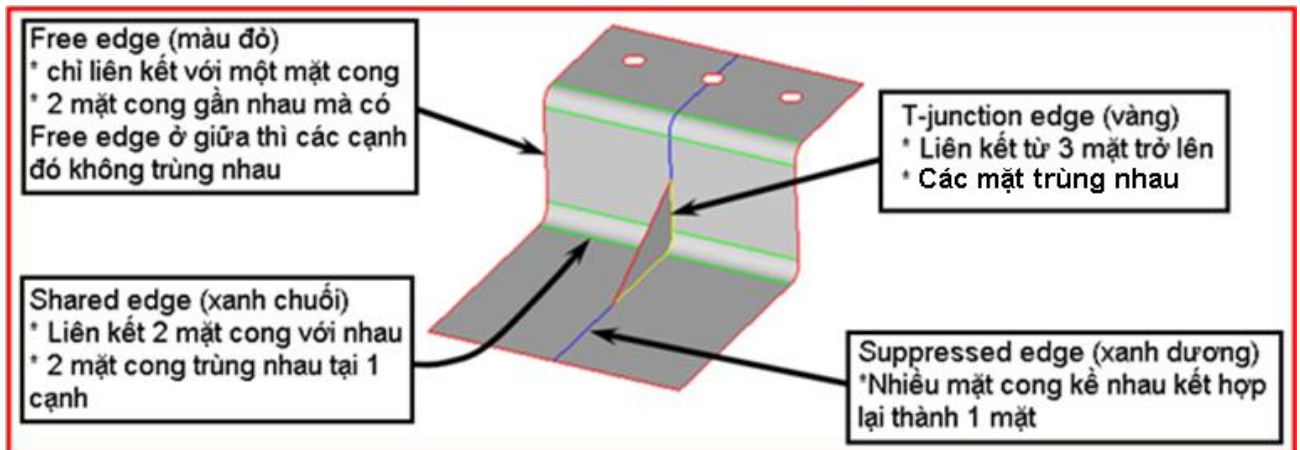


## Nghĩa của các đối tượng hình học trên mô hình

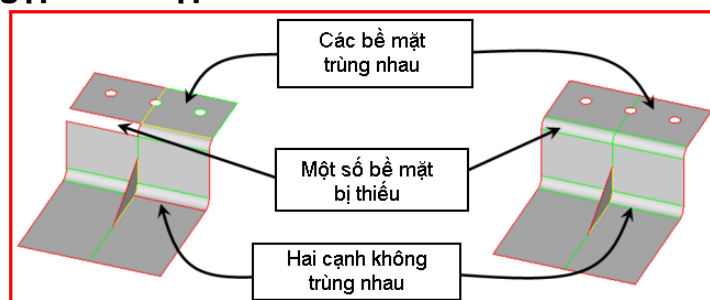


## Topology

Topology đề cập đến sự kết nối của các bề mặt liền kề nhau



## Các lỗi thường gặp khi nhập 1 file CAD



## Một số công cụ dùng để sửa lỗi

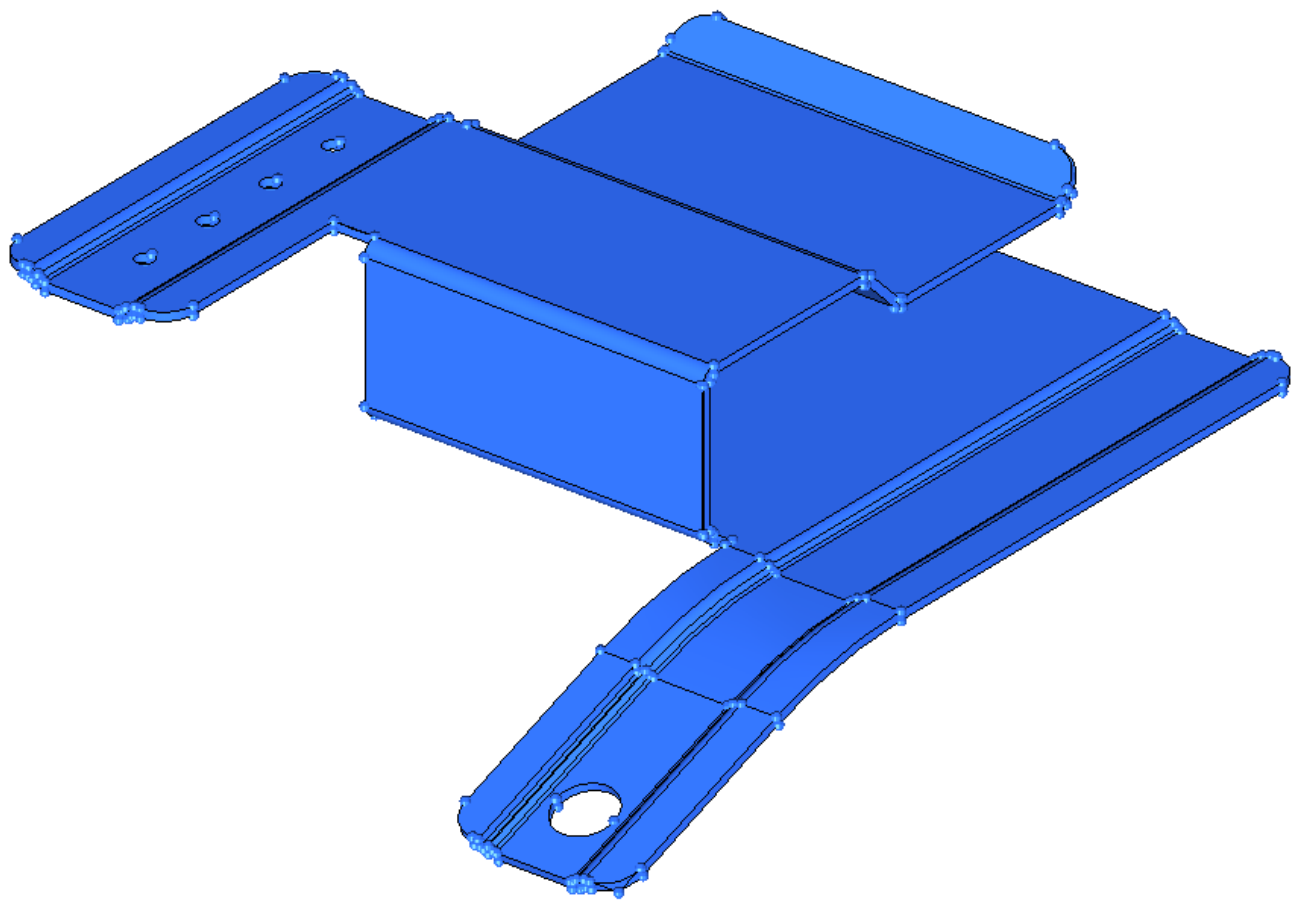
HyperMesh cung cấp một số công cụ để chỉnh sửa lỗi trên mô hình đưa vào

- **Edge Edit Panel**
  - **Equivalence:** tìm các mặt có các cặp **Free Edge** và kết nối chúng thành những **Shared Edge**
  - **Toggle:** free edge được chọn sẽ trùng với những free edge khác được tìm thấy nằm trong giá trị dung sai được đưa vào
  - **Replace:** thay thế cạnh này bằng cạnh khác
- **Point Edit Panel**
  - **Replace**
  - **Release**
- **Defeature Panel**
  - **Duplicates:** xác định và xóa bỏ các mặt trùng nhau
- **Surfaces Panel**
  - **Spline/ filler:** chọn các đường thẳng hoặc cạnh để tạo ra các mặt mới
- **Quick Edit Panel**

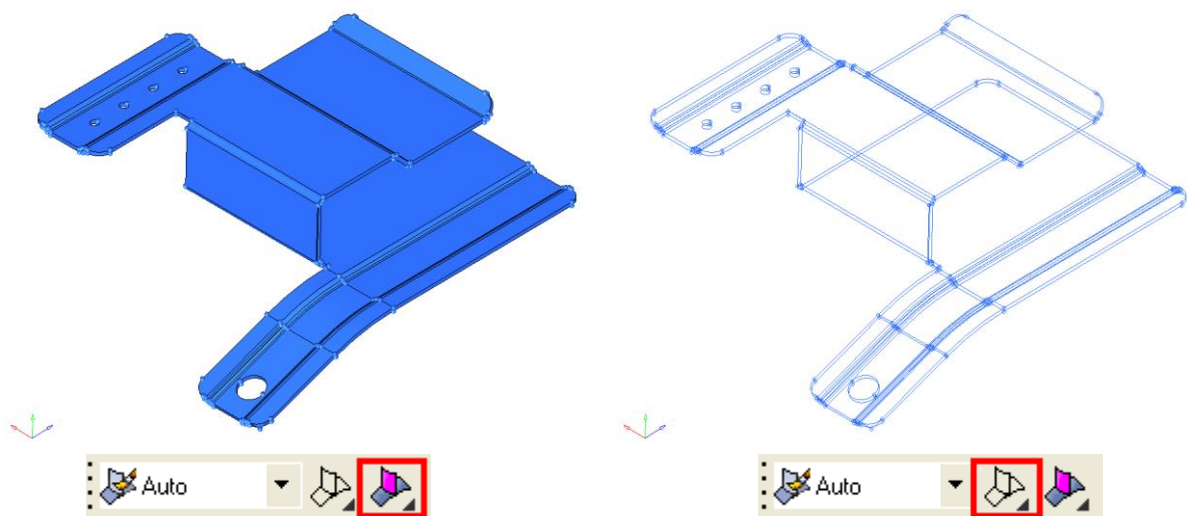
split surf-node:	node	node	↕	adjust/set density:	line(s)	line(s)	reject
split surf-line:	node	line	↕	replace point:	point(s)	retain	
washer split:	line(s)	offset value:	0 . 1 0	add/remove point:	point(s)		
unsplit surf:	line(s)			add point on line:	line(s)	no. of points:	1
toggle edge:	line(s)	tolerance:	0 . 0 1	release point:	point(s)		
filler surf:	line(s)			project point:	point(s)	line	↕
delete surf:	surf(s)			trim-intersect:	node	node	return

**Quick Edit Panel** chứa đựng nhiều công cụ chỉnh sửa mô hình. Chức năng của các tùy chọn trong **Quick Edit Panel** giống như các công cụ chỉnh sửa được trình bày ở trên

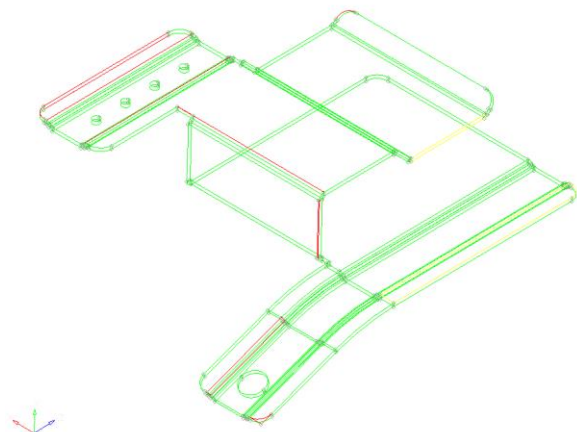
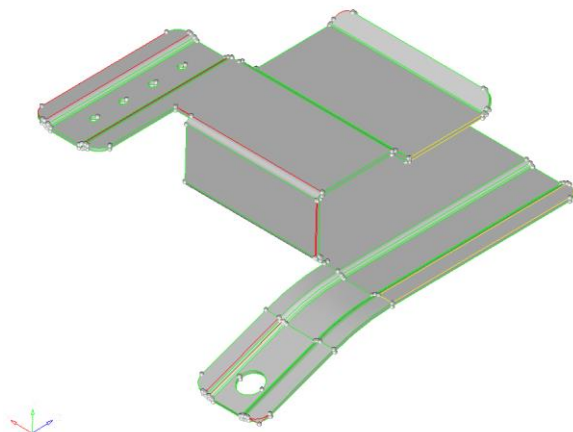
**Ví dụ: Nhập 1 file CAD và chỉnh sửa lỗi**



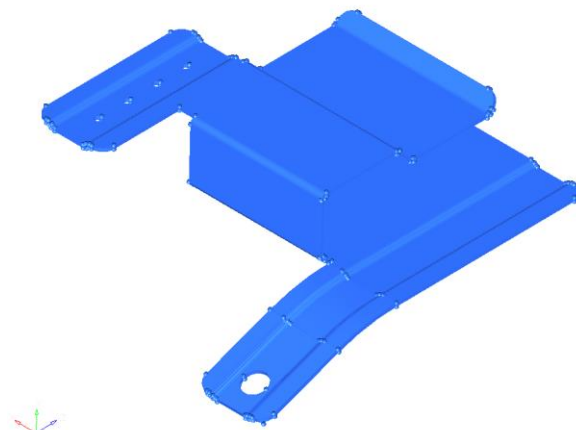
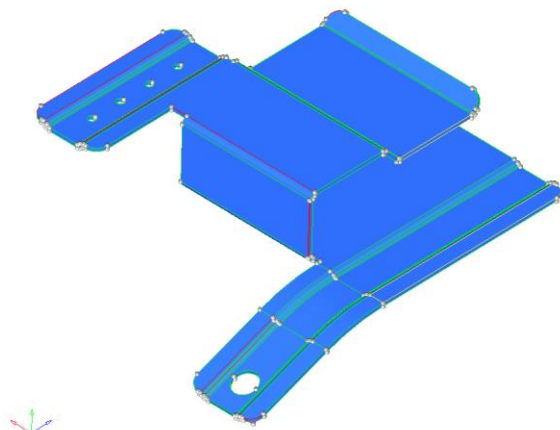
**Một số chế độ hiển thị mô hình trong HyperMesh**







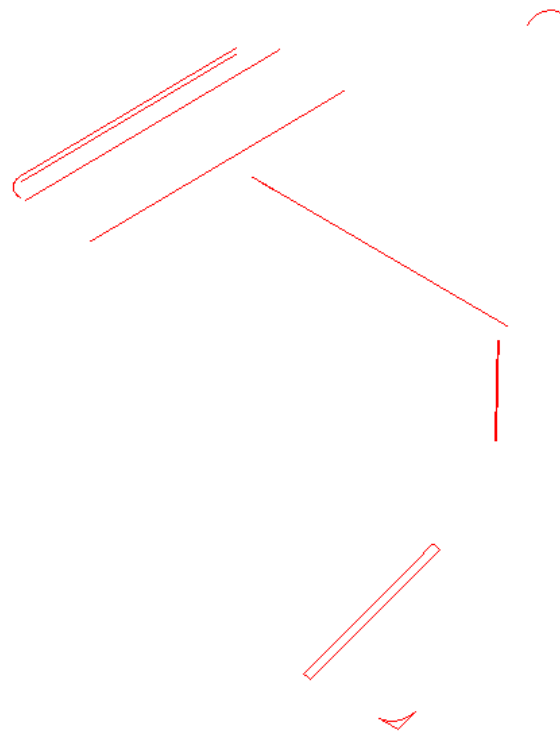
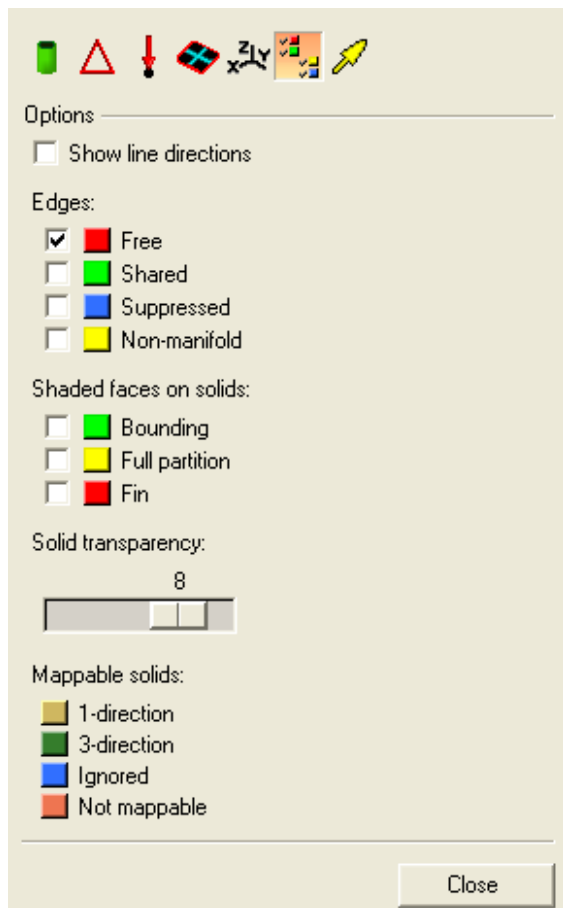
Những chỗ trên mô hình có màu đỏ và màu vàng là những chỗ có lỗi trên mô hình, cần phải được chỉnh sửa lại sao cho kết quả cuối cùng giống với mô hình gốc.



## Visualization Options



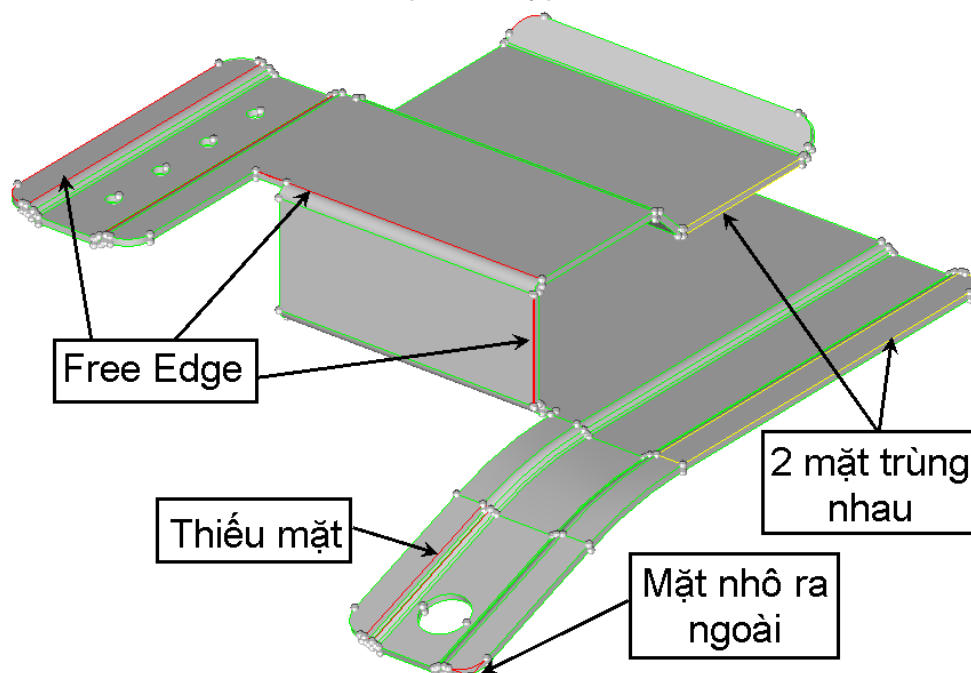
Điều khiển các chế độ hiển thị của mặt và các cạnh của mặt. Các tùy chọn trong hộp thoại này cho phép thay đổi các kiểu hiển thị, làm hiển lên hay ẩn đi các điểm cố định trên các bề mặt



Trong hình trên, chỉ duy nhất tùy chọn **Free** được chọn, nên tất cả những chỗ không có kết nối giữa các mặt hay có khe hở sẽ hiển thị trên màn hình đồ họa.



Nếu chọn tất cả các tùy chọn, các trạng thái của cạnh sẽ được hiển thị.

Mô hình ban đầu sau khi được nhập vào HyperMesh



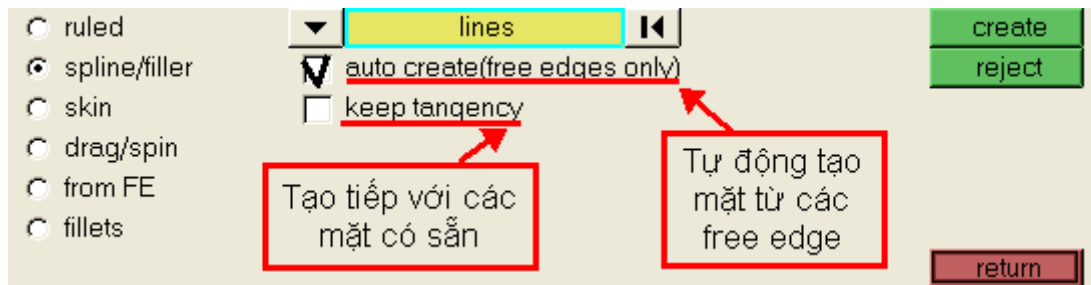
Bắt đầu quá trình chỉnh sửa mô hình

### Bước 1: xóa mặt bị nhô ra tại góc lượn

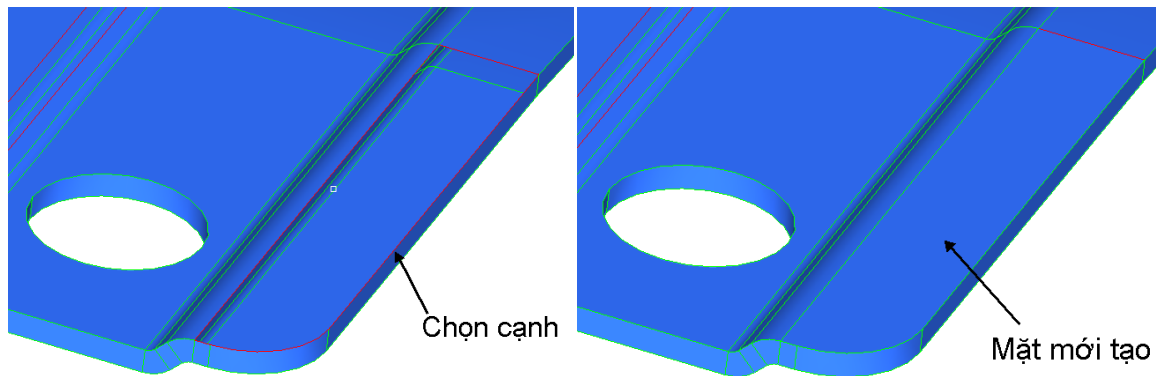
- Vào **Delete** panel bằng 1 trong những cách sau
  - Từ menu **Geometry >> Delete >> Surfaces**
  - Nhấn **F2**
  - Chọn biểu tượng **Delete**  trên thanh **Toolbars**
- Chọn  >> **Surfs** >> chọn mặt phẳng nhô ra như hình trên
- Chọn **Delete**, chọn **Return**

### Bước 2: tạo thêm mặt để vá lại mặt mới xóa và mặt bị thiếu

- Từ tranh **Geom >> Surfaces** panel >> **Spline/filler**
- Thiết lập thông số như hình bên dưới



- Chọn 1 cạnh màu đỏ để tạo 1 mặt mới



- Lặp lại bước 3 để tạo mặt còn lại bị thiếu

### Bước 3: thay đổi giá trị dung sai hình học

- Từ menu **Preferences >> Geometry Options**
- Tại **cleanup tol =**, nhập vào giá trị **0.01**
- Nhấn **Return** để trở về menu chính

### Bước 4: nối các cặp free edge bằng công cụ *Equivalence*

- Vào **Edge Edit** panel bằng những cách sau:
  - Từ menu **Geometry >> Edit >> Edge**
  - Từ trang **Geom >> Edge Edit**

## 2. Thiết lập như hình bên dưới

<input type="radio"/> toggle	<input type="text" value="surfs"/>	<input type="button" value="equivalence"/>
<input type="radio"/> (un)suppress	<input type="button" value="reject"/>	
<input type="radio"/> replace	<input type="checkbox"/> equiv across comps	
<input checked="" type="radio"/> equivalence	<input checked="" type="checkbox"/> equiv free edges only	
<input type="radio"/> unsplit	cleanup tol = <input type="text" value="0.010"/>	
<input type="radio"/> edge fillets		
<input type="radio"/> by feature		<input type="button" value="return"/>

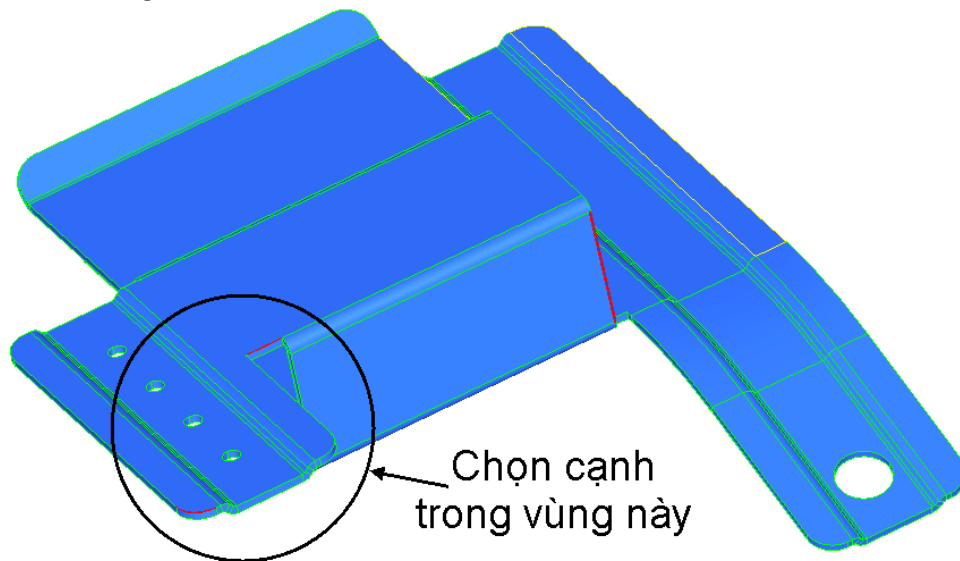
3. Chọn **surfs** >> **all**

4. Chọn **equivalence** để nối các free edge có độ hở nhỏ hơn giá trị được nhập trong ô **cleanup tol =**

Một số chỗ trên mô hình vẫn còn free edge, vì những chỗ này có độ hở lớn 0.01.

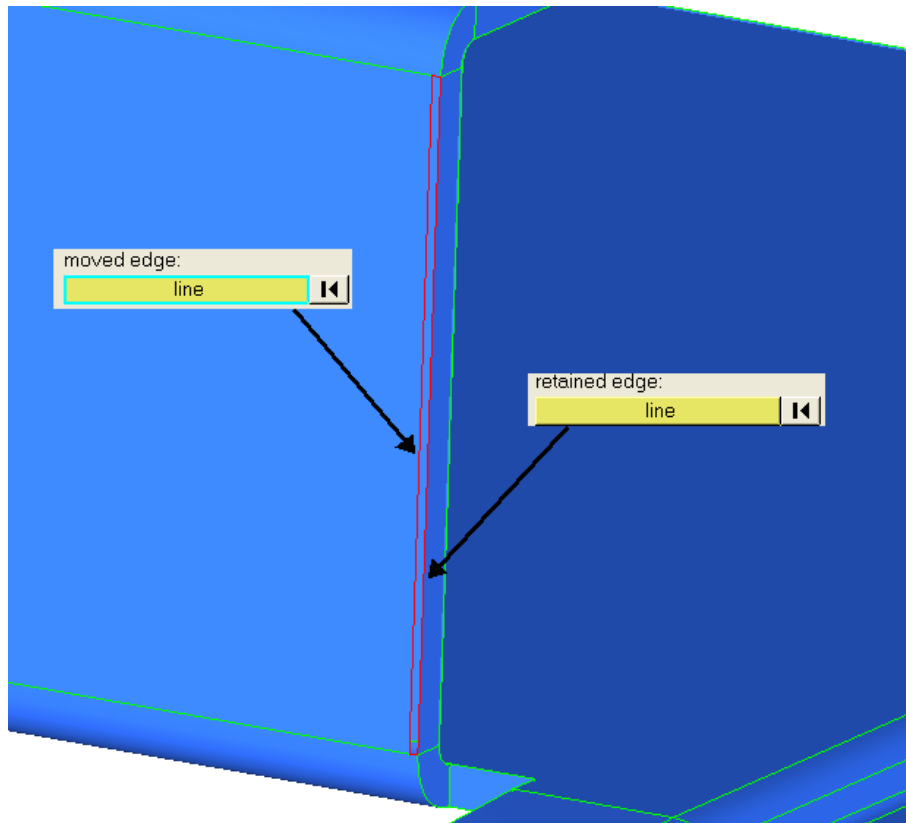
### Bước 4: sử dụng công cụ *toggle* để kết nối các free edge

1. Chọn **Toggle**
2. Trong ô **cleanup tol =**, nhập giá trị 0.1
3. Chọn 1 trong các cạnh như hình bên dưới



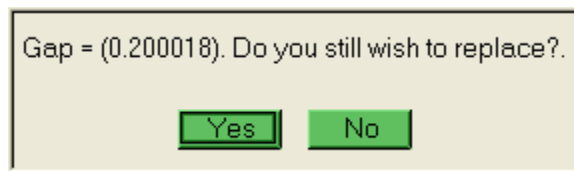
### Bước 5: kết nối các cạnh còn lại bằng công cụ *Replace*

1. Chọn **Replace**
2. Trong ô **cleanup tol =**, nhập 0.1
3. Chọn các cạnh theo như hình bên dưới



#### 4. Chọn **Replace**

Một cửa sổ xuất hiện, thông báo giá trị của khe hở, chọn **Yes** để chấp nhận



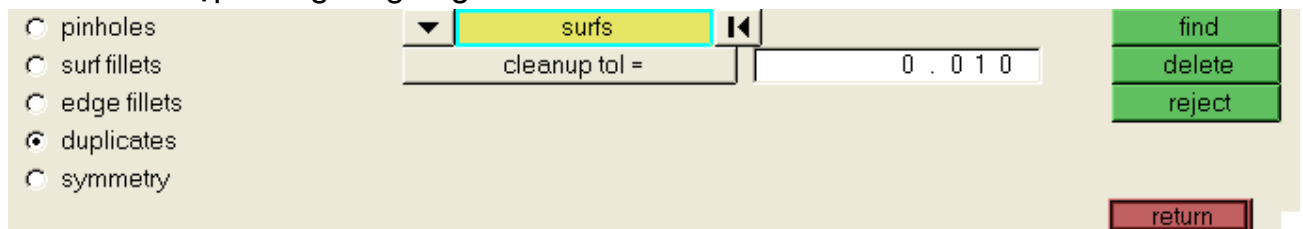
#### 5. Chọn **Return** để quay trở lại menu chính

### Bước 6: xác định và xóa những mặt giống nhau (Defeature panel)

#### 1. Có thể vào **Defeature** panel bằng 2 cách:

- Trang **Geom >> defeature**
- Menu **Geometry >> defeature**

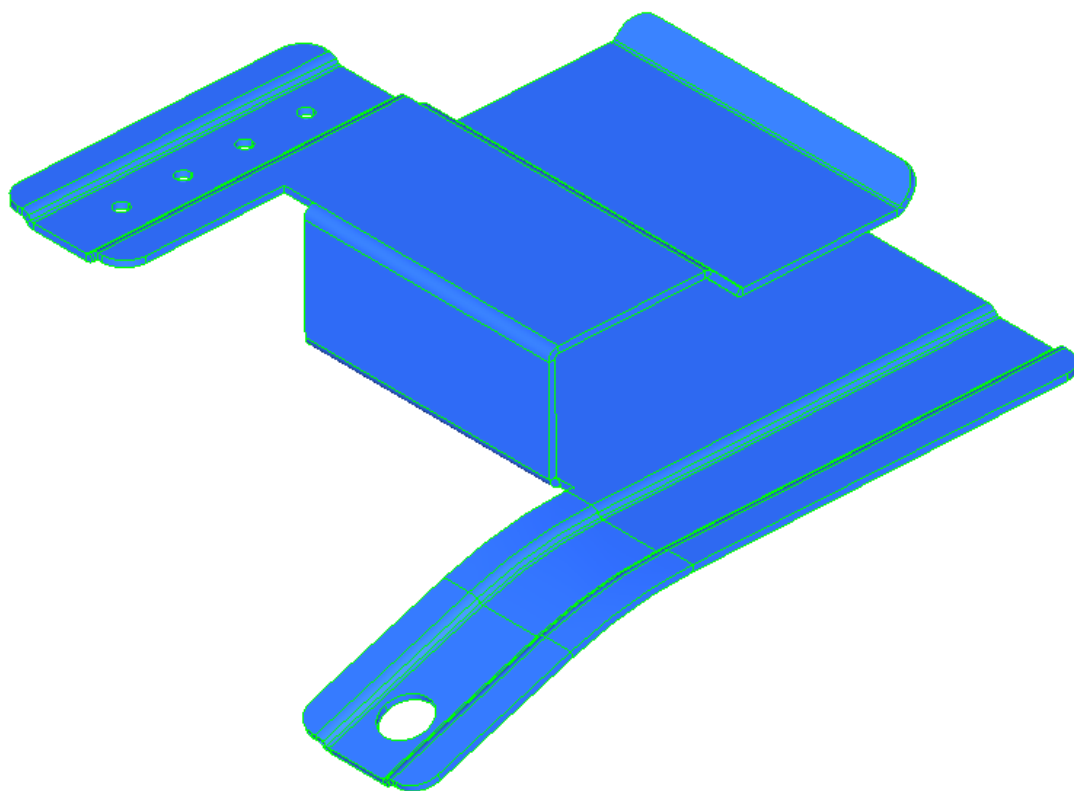
#### 2. Thiết lập thông số giống hình bên dưới



#### 3. Chọn **surfs** >> **displayed**

#### 4. Chọn **find**

#### 5. Chọn **delete** để xóa tất cả các mặt giống nhau



*Mô hình hoàn chỉnh sau khi đã được sửa lỗi*

## Tạo mặt trung bình cho mô hình dạng tấm

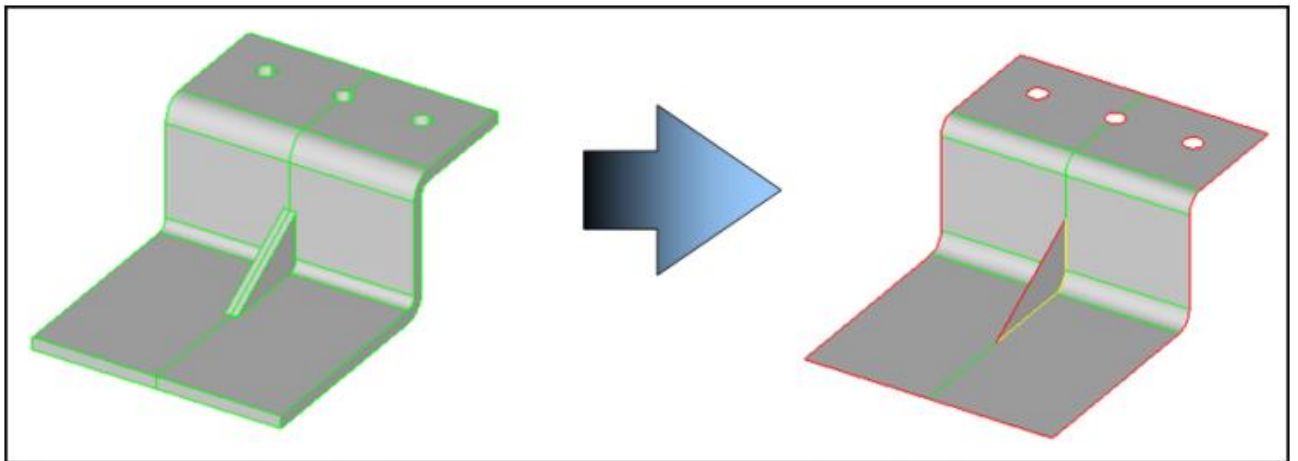
Trong HyperMesh, việc chia lưới mô hình để phục vụ cho việc tính toán, phân tích bao gồm có 2 dạng:

- Phần tử Shell ( Shell element)
- Phần tử Solid ( solid element)

Đối với mô hình có dạng tấm với chiều dày mỏng (<5mm), các phần tử shell sẽ được tạo trên mặt trung bình (mặt chính giữa) của mô hình.

Các phần tử Shell được xem như là không có bề dày, chúng được hiển thị như là các đối tượng 2D và chiều dày thì được chỉ định

Trong HyperMeh, việc tạo ra mặt trung bình được thực hiện bởi công cụ **Midsurface**

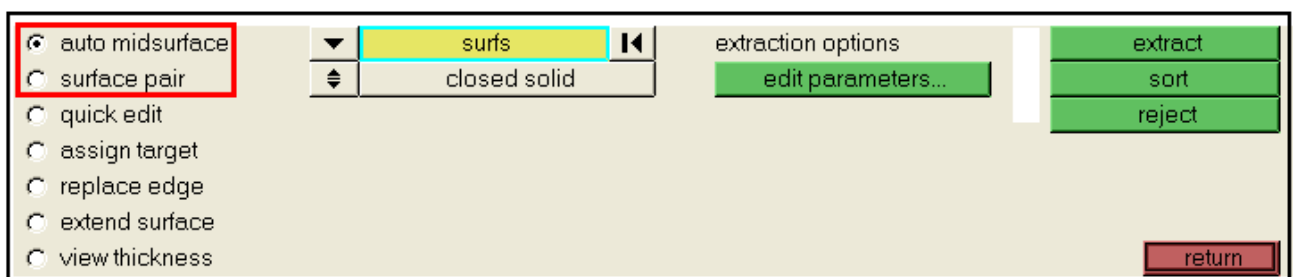


## Công cụ tạo và chỉnh sửa mặt trung bình

Sử dụng công cụ **midsurface** trong HM để thực hiện, có 2 cách vào lệnh:

- Trang **Geom >> midsurface**
- Menu **Geometry >> midsurface**

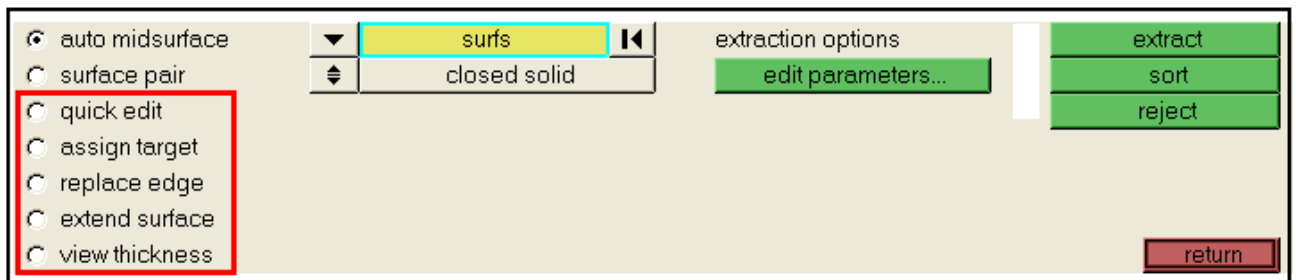
### Tạo mặt trung bình



- **Auto midsurface:** tự động tạo mặt trung bình từ mô hình khối đặc hay mô hình mặt cong kín
- **Surface pair:** tạo mặt trung bình giữa hai mặt được chọn



## Chỉnh sửa mặt trung bình

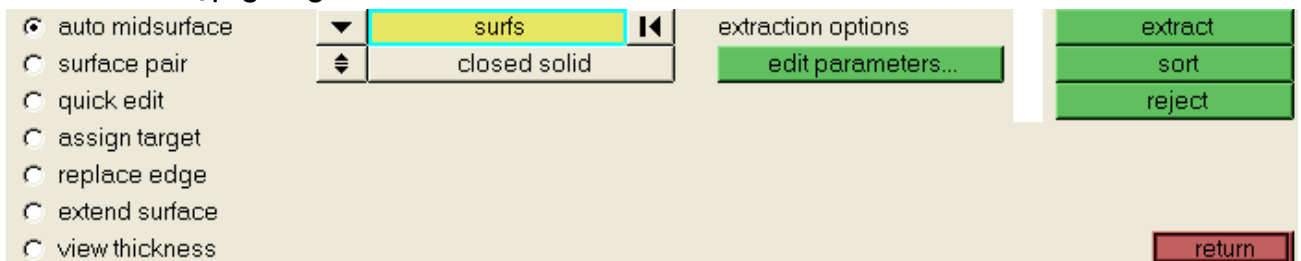


- **Quick edit:** sửa mặt bằng cách sửa vị trí các đỉnh của mặt
- **Assign target:** giống như **quick edit**
- **Replace edge:** giống như **edge edit** panel
- **Extend surface:** kéo dài 2 mặt cong cho đến khi chúng giao nhau
- **View thickness:** xem chiều dày của mặt trung bình khi được chỉ định

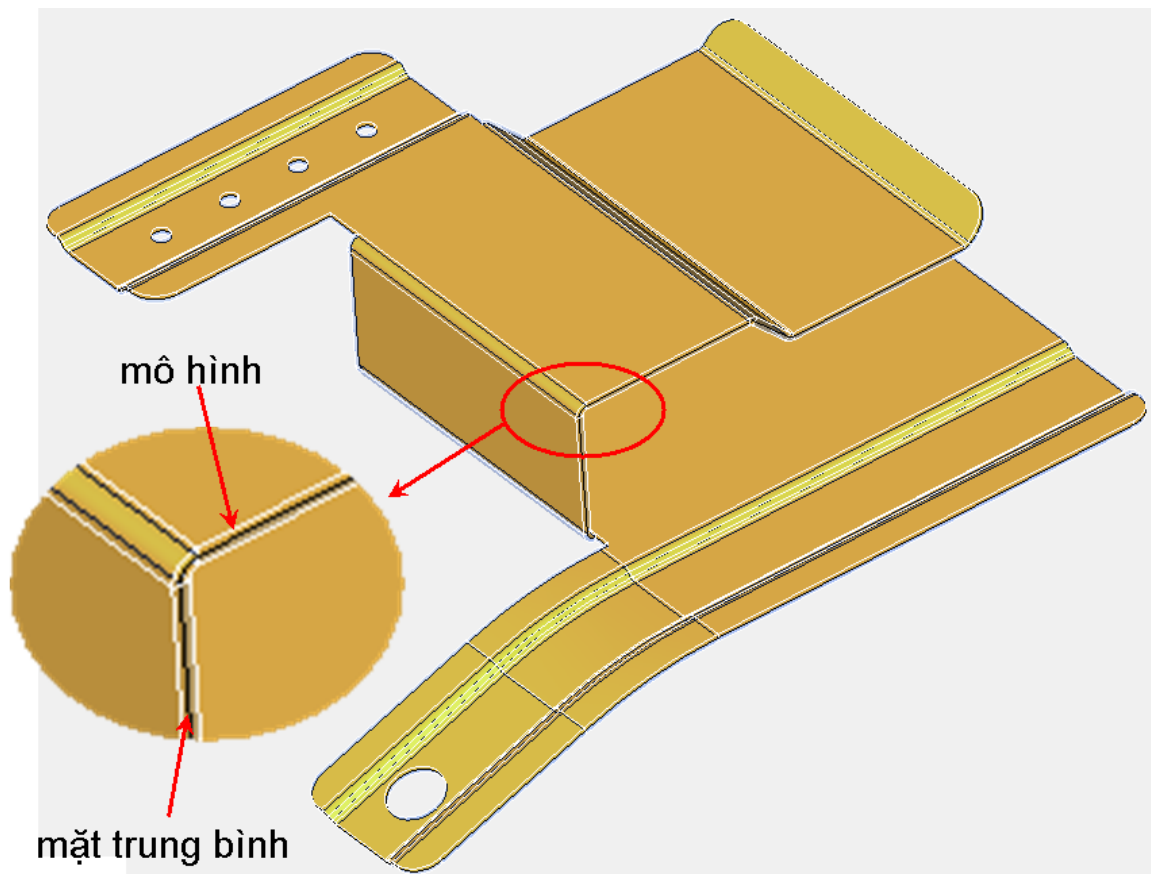
## Ví dụ: tạo mặt trung bình cho mô hình trong ví dụ trên

### Bước 1: tạo mặt trung bình từ **midsurface** panel

1. Vào **midsurface** panel bằng các cách sau
  - Từ menu **Geometry >> midsurface**
  - Từ trang **Geom >> midsurface**
2. Chọn **auto midsurface**
3. Thiết lập giống như hình vẽ bên dưới



4. Chọn 1 mặt bất kì trên mô hình
5. Nhấn nút **extract** để tạo mặt trung bình

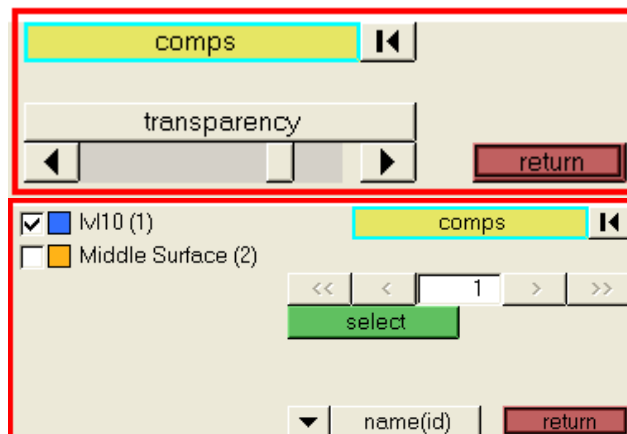


### Thay đổi độ trong suốt của mô hình

Trên thanh công cụ **Visualization** chọn **transparency** panel



Xuất hiện hộp thoại



Chọn **comps** >> chọn đối tượng >> **select** >> **return**

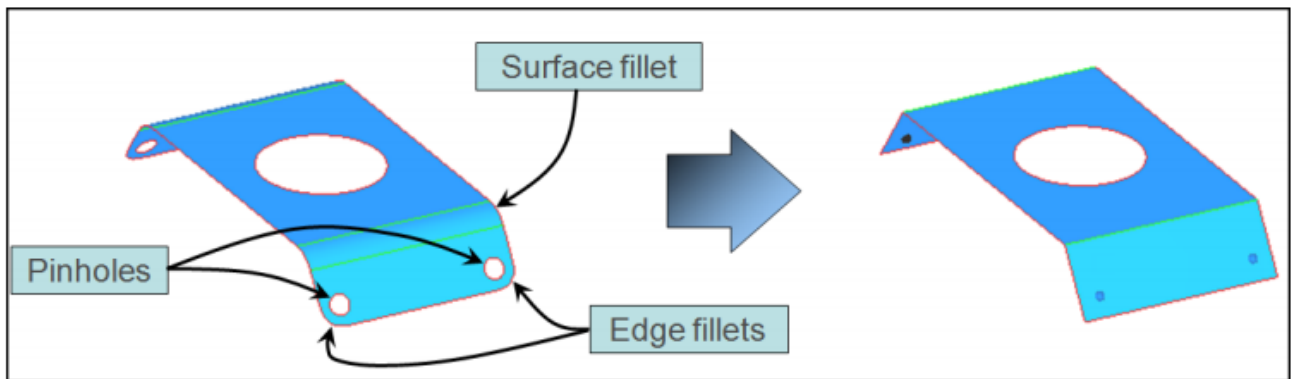
Thay đổi vị trí con trượt tại thanh trượt **transparency** để thay đổi độ trong suốt

## Làm đơn giản mô hình

Có nhiều đặc trưng hình dạng không gây ảnh hưởng đến kết cấu chính của mô hình và có ít ảnh hưởng hoặc không có ảnh hưởng gì trong quá trình phân tích thì có thể được bỏ đi để làm cho việc chạy phân tích có hiệu quả hơn. Bên cạnh đó, chất lượng của lưới cũng tốt hơn.

Các đặc trưng hình dạng là:

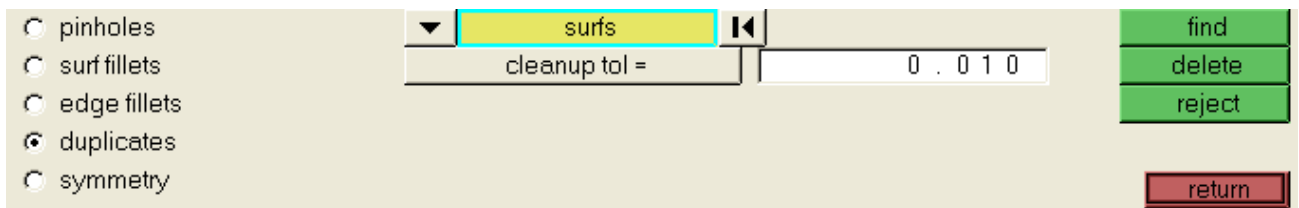
- Các lỗ được tạo để làm giảm trọng lượng của chi tiết
- Các cạnh được bo tròn
- Các góc lượn để lại do quá trình gia công



## Công cụ làm đơn giản mô hình (defeature panel)

Cách vào công cụ **defeature**

- Menu **Geometry >> defeature**
- Trang **Geom >> defeature**

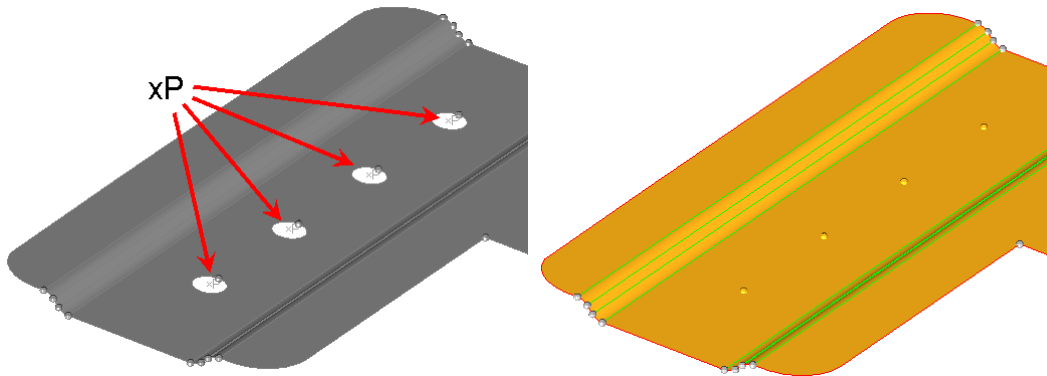


- **Pinholes:** tìm lỗ trên các mặt và mặt cong, sau đó bít các lỗ lại và đặt 1 điểm tại tâm của các lỗ
- **Surf fillets:** tìm các mặt bo tròn giữa hai mặt và kéo dài 2 mặt đó cho đến khi giao nhau
- **Edge fillets:** tìm các cạnh tròn và làm cho vuông góc
- **Duplicates:** tìm và xóa các mặt trùng nhau
- **Symmetry:** xác định các mặt đối xứng nhau

**Ví dụ: xóa tất cả các lỗ, mặt và canh bo tròn trên mặt trung bình được tạo từ ví dụ trên**

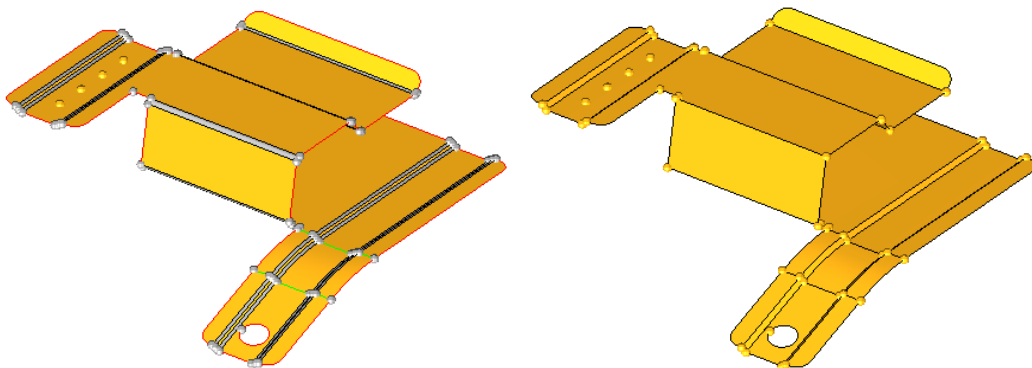
**Bước 1:** xóa 4 lỗ nhỏ

1. Chọn **defeature** panel bằng cách
  - Menu **Geometry >> defeature**
  - Trang **Geom >> defeature**
2. Chọn **pinholes** panel
3. Trong ô **diameter** < nhập 3 (đường kính đường tròn cần tìm)
4. Chọn **surfs >> all**
5. Nhấn **find** (các vòng tròn có đường kính < hơn 3 được đánh dấu)  
HyperMesh tự động đặt biểu tượng xP tại tâm của các đường tròn
6. Nhấn **delete** để xóa tất cả các đường tròn đã được đánh dấu



**Bước 2:** xóa các mặt bo tròn

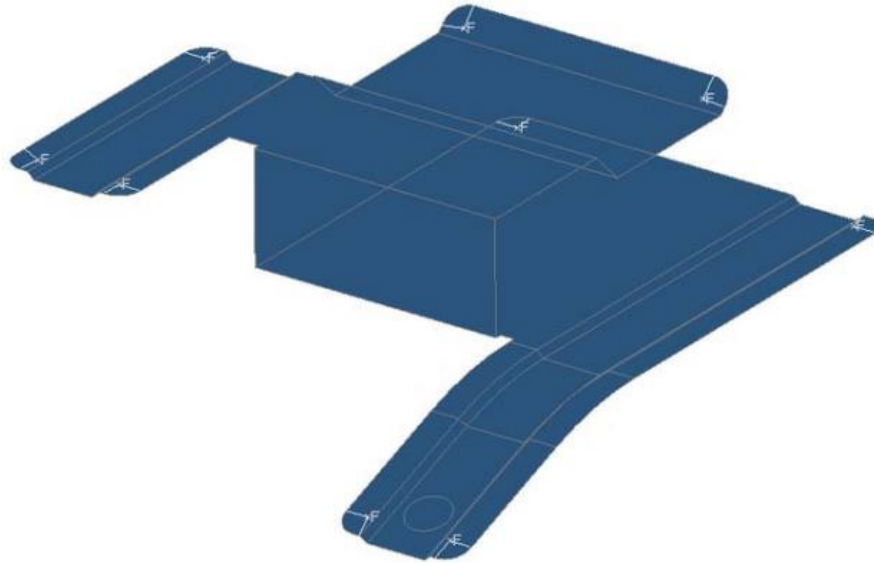
1. Chọn **defeature** panel
2. Chọn **surf fillets** panel
3. Chọn **surf >> displayed**
4. Nhập giá trị 2 vào ô **min radius**
5. Nhấn **find** để tìm các mặt bo tròn có bán kính lớn hơn hoặc bằng 2
6. Nhấn **remove** để xóa



**Bước 3:** xác định và xóa các góc bo tròn của mặt cong

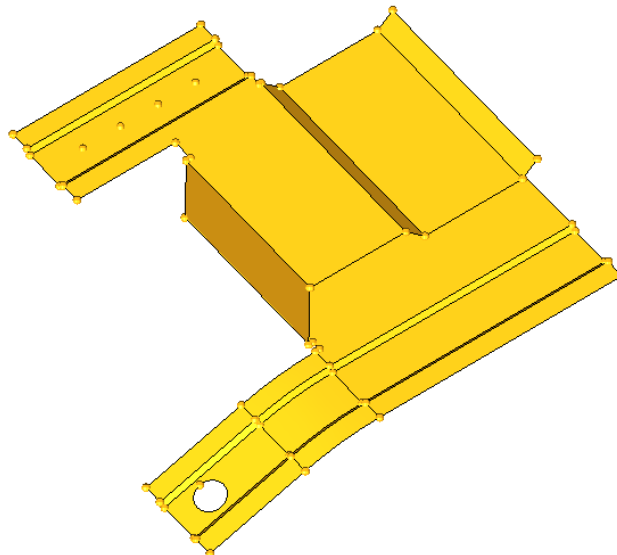
1. Chọn **defeature** panel
2. Chọn **edge fillets** panel

3. Chọn **surf >> displayed**
4. Nhập giá trị 1 vào ô **min radius**
5. Nhấn **find**



<input type="radio"/> pinholes	<b>1</b>	surfs	trim - intersect	find
<input type="radio"/> surf fillets	<b>2</b>	fillets	node	remove
<input checked="" type="radio"/> edge fillets		min radius	node	reject
<input type="radio"/> duplicates		max radius		
<input type="radio"/> symmetry		min angle		
		all		return

6. Nhấn chuột phải lên kí tự **F** để hủy bỏ cạnh tròn đã được chọn
7. Nhấn **remove** để xóa

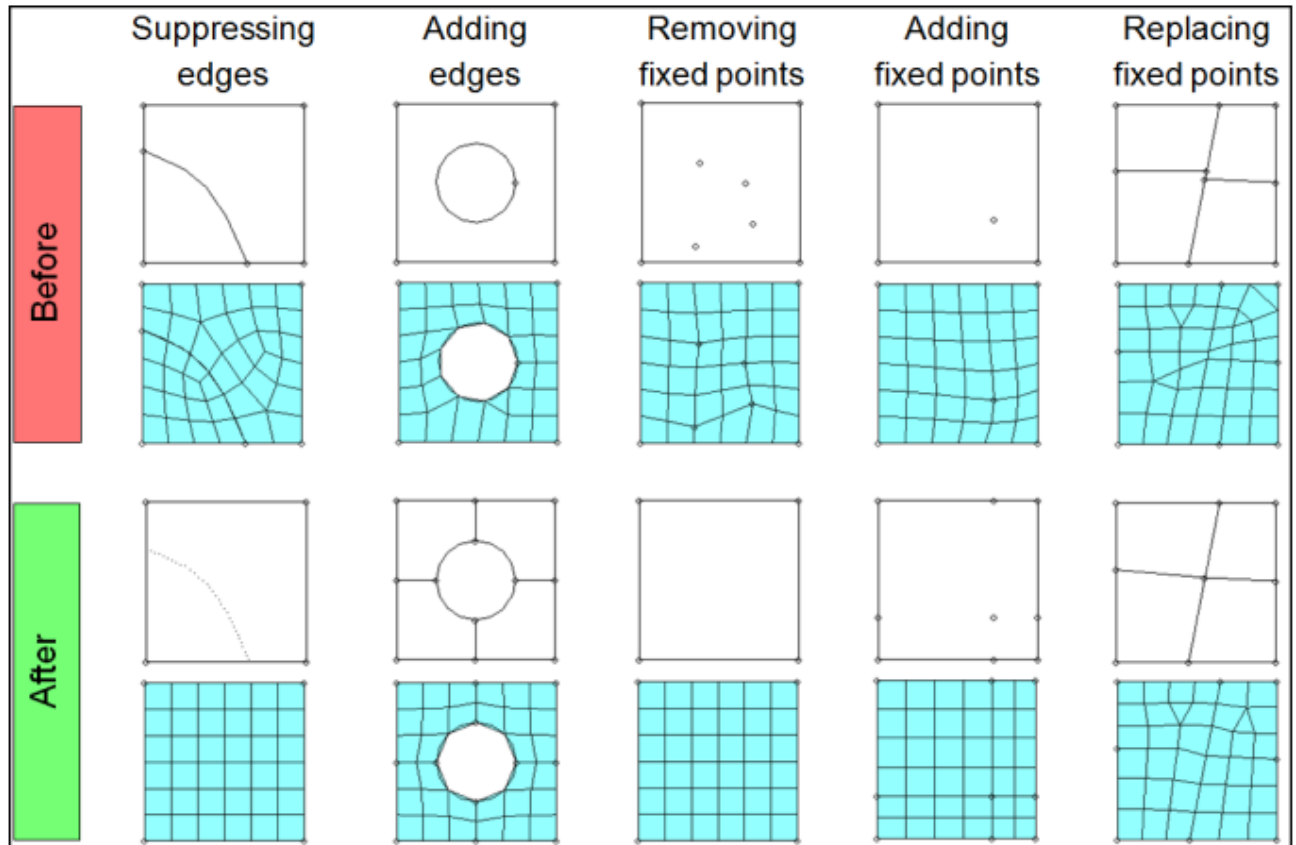


## Topology Refinement

Điều quan trọng nhất của việc chia lưới chính là chất lượng của các phần tử tạo nên lưới. Một trong những yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng của các phần tử là hình dạng hình học tô pô.

Chính điều này đã dẫn đến việc phải thay đổi, tinh chỉnh hình dạng hình học tôpô. Không giống như **defeature**, **Topology Refinement** không làm thay đổi hình dạng của mô hình

Một số ví dụ về tinh chỉnh hình học tôpô:



## Công cụ Topology Refinement

- **Edge edit**
  - **Toggle** – kết nối nhiều mặt thành 1 mặt
  - **(Un)suppress** – giống như chức năng **Toggle**
- **Point edit**
  - **Add** – thêm vào các điểm cố định
  - **Suppress** – xóa các điểm cố định không cần thiết
  - **Replace** – nối 2 điểm tại 1 vị trí
  - **Project** – chiếu 1 điểm lên 1 cạnh hay 1 mặt
- **Surface edit** – dùng để tạo thêm cạnh bằng cách chia 1 mặt thành nhiều mặt
  - **Trim with nodes** – dùng các node để chia mặt
  - **Trim with lines** – dùng các cạnh để chia mặt
  - **Trim with surfs/plane** – sử dụng mặt để chia 1 mặt khác
- **Quick edit** – chức năng giống như các lệnh ở trên

# Chương 3

## Tạo lưới cho mô hình dạng tấm (shell meshing)

### Tạo lưới bằng phương pháp tự động

Một điểm quan trọng để bắt đầu tạo lưới cho mô hình là tất cả các lỗi trên mô hình do qua trình chuyển đổi dữ liệu từ các phần mềm khác nhau phải được sửa. Phương pháp hiệu quả nhất cho việc tạo lưới là sử dụng **automesh** panel và tạo lưới trực tiếp trên các bề mặt của mô hình.

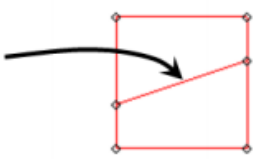
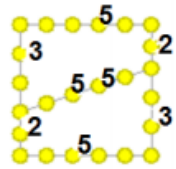
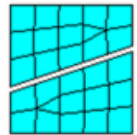
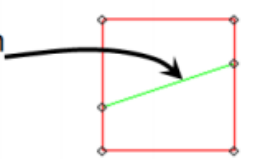
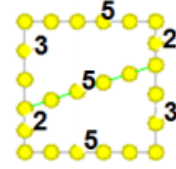
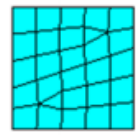
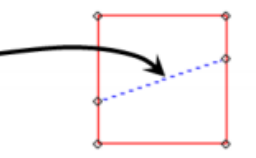
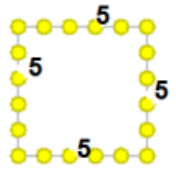
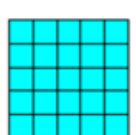
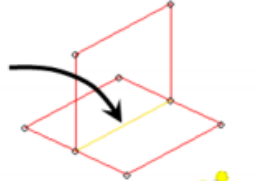

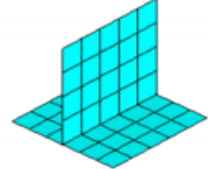
**automesh** là công cụ dùng để tạo lưới trong HyperMesh. Cho phép người sử dụng chỉ định, điều khiển kích thước của phần tử lưới (element), mật độ, kiểu phần tử (tam giác, tứ giác), khoảng cách các node và cũng như kiểm tra chất lượng các phần tử.

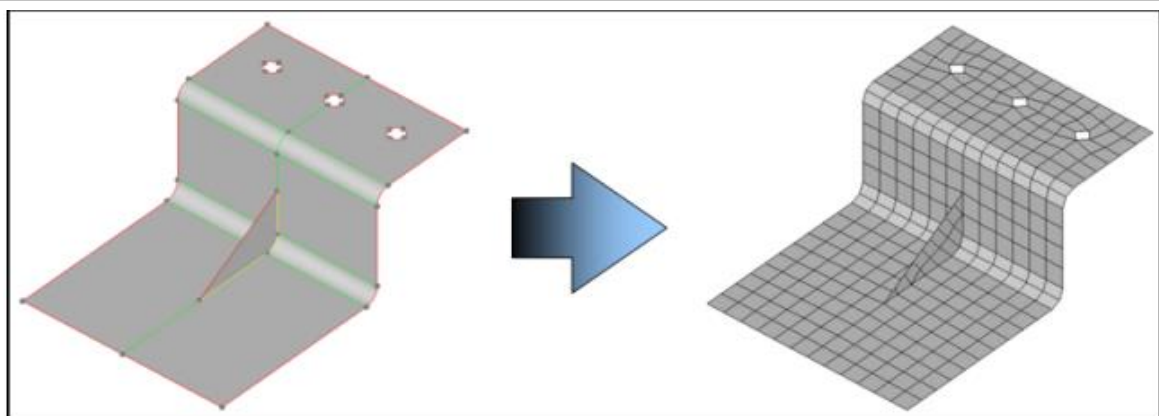
### Tính liên tục của lưới

Khi tạo lưới cho mô hình, thì điều quan trọng cần chú ý là các phần tử phải chắc chắn kết nối liên tục với nhau. Các phần tử không kết nối là các miếng mỏng nằm trên mô hình và tất cả sự thay đổi về ứng suất, biến dạng sẽ ngừng lại tại những vùng không kết nối.

Bên dưới là ví dụ về tính không kết nối của mô hình ảnh hưởng đến kết quả của việc chia lưới



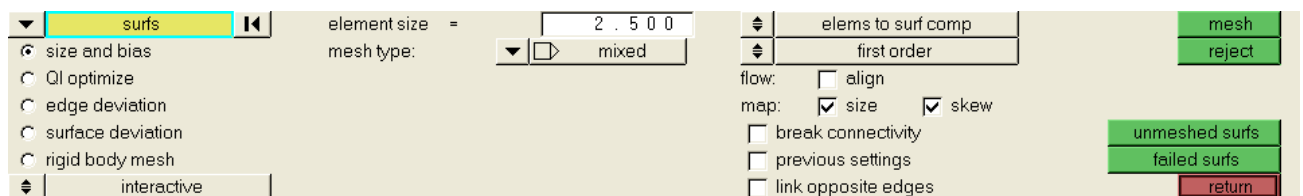
<p><b>Free edges (red)</b></p> <p>Free edge between 2 surfaces</p>  <p>Nodes are placed along edge for meshing</p>  <p>Mesh is discontinuous; nodes along the free edge are not equivalenced (Nodes only separated for illustration)</p> 	<p><b>Shared edges (green)</b></p> <p>Shared edge between 2 surfaces</p>  <p>Nodes are placed along edge for meshing</p>  <p>Mesh has proper connectivity; nodes along the edge are equivalenced</p> 
<p><b>Suppressed edges (blue)</b></p> <p>Suppressed edge between 2 surfaces</p>  <p>Edge is ignored; nodes are not placed along the edge</p>  <p>Area is treated just like 1 surface; there is no line of nodes along the edge</p> 	<p><b>T-junction edges (yellow)</b></p> <p>Non-manifold edge between 3 surfaces</p>  <p>Nodes are placed along edge for meshing</p>  <p>Mesh has proper connectivity; nodes along the edge are equivalenced</p> 



## Automesh panel

Chức năng **automesh** trong HM cho phép tạo lưới nhanh trên một hay nhiều mặt được chọn. có nhiều tùy chọn trong **automesh** panel cung cấp cho người sử dụng nhiều công cụ cao cấp để tạo lưới.

- Menu Mesh >> Create >> 2D AutoMesh
- Trang 2D >> automesh
- F12



**Size and bias:** Cho phép tạo lưới mới hoặc tạo lại lưới dựa trên lưới đã có sẵn.

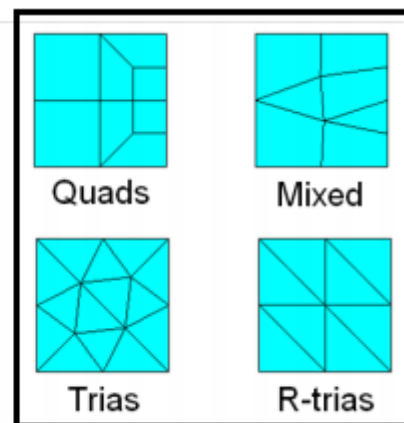
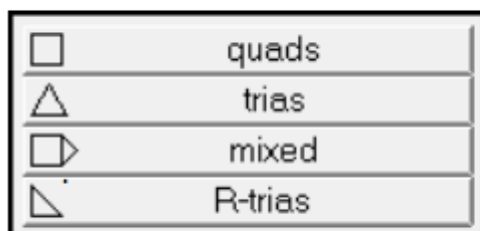
**QI optimize:** tối ưu chỉ số chất lượng của các phần tử được tạo ra.

**Edge deviation:** cho phép đưa vào các thông số để giới hạn độ lệch của các phần tử so với cạnh của các mặt được chia lưới

**Surface deviation & rigid body mesh:** chỉ áp dụng cho mặt

**Element size:** kích thước phần tử

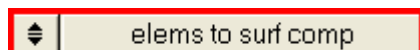
**Mesh type:** các kiểu phần tử



xem trước kết quả của quá trình tạo lưới hay không

**automatic:** tạo lưới mà không xem trước kết quả

**Interactive:** tạo lưới có xem trước kết quả



lưới mới tạo được chứa trong layer nào

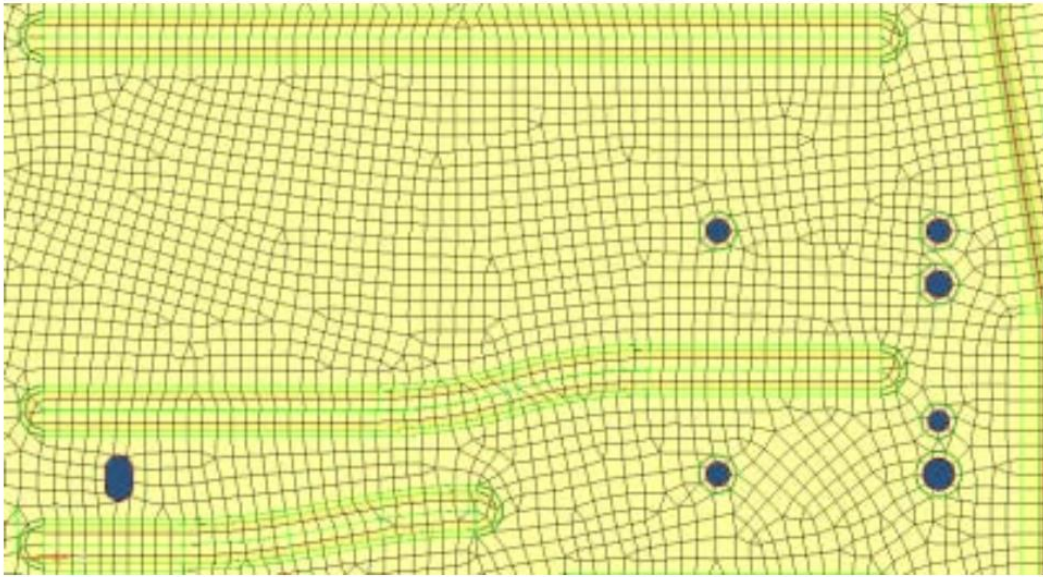
**elems to surf comp:** lưới mới tạo nằm trong layer chứa đối tượng được tạo lưới

**elems to current comp:** lưới mới tạo nằm trong layer làm việc

**flow:align** tạo ra các phần tử được đặt theo hướng thẳng hàng nhất có thể

**flow:size** chỉ có thể được chọn khi đã chọn **align**

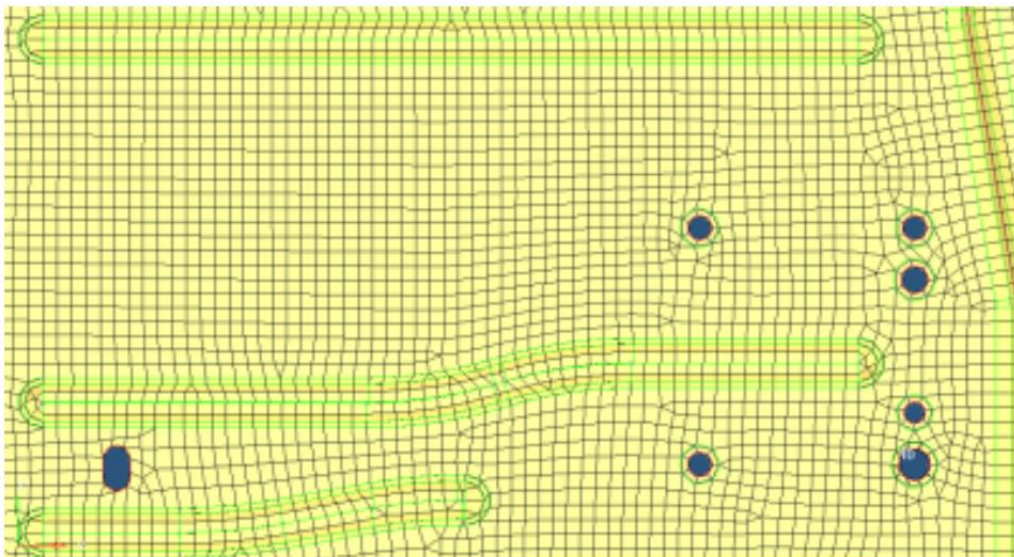
- Lưới được tạo không chọn **flow**



- Lưới được chọn với lựa chọn **flow:align**



- Lưới được tạo với lựa chọn **flow:align/size**





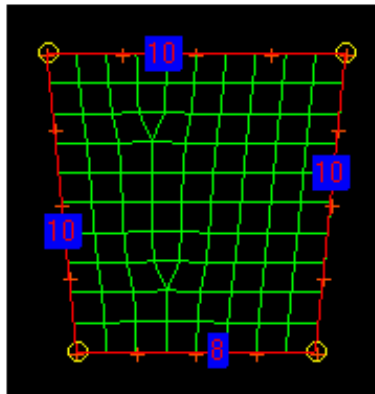
**map:size** giữ cho các phần tử có kích thước xấp xỉ bằng nhau

**map:skew** ngăn không cho các phần tử bị nghiêng nhiều

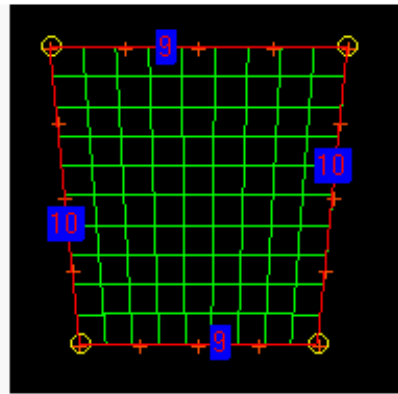
**break connectivity**: tạo ra sự khác nhau về số lượng node trên các lưới kế cận nhau

**previous settings**: sử dụng lại những thiết lập của lần tạo lưới trước cho lần tạo lưới sau

**link opposite edges**



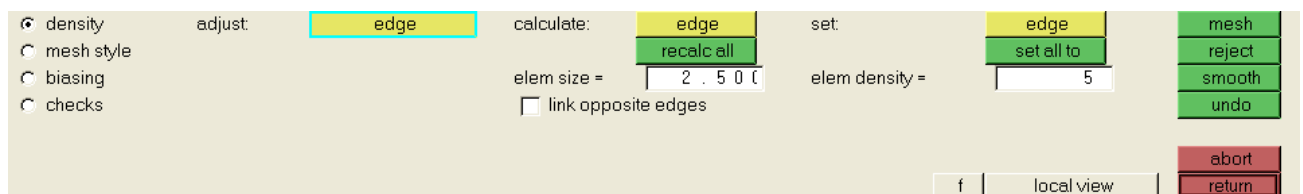
Không chọn **link opposite edges**



chọn **link opposite edges**

## Tạo lưới bằng lựa chọn size and bias

Với lựa chọn **size and bias** và **interactive**, khi nhấn nút **mesh**, một hộp thoại thứ 2 (automeshing secondary panel) sẽ xuất hiện.







Trong hộp thoại này, có thể chỉnh sửa lại kích thước của phần tử, mật độ phân bố dọc theo các cạnh của mô hình

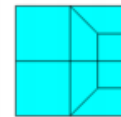
- **density**

- **adjust**: nhấn trái chuột lên số ở mỗi cạnh trên màn hình đồ họa để tăng số lượng của phần tử trên cạnh. Nhấn phải chuột để giảm số lượng
- **calculate**: thay đổi kích thước của phần tử.
  - Chọn **edge**, chọn số ở mỗi cạnh trên màn hình đồ họa để thay đổi kích thước của phần tử
  - Nhấn **recalc all** để thay đổi cho tất cả
- **set**: thiết lập số lượng phần tử dọc theo 1 cạnh hay tất cả các cạnh theo giá trị do người sử dụng thiết lập

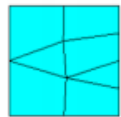
- **mesh style**: thay đổi hình dáng của phần tử

	quads
	trias
	mixed
	R-trias

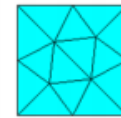
- ☐ quads – Quad dominant mesh; will use trias if necessary
- ☐ trias – Equilateral (60-60-60) tria mesh
- ☐ mixed – Quad mesh with use of trias to create as rectilinear a mesh as possible
- ☐ R-trias – Isosceles (45-45-90) tria mesh



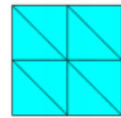
Quads



Mixed

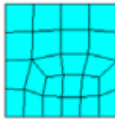
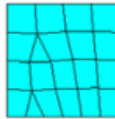
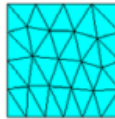
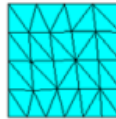
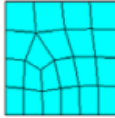
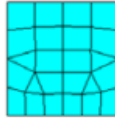
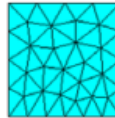
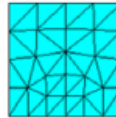


Trias

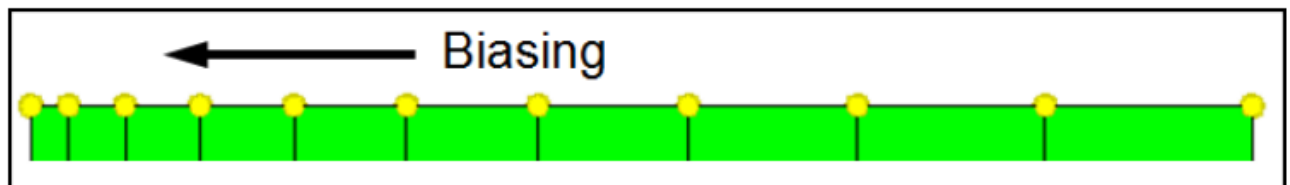


R-trias

autodecide
map as rectangle
map as triangle
map as pentagon
free (unmapped)

		Mesh Types			
		Quad	Mixed	Trias	R-trias
Mesh Methods	Map as Rectangle				
	Free (Unmapped)				

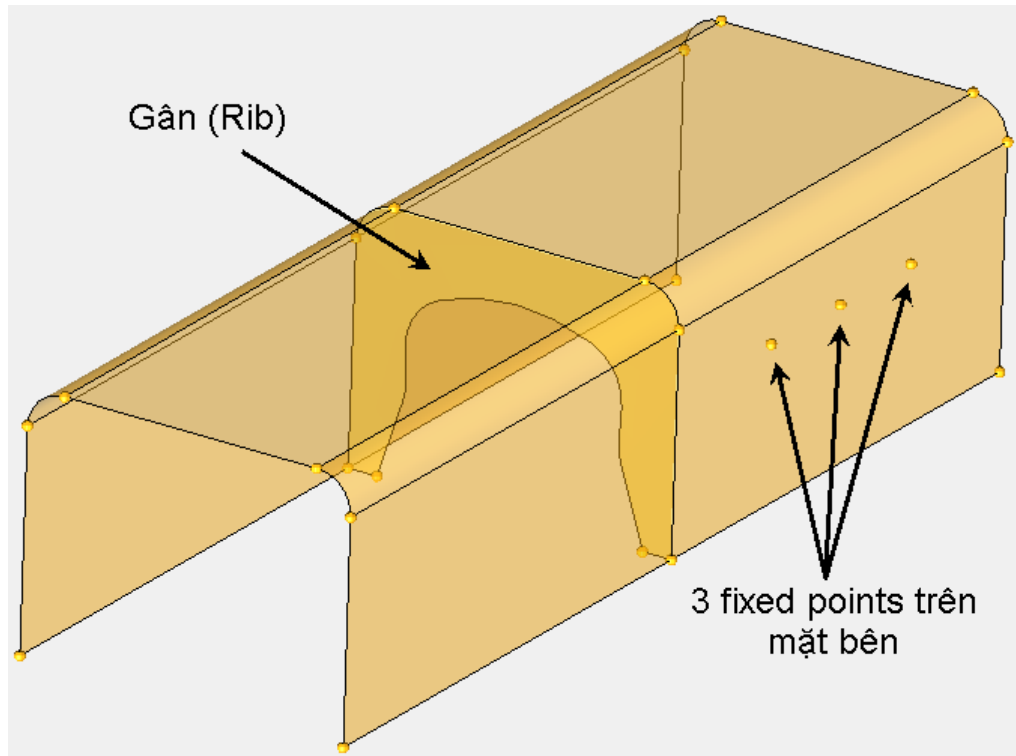
- biasing:** điều khiển sự phân bố của các node dọc theo các cạnh



- checks:** đánh giá chất lượng của lưới mới tạo

warpage	>	5 . 0 0 0	length	<	1 . 6 2 5	mesh	
aspect	>	5 . 0 0 0	jacobian	<	0 . 7 0 0	reject	
skew	>	6 0 . 0 0 0					
trias:							
quads:							
min angle	<	4 5 . 0 0 0	min angle	<	2 0 . 0 0 0	abort	
max angle	>	1 3 5 . 0 0 0	max angle	>	1 2 0 . 0 0 0		
					f	local view	return

## Ví dụ: Tạo lưới cho chi tiết Channel Bracket

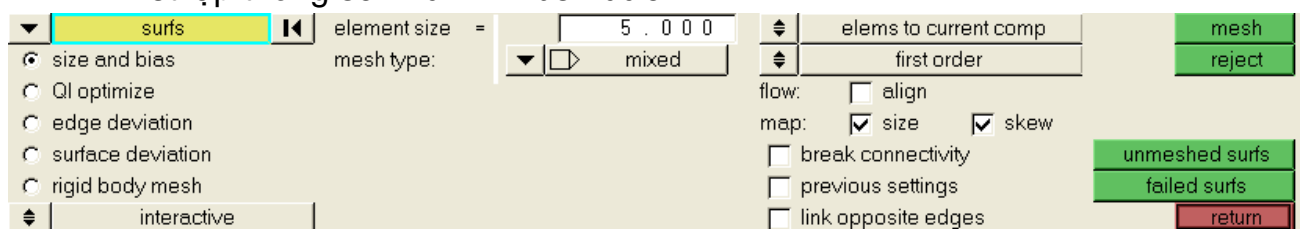


**Bước 1: tạo lưới toàn bộ chi tiết với kích thước phần tử = 5 và kiểu phần tử là mixed**

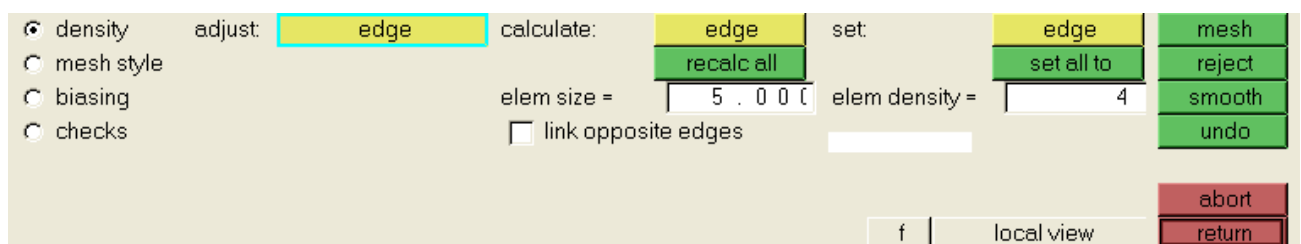
1. Vào **automesh** panel

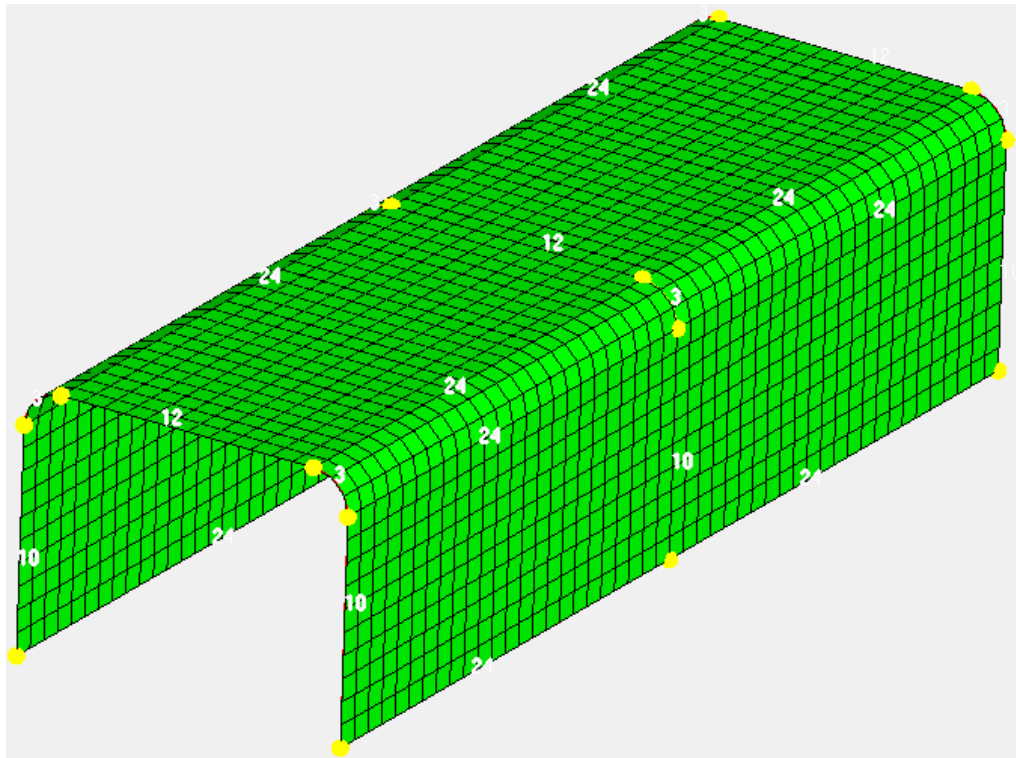
- Menu **mesh >> Create >> 2D automesh**
- Main menu, trang **2D >> automesh**

2. Thiết lập thông số như hình bên dưới



3. Nhấn **mesh**, cửa sổ **density** sub-panel xuất hiện, cho phép chỉnh sửa lại các thông số để thay đổi kết quả của lưới






Trên mô hình lưới, ta thấy có sự phân bố của các node màu vàng và các con số ở trên mỗi cạnh viền của các bề mặt. Các số này chính là số lượng phần tử được tạo ra dọc theo các cạnh

4. Nhấn **return** để chấp nhận kết quả

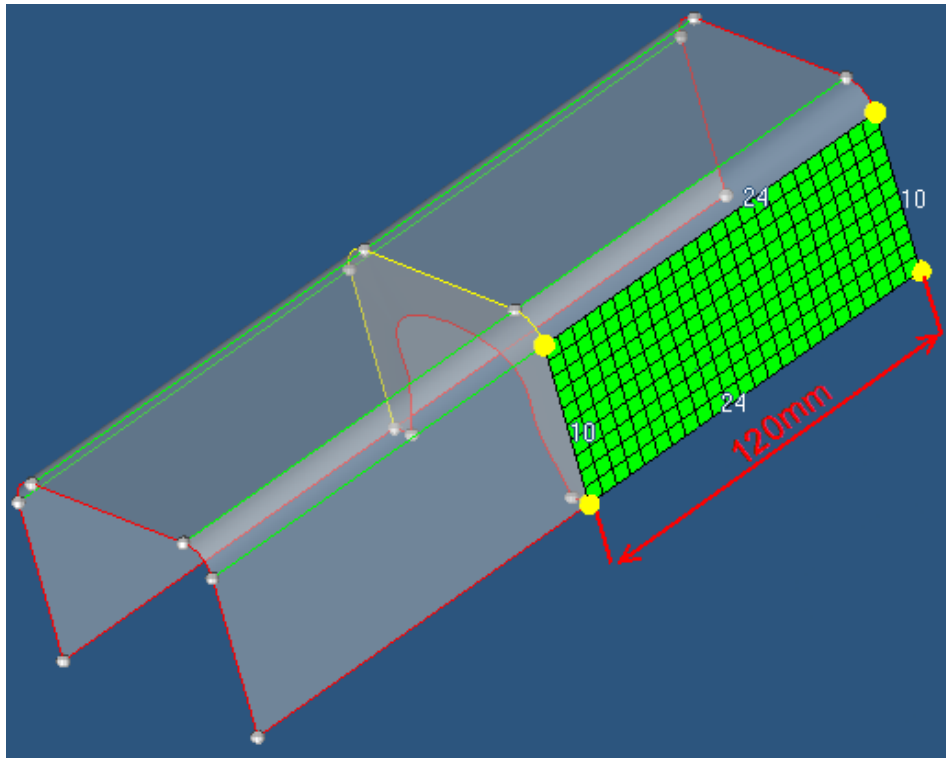
## Bước 2: xóa một lưới đang tồn tại

1. Chọn **delete** panel
  - Trên thanh toolbar **collector**, chọn biểu tượng (  )
  - Nhấn phím **F2**
2. Nhấn nút **switch**, chọn **elems**
3. Nhấn **elems >> all\**
4. Nhấn **delete entity**
5. Nhấn **return** để quay trở lại **automesh** panel

## Bước 3: tạo lưới cho mặt có 3 fixed point nằm bên trong mặt

1. Giữ nguyên các thông số
2. Chọn mặt có 3 điểm fixed point
3. Nhấn **mesh** để tạo lưới





#### Bước 4: thay đổi số lượng phần tử dọc theo các cạnh

1. Từ **density** sub-panel, chọn **adjust : edge**
2. Trên màn hình đồ họa, nhấn trái chuột lên trên các con số để tăng số lượng phần tử
3. Nhấn phải chuột để giảm đi số lượng phần tử
4. Nhấn và giữ chuột, sau đó di chuyển chuột lên hay xuống để tăng hay giảm số lượng phần tử
5. Nhấn **mesh** để tạo lưới mới dựa trên những sự thay đổi

#### Bước 7: thay đổi số lượng phần tử từ density sub-panel

Vẫn còn ở trong **density** sub-panel

1. Nhập giá trị 10 cho ô **elem density** =
2. Chọn **set : edge**
3. Nhấn chuột vào các số trên màn hình để thay đổi thành giá trị mới (10)
4. Nhấn **mesh** để cập nhật kết quả tạo lưới
5. Nhấn **set to all** để thay tất cả các số thành giá trị 10
6. Nhấn **mesh** để xem sự thay đổi của lưới

#### Bước 8: thay đổi kích thước của các phần tử

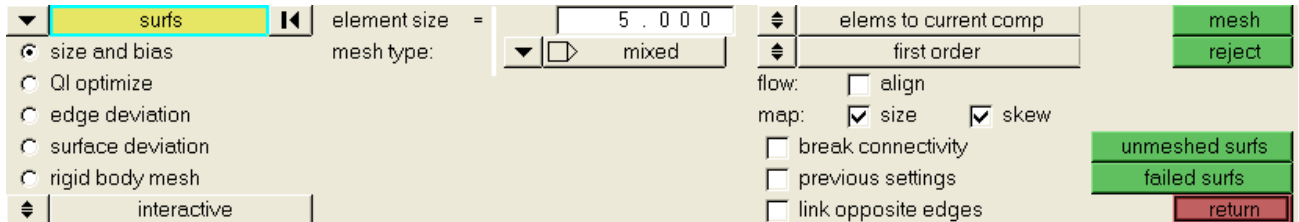
Vẫn ở trong **density** sub-panel

1. Nhập giá trị cho ô **elem size** =
2. Nhấn 1 số trên màn hình. Số lượng phần tử sẽ thay đổi dựa vào độ lớn của phần tử
3. Nhấn **mesh** để xem sự thay đổi của lưới

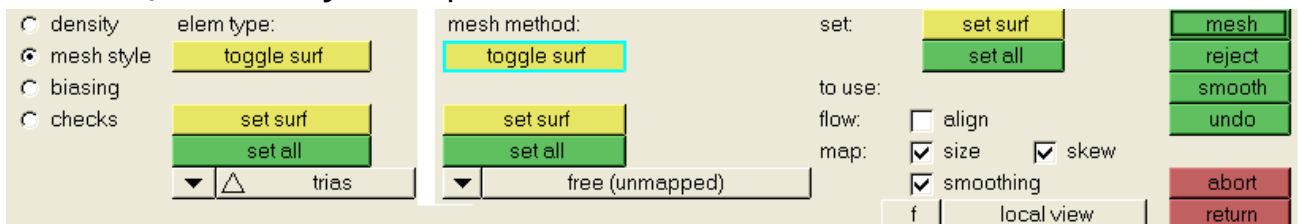
4. Nhấn **recalc all** để chọn tất cả các số
5. Nhấn **mesh** để xem sự thay đổi của lưới

## Bước 9: tạo lưới cho Rib

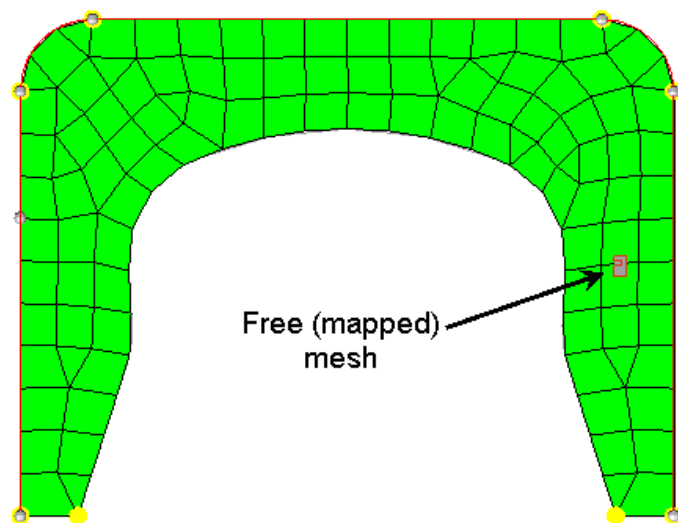
1. Thiết lập giống như hình bên dưới



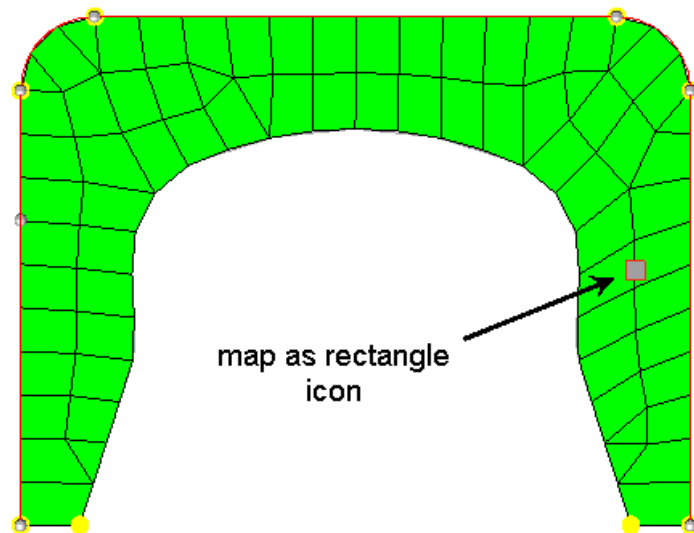
2. Chọn **mesh style** sub-panel



3. Các số thể hiện mật độ phân bố phần tử dọc theo các cạnh viền biến mất. xuất hiện 1 biểu tượng màu trắng nằm trên mặt Rib. Biểu tượng này thể hiện phương pháp sắp xếp tự do (**unmapped**) đang được sử dụng



4. Tại cột **mesh method**, nhấn nút **switch**, chọn **map as rectangle**
5. Nhấn **set all** dưới cột **mesh method**
6. Trên màn hình, quan sát thấy biểu tượng đã thay đổi, chuyển sang biểu tượng **map as rectangle**
7. Nhấn **mesh**, quan sát sự thay đổi của lưới

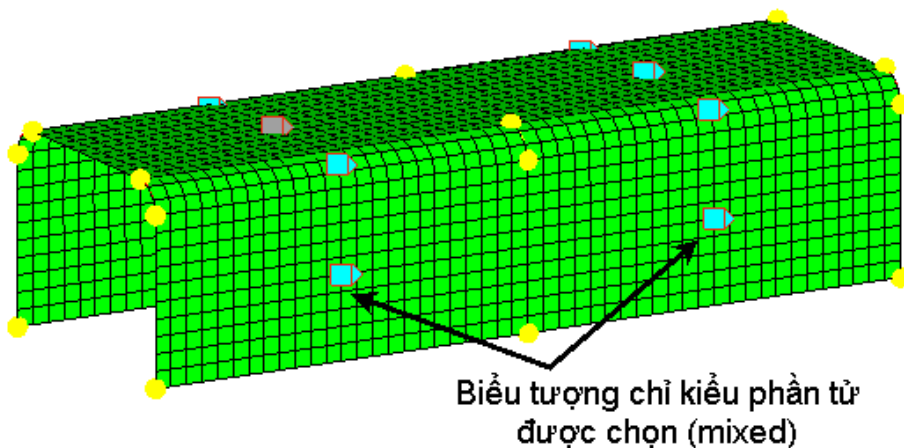


8. Thực hiện các bước tương tự nhưng chọn **free(mapped)**
9. Nhấn **mesh**, quan sát sự thay đổi của lưới
10. Nhấn **return** để quay trở lại **automesh** panel

#### Bước 10:

Vẫn ở trong **automesh** panel, **size and bias** sub-panel

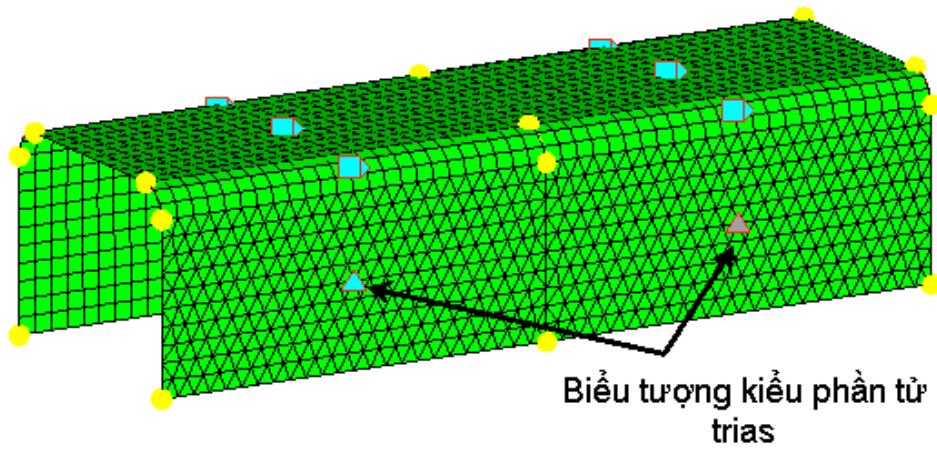
1. Giữ nguyên các giá trị trong **size and bias** sub-panel
2. Nhấn nút **failed surfs**.  
Tại thanh status xuất hiện câu thông báo “There are no surfaces meshing errors”. Điều này là đúng, vì tất cả các mặt được chọn để tạo lưới đều đã được tạo.
3. Nhấn **unmeshed surfs** để xác định và chọn tất cả các mặt còn lại trên mô hình chưa được tạo lưới
4. Nhấn **mesh**, xuất hiện hộp thoại **density** sub-panel
5. Quan sát lưới vừa được tạo



#### Bước 11: thay đổi kiểu phân tử cho một số mặt (mixed → trias)

1. Chọn **mesh style** sub-panel
2. Chọn **toggle surf** dưới cột **elem type**
3. Nhấn nút **switch**, chọn **trias**

4. Chọn **set surf** dưới cột **elem type**
5. Nhấn trái chuột 2 lần lên biểu tượng màu xanh để chuyển sang kiểu **trias**
6. Nhấn **mesh** để xem sự thay đổi



## Kiểm tra và chỉnh sửa lưới

Sau khi lưới đã được tạo, có nhiều công cụ giúp kiểm tra chất lượng của các phần tử và chỉnh sửa lưới để đạt được chất lượng tốt nhất, điều này làm cho kết quả phân tích đạt được độ chính xác cao. Các công cụ này có thể sử dụng bất kì lúc nào trong quá trình tạo lưới.

### Các công cụ kiểm tra và chỉnh sửa

Các công cụ này có thể được tìm thấy ở các trang 1D, 2D, 3D hoặc có thể tìm thấy ở menu **mesh >> Edit >> Elements**.

automesh	edit element	● Geom
shrink wrap	split	● 1D
smooth	replace	● 2D
qualityindex	detach	● 3D
elem cleanup	order change	● Analysis
	config edit	● Tool
	elem types	● Post

- **Edit element**
  - **Combine:** kết hợp 2 hay nhiều phần tử thành 1 phần tử
  - **Split:** chia các phần tử
  - **Cleanup:** di chuyển vị trí các node để nâng cao chất lượng phần tử
- **Split** – chia phần tử được chọn bằng những cách khác nhau
- **Replace** – kết hợp 2 node thành 1 node
- **Detach** – hủy bỏ kết nối giữa 2 phần tử
- **Smooth** – nâng cao chất lượng của các phần tử
- **Quality index** – điều chỉnh các thông số chất lượng của phần tử

### Trang Tool

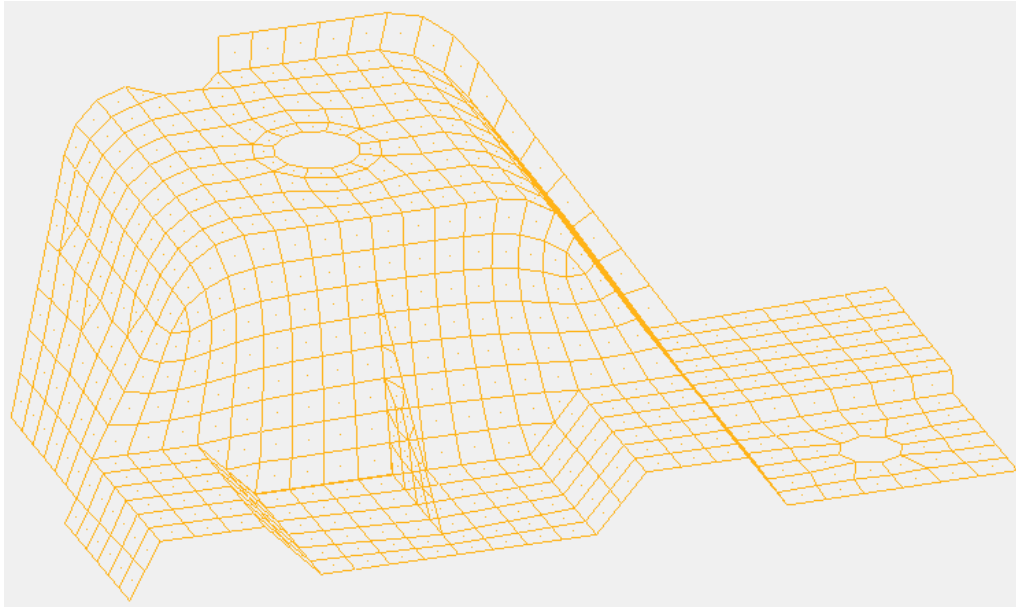
check elems	numbers	● Geom
edges	renumber	● 1D
faces	count	● 2D
features	mass calc	● 3D
normals	tags	● Analysis
dependency	HyperMorph	● Tool
penetration		● Post

- **Check elems** – kiểm tra các thông số của các phần tử lưới
  - Jacobian, warpage, angle, min.length, aspect ratio, skew
- **Edges**
  - Hiển thị các free edge trên mô hình bằng cách tạo 1 phần tử 1D trên các free edge

- Kết hợp các node trong phạm vi dung sai cho phép
- **Normals** – hiển thị và thay đổi chiều của các phần tử
- **Penetration** –

**Ví dụ:**

Mở file **cover.hm** trong thư mục cài đặt



**Bước 1: hiển thị các free egde trên mô hình để xác định các lỗi kết nối giữa các phần tử**

1. Vào menu **edges**

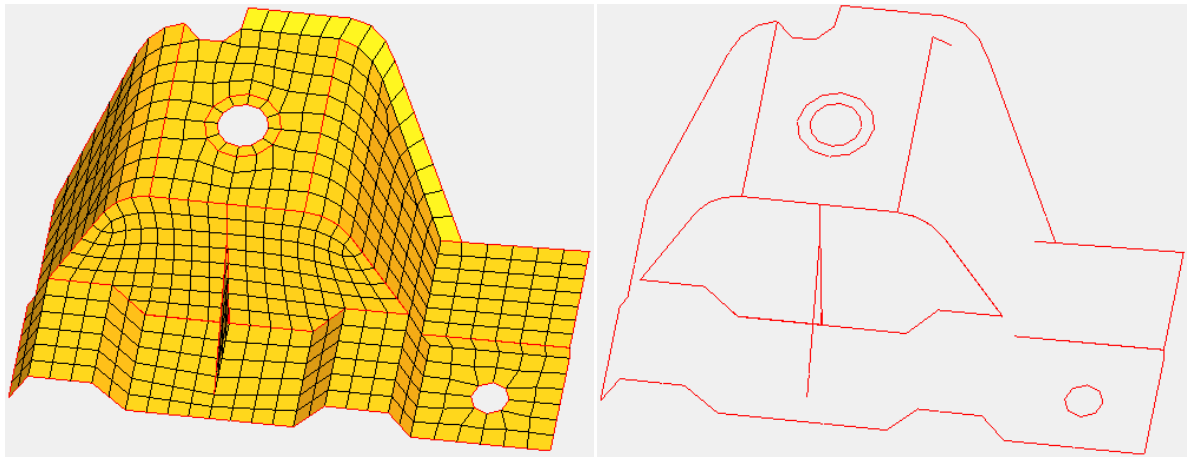
- Từ pull-down menu >> Mesh >> Check >> Components >> Edges
- Từ menu chính, chọn trang **tool >> edges**
- Nhấn **Shift + F3**

2. Chọn bất kì phần tử nào trên mô hình

3. Nhấn **find edges**

Các cạnh màu đỏ xuất hiện trên mô hình (phần tử 1D), các cạnh này được đặt trong 1 lớp mới tên là ^edges

Các cạnh này thể hiện sự không kết nối giữa các phần tử trong mô hình lưới




## Bước 2: khắc phục lỗi không kết nối của các phần tử

1. Nhập 0.01 vào ô **tolerance =**

2. Nhấn chọn 1 phần tử bất kì

3. Nhấn **preview equiv**

Ở thanh **status bar** xuất hiện thông báo *"81 nodes were found"*

Biểu tượng  nằm tại mỗi node có khoảng cách giữa 2 node hoặc bằng hoặc nhỏ hơn giá trị dung sai được nhập vào

4. Nhập 0.1 vào ô **tolerance =**

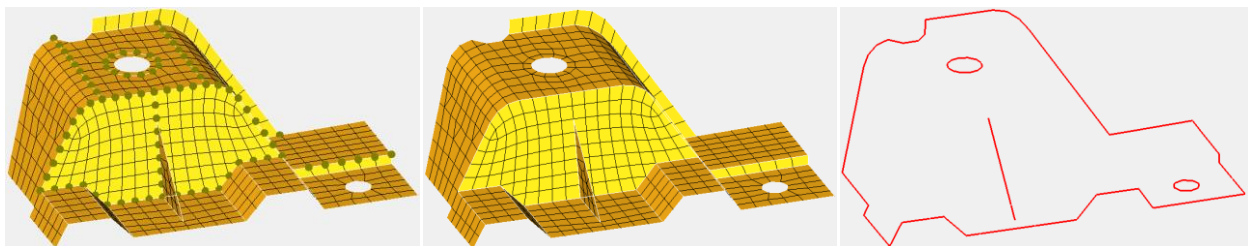
5. Nhấn **preview equiv**

Ở thanh **status bar** xuất hiện thông báo *"96 nodes were found"*

6. Nhấn **equivalence**

Các node được kết nối với nhau

7. Nhấn **find edges**



8. Nhấn **delete edges**

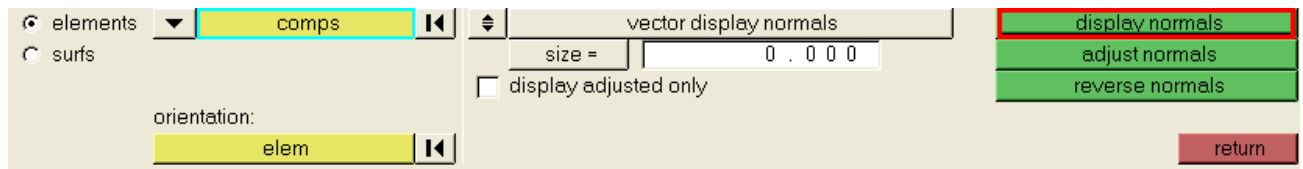
## Bước 3: hiển thị hướng của phần tử và điều chỉnh về cùng một hướng

1. Sử dụng panel **normals**

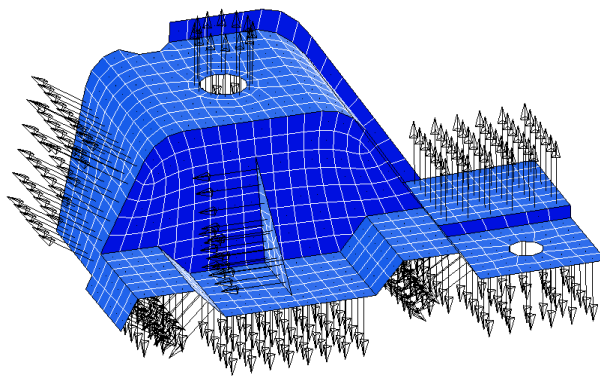
a. Từ pull-down menu, chọn **Mesh >> Check >> Elements >> Normals**

b. Từ main menu, chọn trang **tool >> normals**

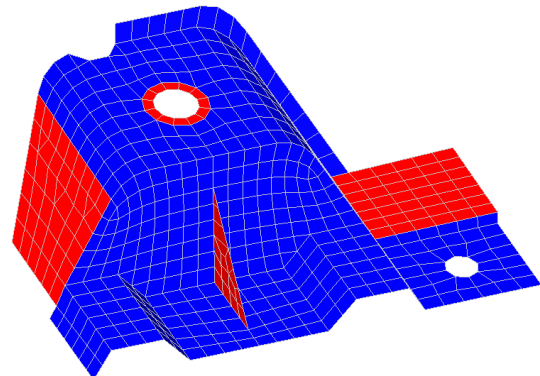
c. Nhấn **Shift + F10**



2. Thiết lập như hình trên, chọn 1 phần tử trên mô hình
3. Nhấn **display normals**  
Xuất hiện mũi tên chỉ hướng của từng phần tử trên mô hình
4. Nhấn **size=** để thay đổi kích thước của mũi tên
5. Thay đổi **vector display normals** bằng **color display normals**
6. Nhấn **display normals**  
Hướng của phần tử được hiển thị bằng màu  
Màu đỏ biểu diễn chiều dương  
Màu xanh dương biểu diễn chiều âm  
Mỗi phần tử đều có 2 hướng



Vector display normals



color display normals

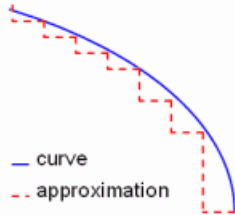
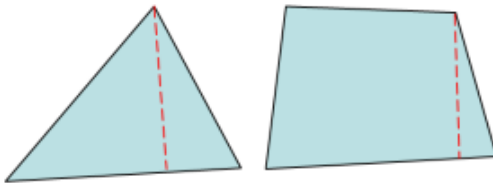
7. Chọn **orientation: elem**
8. Chọn 1 phần tử từ màn hình đồ họa
9. Nhấn **adjust normals**  
Tất cả các phần tử có cùng hướng với phần tử được chọn sẽ bị đảo chiều
10. Nhấn **return**

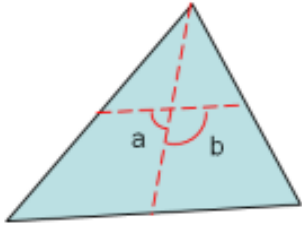
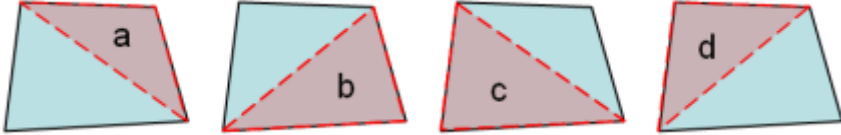
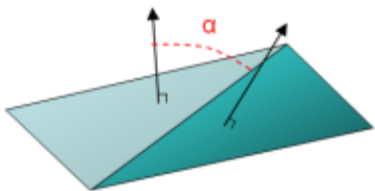
#### Bước 4: kiểm tra chất lượng các phần tử sử dụng panel check elems

1. Sử dụng **check elems** panel để thực hiện việc kiểm tra chất lượng
  - a. Từ pull-down menu, chọn **Mesh >> Check >> Elements >> Check elements**
  - b. Từ main menu, chọn **tool >> check elems**
  - c. Nhấn **F10**
2. Chọn **2-d** sub panel



<input type="radio"/> 1-d	warpage	>	5 . 0 0 0	length	<	2 . 6 2 5	connectivity
<input checked="" type="radio"/> 2-d	aspect	>	5 . 0 0 0	jacobian	<	0 . 7 0 0	duplicates
<input type="radio"/> 3-d	skew	>	6 0 . 0 0 0	taper	>	0 . 5 0 0	settings...
<input type="radio"/> time	chord dev	>	0 . 1 0 0				save failed
<input type="radio"/> user	quads:			trias:			standard
<input type="radio"/> group	min angle	<	4 5 . 0 0 0	min angle	<	2 0 . 0 0 0	
	max angle	>	1 3 5 . 0 0 0	max angle	>	1 2 0 . 0 0 0	
							return

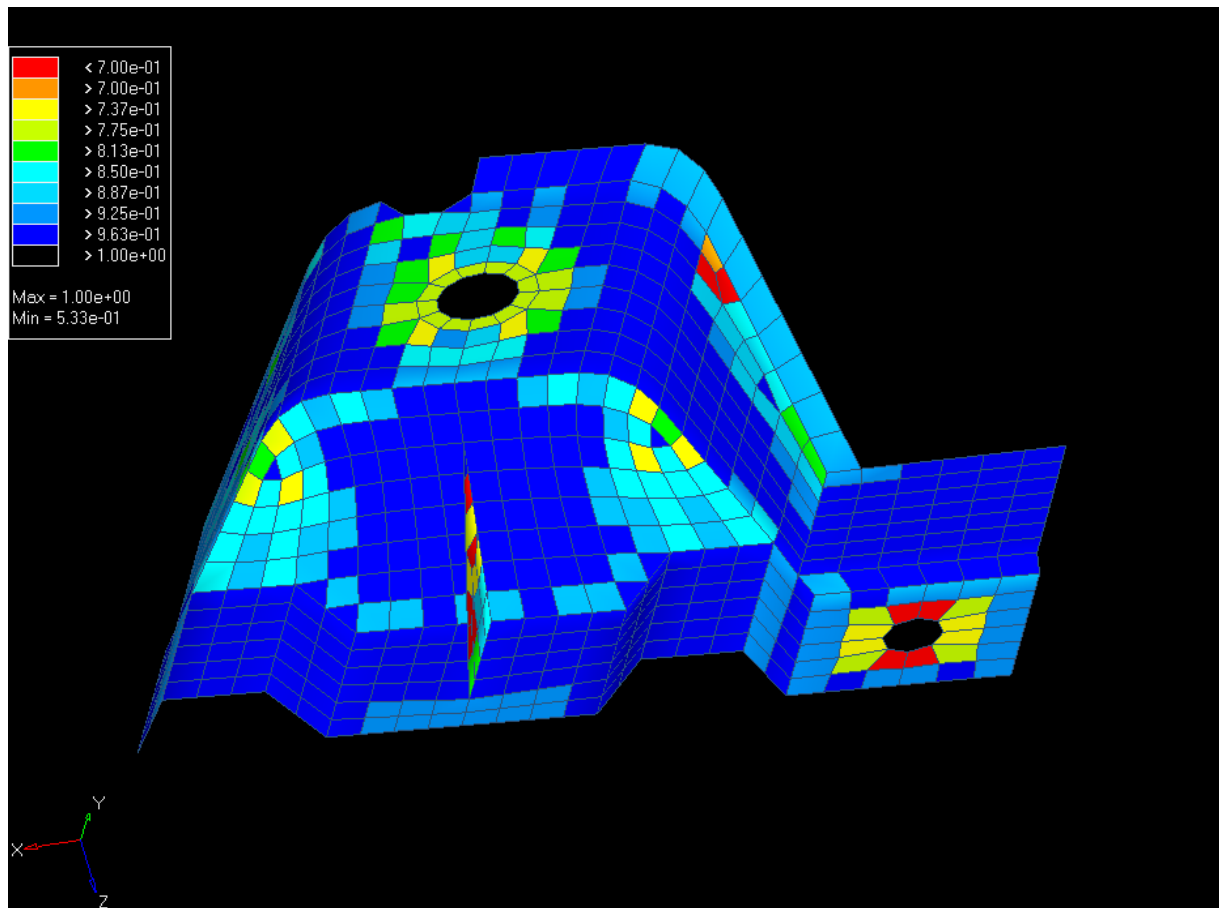
<b>Aspect ratio</b>	<p>Tỉ số giữa cạnh dài nhất và cạnh ngắn nhất của một phần tử hay là khoảng cách ngắn nhất từ một node đến cạnh đối diện với node đó.</p> <p>Aspect ratio không nên vượt quá tỉ lệ 5:1.</p>
<b>Chordal Deviation</b>	<p>Các đường cong được tạo bằng các đường thẳng ngắn</p>  <p>Chordal deviation là khoảng cách vuông góc giữa đường cong với đoạn thẳng xấp xỉ</p>
<b>Interior angles</b>	Các giá trị max, min được xác định độc lập cho phần tử kiểu tam giác và tứ giác
<b>Jacobian</b>	<p>Độ lệch của phần tử so với một phần tử hoàn hảo, ví dụ như độ lệch của 1 tam giác so với một tam giác đều</p> <p>Giá trị của Jacobian: (0 ÷ 1)</p>
<b>Length (min)</b>	<p>Chiều dài tối thiểu của một phần tử, có 2 cách xác định:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cạnh ngắn nhất của một phần tử</li> <li>Khoảng cách ngắn nhất từ 1 node đến cạnh đối diện</li> </ul> 
<b>Skew</b>	<p>Góc lệch của phần tử tam giác.</p> <p><b>Skew = 90° - a</b></p> <p>a = góc nhỏ nhất được tạo bởi sự giao nhau giữa đường trung tuyến và đường trung bình</p>

	
<b>Taper</b>	<p>Hệ số taper chỉ dùng cho phần tử tứ giác</p>  $taper = 1 - \left( \frac{A_{tri}}{0.5 \times A_{quad}} \right)_{min}$ <p><math>A_{tri}</math> : chu vi tam giác  <math>A_{quad}</math> : chu vi tứ giác          Giá trị taper = 0, biên dạng của phần tử là hình chữ nhật</p>
<b>Warpage</b>	<p>Chỉ áp dụng cho phần tử tứ giác, kiểm tra độ cong vênh của phần tử so với mặt phẳng</p>  <p>Giá trị Warpage không được vượt quá 5 độ</p>

3. **jacobian** < : 0.7
4. Nhấn **jacobian** để tìm các phần tử có jacobian nhỏ hơn 0.7  
 Các phần tử có jacobian nhỏ hơn 0.7 sẽ được chú thích trên màn hình  
 Thanh **status bar** sẽ thông báo có bao nhiêu phần tử có giá trị nhỏ hơn 0.7
5. Nhấn chuột lên bất kì phần tử trên màn hình đồ họa, cửa sổ các thông số chất lượng của phần tử được chọn sẽ xuất hiện

element =	2 4	chord dev = 0.0000
warpage = 0.06 deg		skew = 0.37 deg
aspect ratio = 1.496		jacobian = +0.9991
length min/max = 2.57281 / 3.84904		taper = 0.001
angle min/max = 89.61 / 90.41 deg		

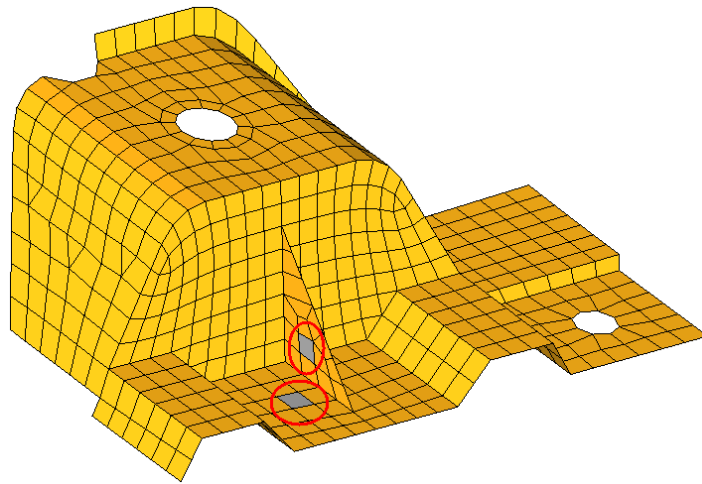
6. Nhấn chuột trái hay phải trên màn hình để đóng cửa sổ lại
7. Chuyển **standard** sang **assign plot** trong menu **check elems**
8. Nhấn **jacobian** một lần nữa  
Các giá trị jacobian sẽ xuất hiện dưới dạng bảng màu, màu đỏ chỉ các giá trị nhỏ hơn 0.7



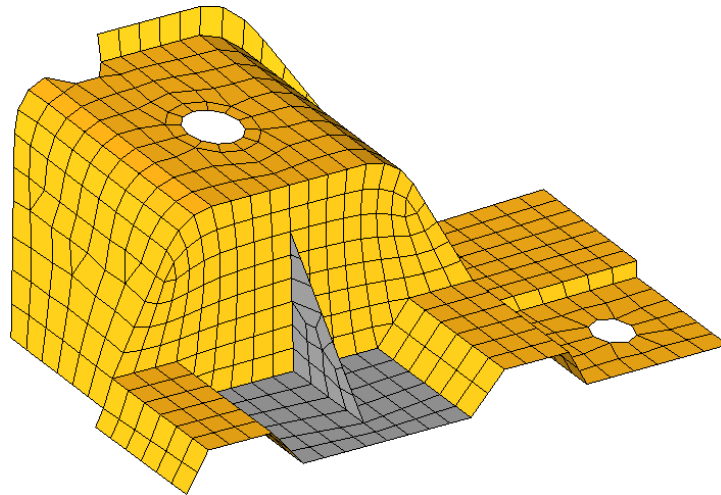
9. Ô **quads**: **min angle** <, nhập giá trị 45
10. Nhấn **min angle** để xác định các phần tử có góc nhỏ hơn 45 độ
11. Ô **quads**: **max angle** >, nhập giá trị 135
12. Nhấn **max angle** các phần tử có góc lớn hơn 135 độ
13. Nhấn **return**

#### Bước 5: tạo lưới lại cho các phần tử trên gân (rib)

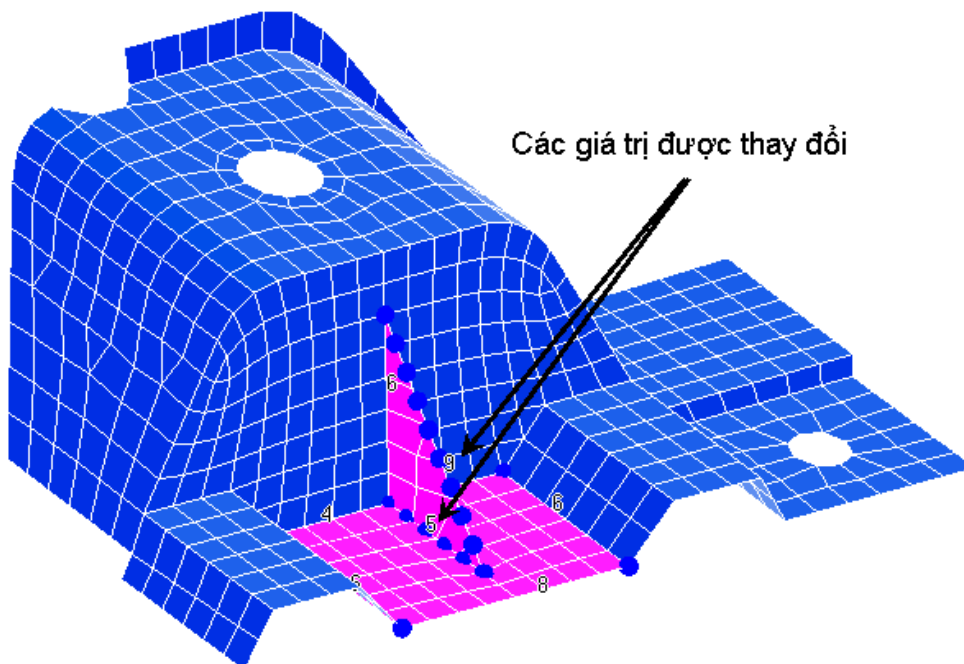
1. Chọn **automesh** panel trên trang **tool**
2. Chọn **size and bias** sub panel
3. Chọn **elems**
4. Chọn **interactive**
5. **element size** = 3.5
6. Chọn 2 phần tử như hình bên dưới



7. Chọn **elems >> by face** để chọn tất cả các phần tử nằm trên mặt phẳng chứa 2 phần tử được chọn



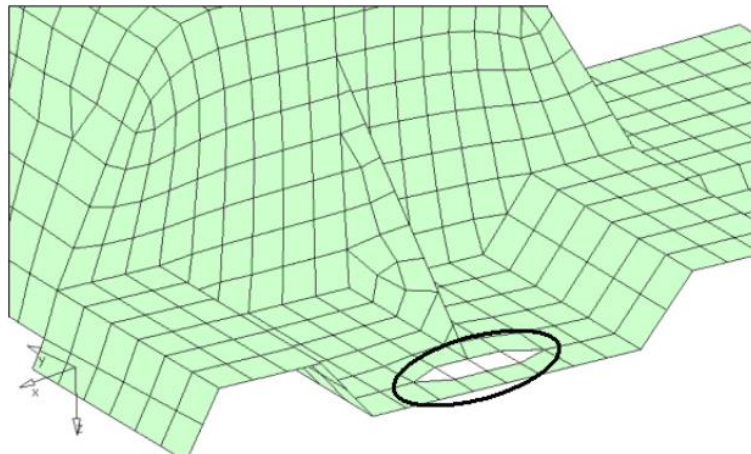
8. Nhấn **mesh**, meshing module xuất hiện
9. Thay đổi giá trị phân bố phần tử trên các cạnh bằng cách nhấn chuột trên các giá trị cần thay đổi. thực hiện giống hình bên dưới



10. Chọn **mesh style** sub panel
11. Cột **mesh method >> free (unmapped)**
12. Chọn **set all**
13. Nhấn **mesh** và quan sát lưới vừa được tạo
14. Chọn **checks** sub panel, kiểm tra jacobian, quads: min angle và quads: max angle
15. Thanh **status bar** cho thấy không có phần tử nào bị lỗi khi kiểm tra góc max, min  
Có 2 phần tử có giá trị jacobian nhỏ hơn 0.7. Giá trị nhỏ nhất là 0.68, được xem như đạt chất lượng
16. Nhấn **return** để chấp nhận kết quả và trở lại menu chính

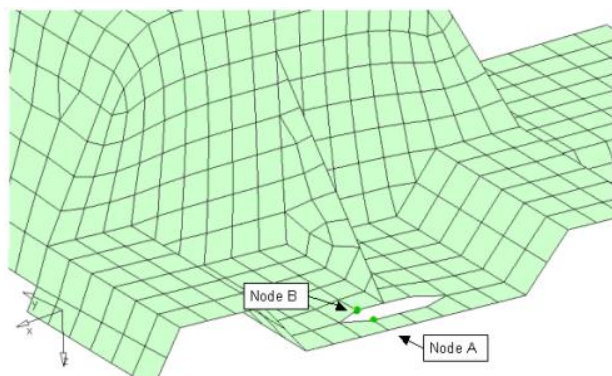
#### Bước 6: xóa các phần tử tam giác trên mô hình lưới

1. Chọn **delete** panel trên trang **tool**
2. Chọn **elems**
3. Chọn các phần tử như hình bên dưới
4. Nhấn **delete entity**
5. Nhấn **return**



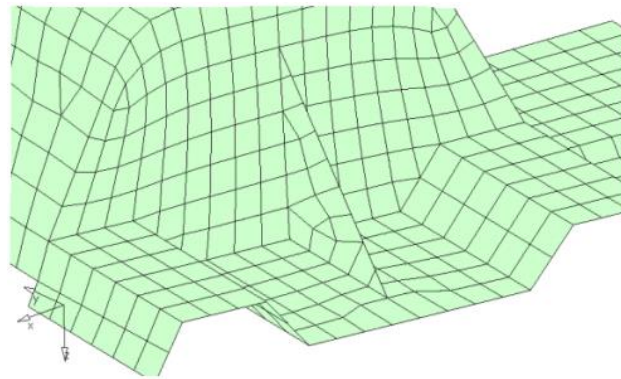
#### Bước 7: vá lại chỗ hở trên mô hình lưới

1. Trang **2D >> replace** panel >> chọn ô **equivalence**
2. Ô **replace: node >>** chọn node A
3. Ô **with: node >>** chọn node B



4. Lặp lại #2, #3 cho các node khác dọc theo khe hở

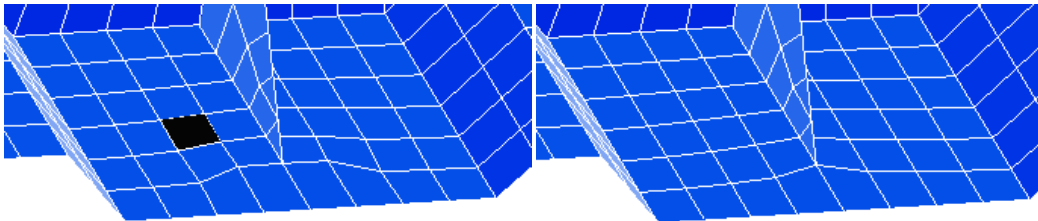
Kết quả thu được như hình dưới



5. Nhấn **return**

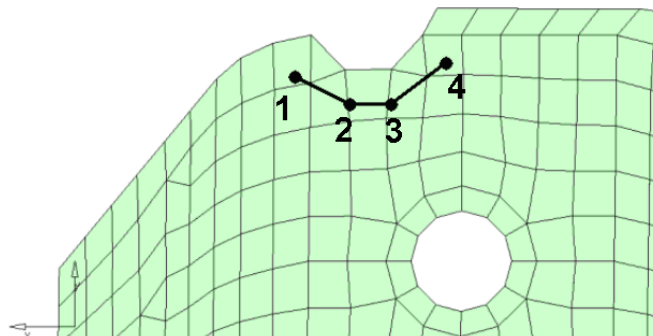
**Bước 8: sử dụng *smooth panel* để điều chỉnh vị trí các node**

1. Chọn **smooth** panel từ trang **tool**
2. Chọn **plates** sub panel
3. Chọn **smooth: elems**, chọn 1 phần tử như hình
4. Chọn **elems >> by face**
5. Ô **iterations** = 10
6. Chọn **shape corrected**
7. Nhấn **smooth**
8. Nhấn **return**



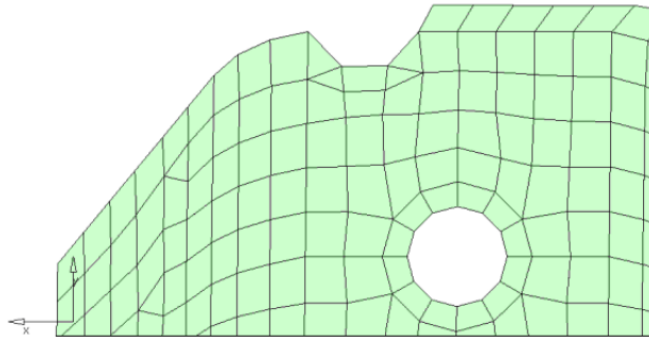
**Bước 9: xóa 1 số phần tử tam giác bằng *edit element panel***

1. Chọn **edit element** panel
2. Chọn **split** sub panel
3. Với **splitting line: point** được chọn, nhấp chuột trái tại 4 điểm như hình vẽ bên dưới
4. Nhấn phải chuột để hủy bỏ việc tạo các điểm



5. Nhấn **split**

Kết quả thu được như hình bên dưới

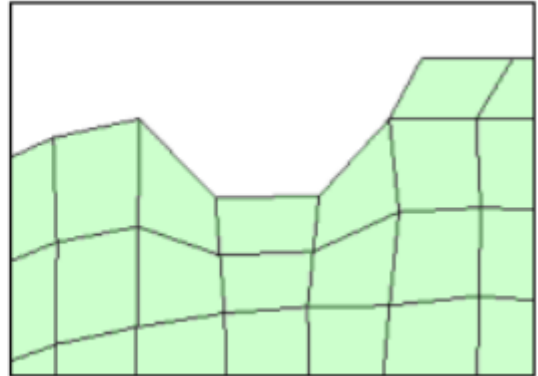
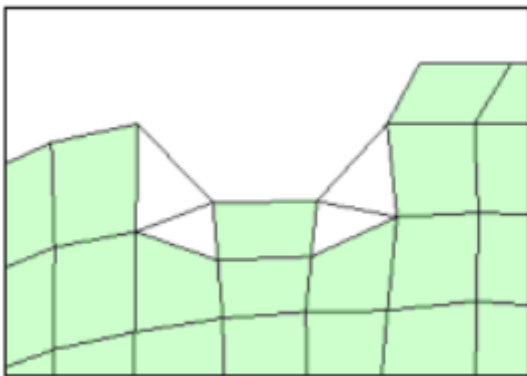


6. Chọn **combine sub panel**, ở nút **toggle** chọn **combine to quad**

7. Chọn 2 phần tử tam giác nằm gần nhau như hình

8. Nhấn **combine**

9. Lập lại #7 và #8 cho 2 phần tử tam giác còn lại



*Kết nối 2 phần tử tam giác thành 1 phần tử tứ giác*

**Bước 10: di chuyển vị trí các node để nâng cao chất lượng của lưới**

1. Trong **edit element** panel, chọn **clean up** sub panel

2. Chọn **displayed elems** ở ô **switch**

3. Nhấn **clean up**

**Element clean up** menu xuất hiện. cho phép chỉ định các giá trị cho các thông số chất lượng. ngoài ra, còn có thể di chuyển vị trí các node

Các phần tử được biểu diễn dưới các màu khác nhau:

- Không màu: xuất hiện khoảng trống → các phần tử đạt chất lượng
- Màu vàng: 1 hay nhiều các thông số chất lượng nằm trong dãy báo động/không được chấp nhận (warning/unacceptable)
- Màu đỏ: 1 hay nhiều thông số chất lượng nằm ngoài phạm vi cho phép



compound quality check:

☐ max angle

☐ warpage

☐ jacobian

☐ skew

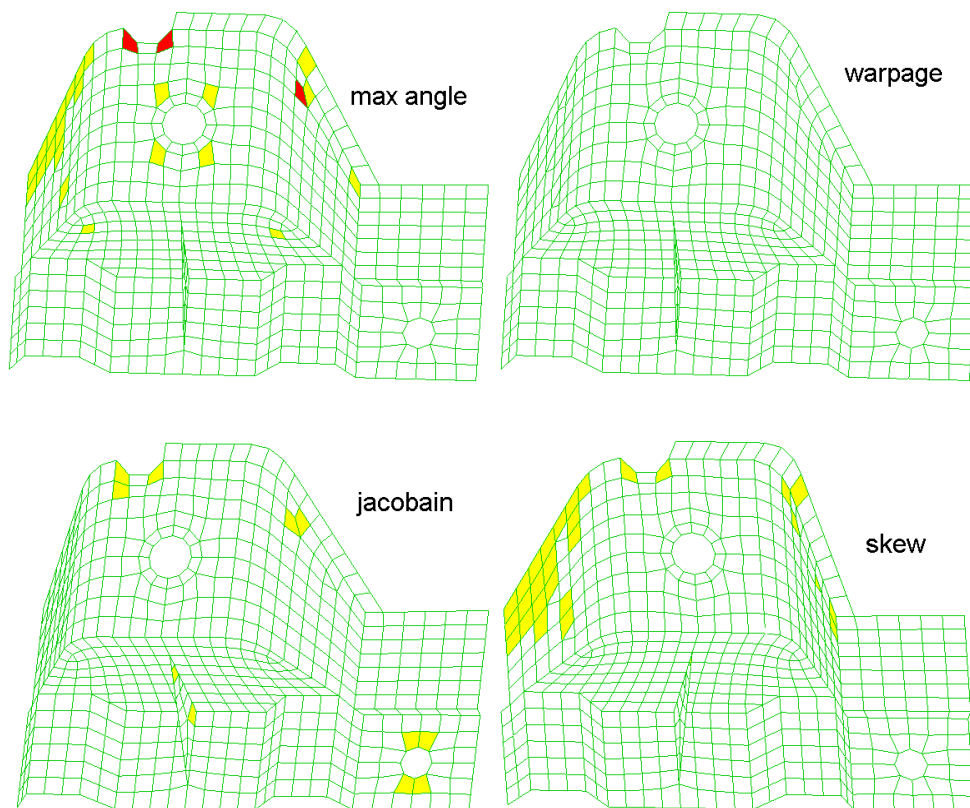
☐ length

*Element clean up menu*

	warn	unacceptable
<input type="checkbox"/> quad maxangle >	1 2 5 . 0 0 0	> 1 4 0 . 0 0 0
tria maxangle >	1 0 0 . 0 0 0	> 1 2 0 . 0 0 0
<input type="checkbox"/> warpage >	1 0 . 0 0 0	> 2 0 . 0 0 0
<input type="checkbox"/> jacobian <	0 . 7 0 0	< 0 . 3 0 0
<input type="checkbox"/> skew >	3 0 . 0 0 0	> 6 0 . 0 0 0
<input type="checkbox"/> length <	2 0 . 0 0 0	< 1 0 . 0 0 0

*Bảng thiết lập các giá trị đầu vào của các thông số chất lượng*

Muốn kiểm tra thông số nào thì chọn thông số đó và quan sát kết quả trên màn hình đồ họa. Dựa vào sự hiển thị màu sắc của các phần tử, ta có thể biết được chất lượng của phần tử có đạt hay không





# Chương 4

## Solid và Hexas

### Tạo và hiệu chỉnh hình học khối đặc (solid)

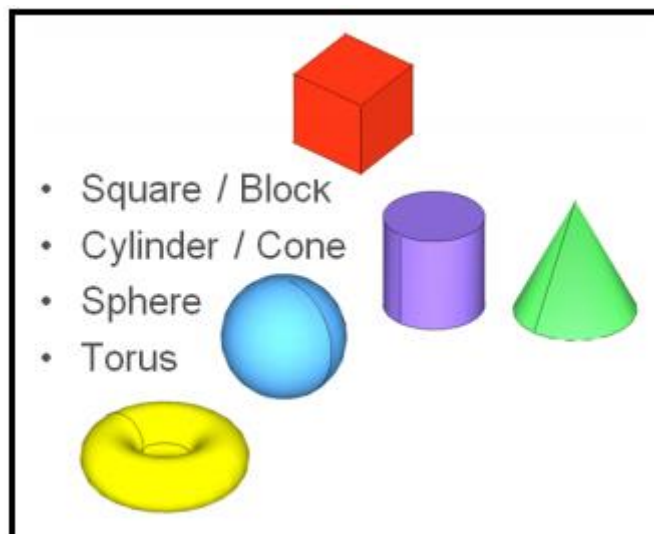
#### Hình học khối đặc

HyperMesh hỗ trợ mở trực tiếp file CAD từ một số phần mềm thiết kế 3D. Do đó, mô hình khối đặc trong HyperMesh có thể được tạo bằng cách nhập 1 mô hình được tạo từ các phần mềm CAD 3D hoặc có thể được tạo từ một mô hình mặt cong kín.

Ngoài ra, HyperMesh có các công cụ tạo ra các khối đặc bằng 2 phương pháp:

- Kéo – đùn khối theo đường dẫn là 1 đường thẳng
- Xoay tròn – đùn khối theo đường dẫn là 1 đường tròn

HyperMesh cũng hỗ trợ tạo các khối cơ bản



#### Hiệu chỉnh khối

Các công cụ để hiệu chỉnh khối

- **Surfaces** panel
  - Tạo mặt bằng nhiều phương pháp
  - Có thể được sử dụng để chia nhỏ khối
- **Solid edit** panel
  - **Trim with ...** – chia khối thành nhiều khối nhỏ
  - **Merge** – nối 2 khối kề nhau thành 1 khối
  - **Detach** – hủy bỏ kết nối
  - **Boolean** – cộng, trừ, giao các khối

## Hình học topology của khối

Cũng giống như mặt cong, hình học topology của khối thể hiện trạng thái kết nối của các đối tượng trên khối

Ví dụ: biểu diễn hình học topology của 2 khối đã được kết nối

### Mặt của khối

Được chọn như mặt cong

Các mặt biên

Màu xanh

Thuộc về 1 khối

Mặt phân chia

Màu vàng

Giữa 2 khối

Điểm cố định

Nằm tại cuối các cạnh

### Cạnh (edge)

Được chọn như đường thẳng

Shared egde

Màu xanh

Thuộc về 2 mặt liền nhau của 1 khối

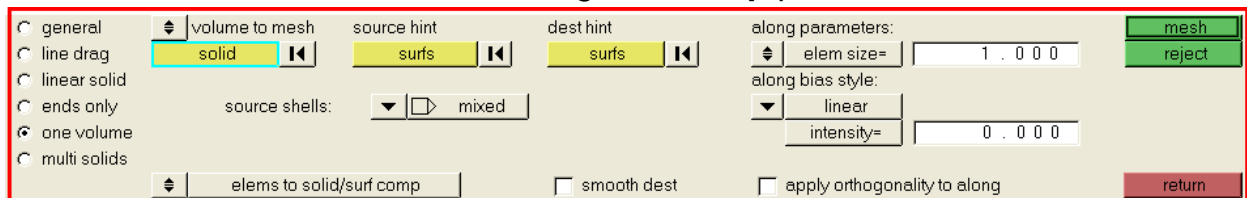
Non-manifold Edges

Màu vàng

Thuộc mặt phân chia

## Tạo lưới cho mô hình khối

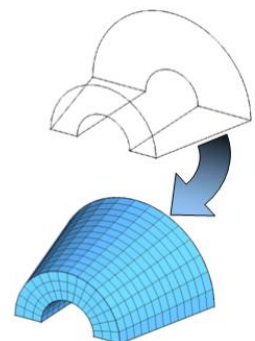
Để tạo lưới cho mô hình khối, sử dụng **Solid Map** panel



*Solid Map panel*

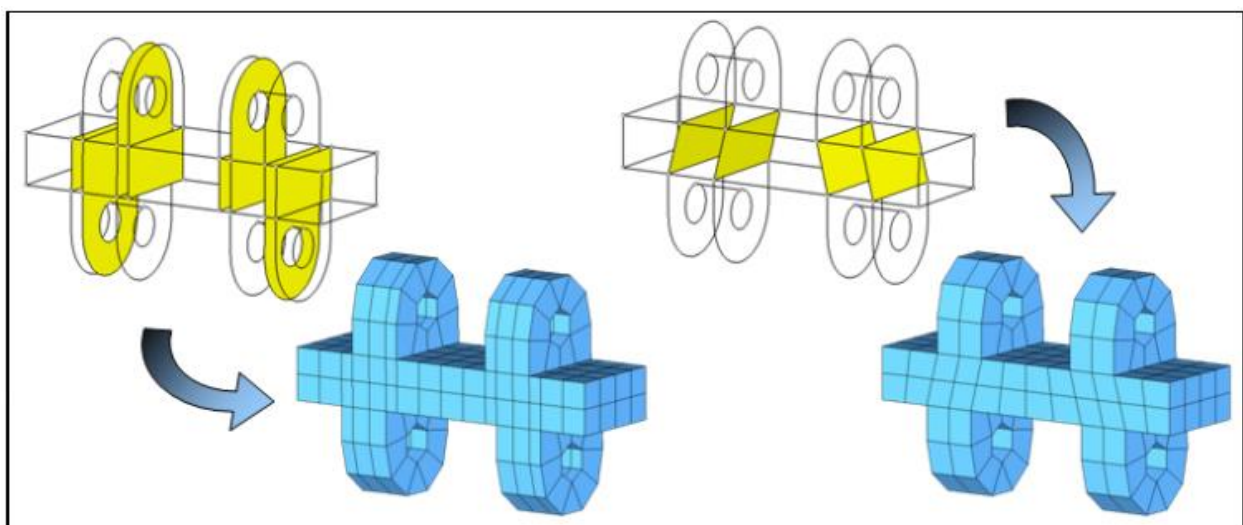
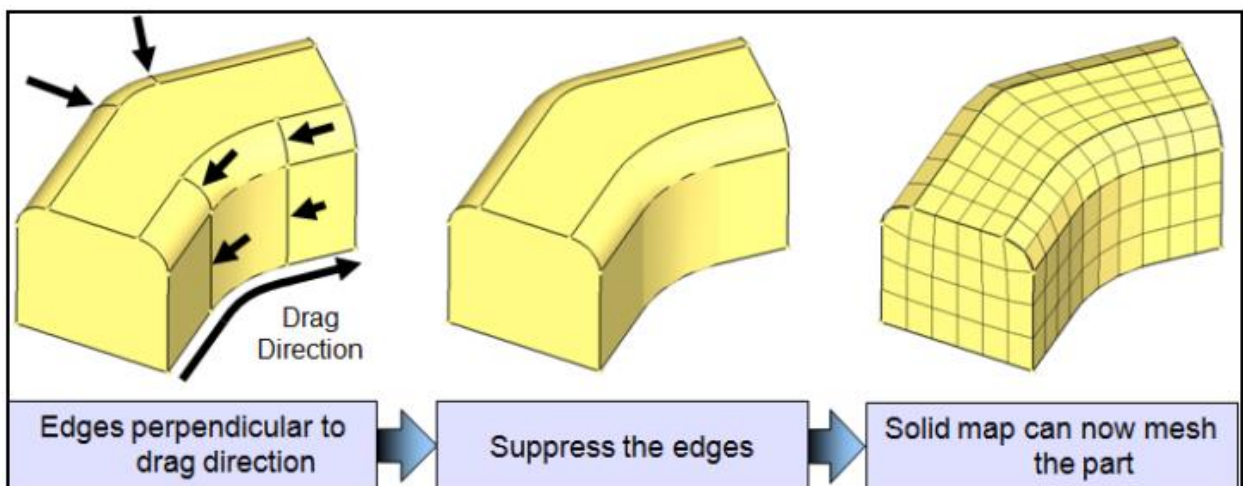
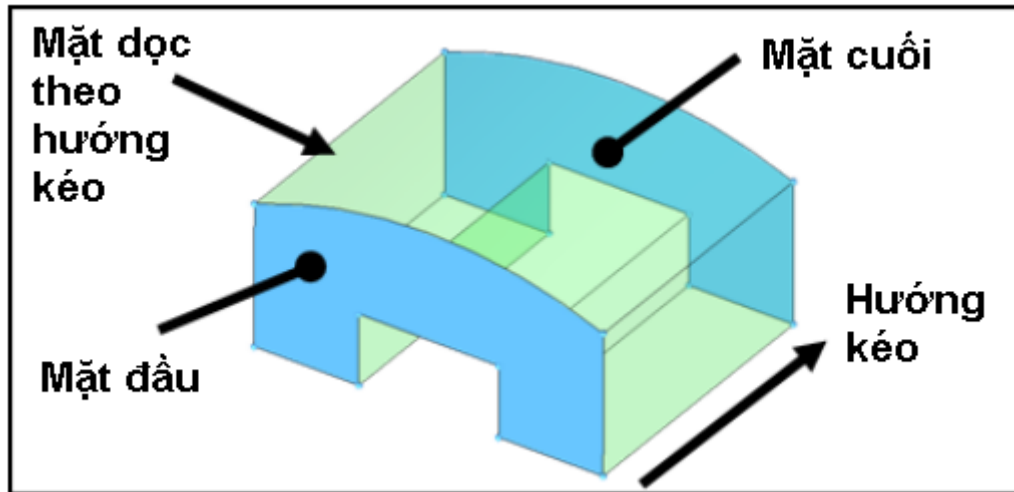
Lựa chọn **one volume** và **multi volume** tự động tạo lưới phần tử solid dựa trên đặc tính “mappable shapes”.

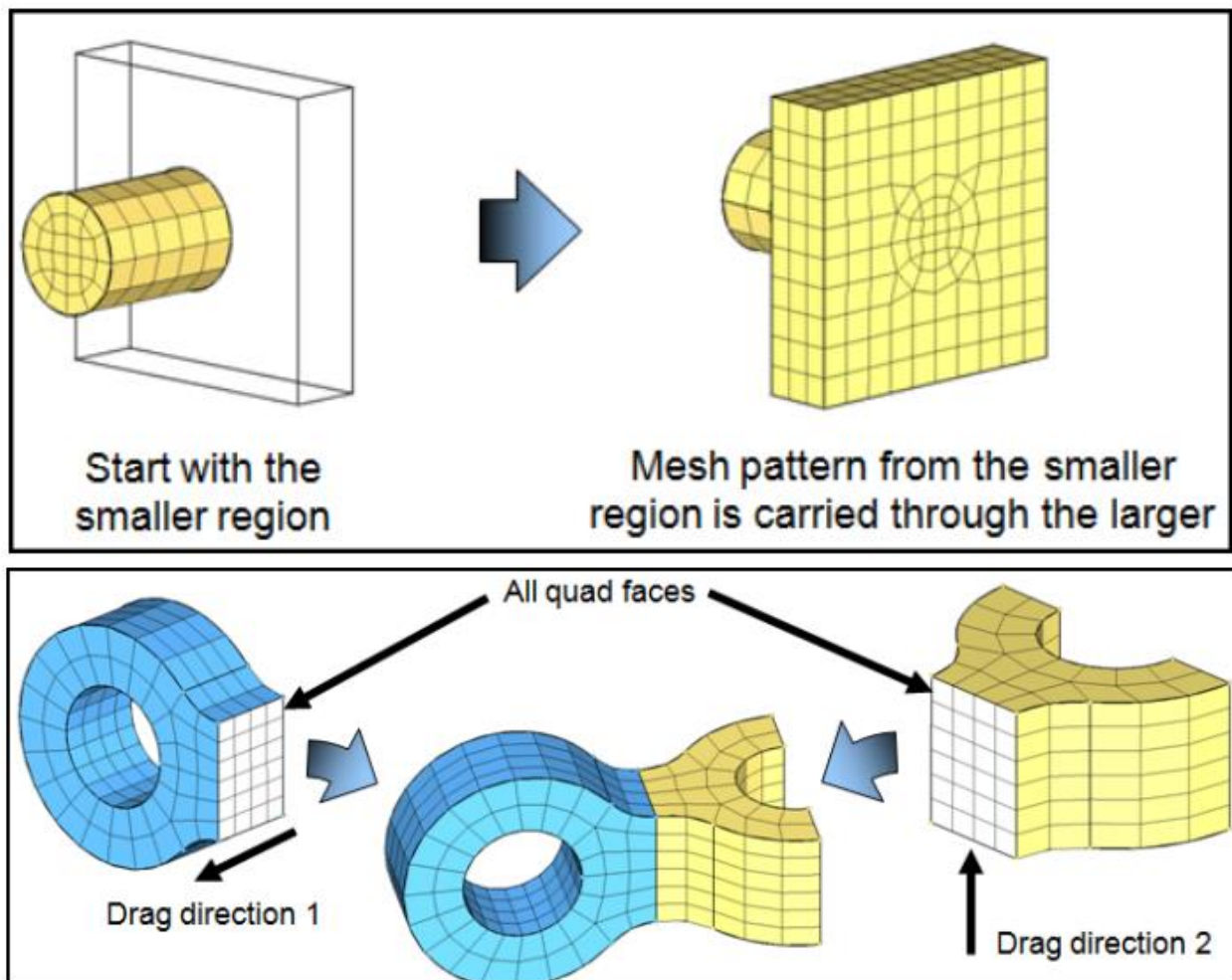
- Cách chọn **Solid Map** panel
  - 3D > solid map
  - Mesh (pull down menu) > Create > Solid Map
- Chức năng
  - Tạo lưới phần tử solid cho các thể tích được chọn
  - Các thể tích được chọn phải là 1 “mappable shape”



## Mappable Shapes

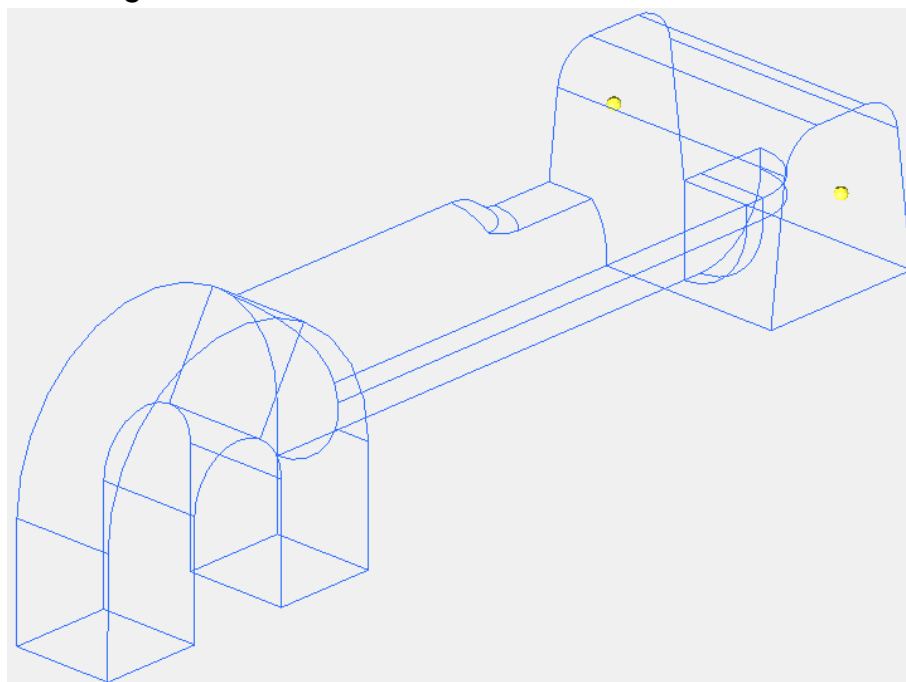
Để sử dụng chức năng **Solid Map**, các mô hình khối phải được chia thành các mappable shapes. Các mappable shapes chính là các khối được tạo bằng phương pháp đùn khối theo 1 đường dẫn





## Ví dụ: tạo và hiệu chỉnh mô hình khối

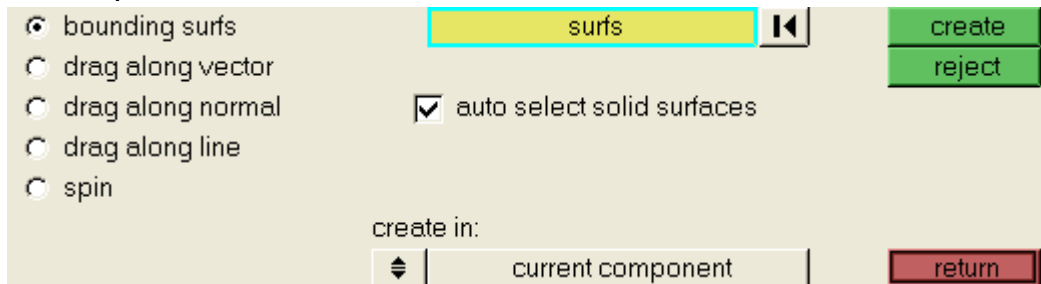
Sử dụng file *solid\_geom.hm*



### Bước 1: mở file *solid\_geom.hm*

### Bước 2: tạo mô hình khối từ mô hình mặt

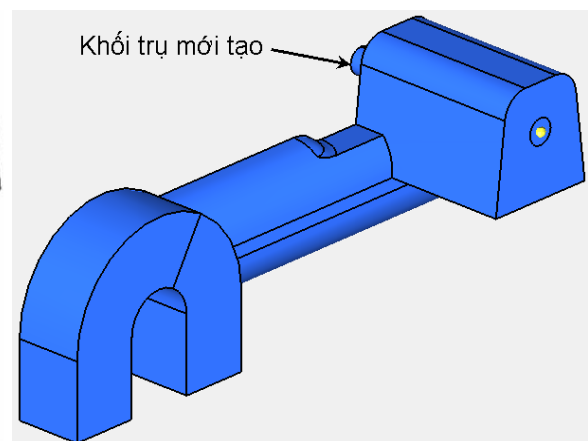
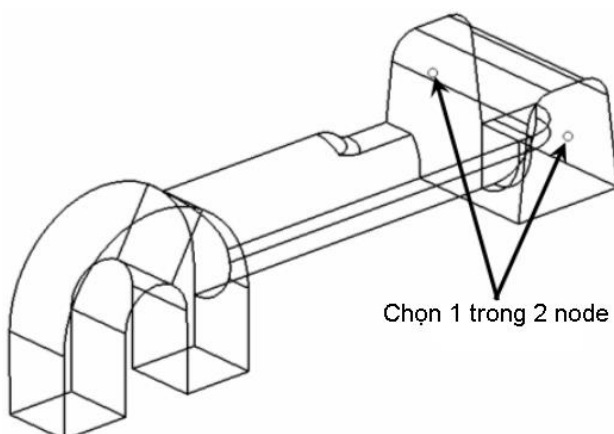
1. **Geom > Solids** panel
2. Thiết lập như hình bên dưới



3. Chọn 1 mặt bất kì trên chi tiết, tất cả các mặt sẽ tự động được chọn
4. Nhấn **create** để tạo khối solid
5. Nhấn **return**

### Bước 3: tạo khối trụ

1. Chọn **primitives** panel bằng các cách sau
  - Từ **Geometry** pull down menu > **Create > Primitives**
  - Từ **Geom > chọn primitives**
2. Chọn **cylinder/cone** sub panel
3. Ở nút toggle của cột thứ nhất, chọn **full cylinder**
4. Chọn **bottom center**, và chọn 1 trong 2 node trên mô hình
5. Chọn node còn lại
6. Nhập giá trị 1.5 cho ô **base radius =**
7. Nhập giá trị 25 cho ô **height =**
8. Nhấn **create solid**
9. Nhấn **return**



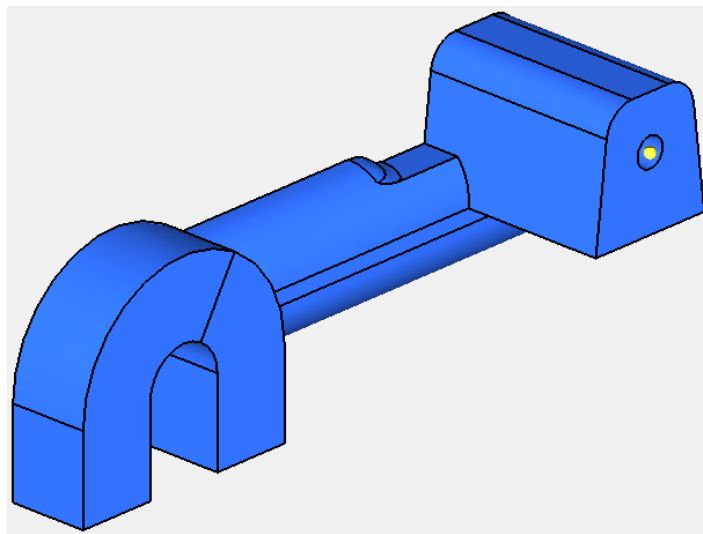
### Bước 4: tạo lỗ trên mô hình khối bằng cách trừ đi thể tích của khối trụ

1. Chọn **solid edit** panel bằng 2 cách
  - Từ **Geometry** pull down menu > **Edit > Solids**
  - Từ **Geom > chọn Solid edit**

2. Chọn **boolean** sub panel
3. Thiết lập như hình bên dưới

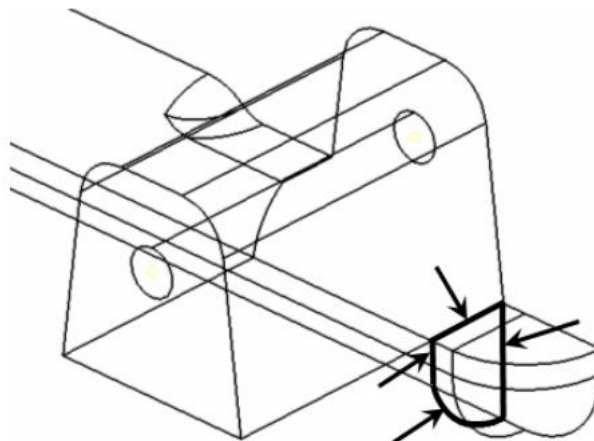
<input type="radio"/> trim with nodes <input type="radio"/> trim with lines <input type="radio"/> trim with plane/surf <input type="radio"/> merge <input type="radio"/> detach <input checked="" type="radio"/> <b>boolean</b>	operation type: <input checked="" type="radio"/> simple (combine all) <input type="radio"/> advanced  A: <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">solids</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">II</span> B: <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">solids</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">II</span> <input type="checkbox"/> swap A and B	operation: <input type="radio"/> A+B (union) <input type="radio"/> A*B (intersection) <input checked="" type="radio"/> A-B (remove B from A) <input type="radio"/> {A-B,B} (cut A with B)	<div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;">calculate</div> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;">reject</div>
			<div style="background-color: #D32F2F; color: white; padding: 2px; text-align: center;">return</div>

4. Ở **A: solids** chọn khối solid lớn
5. Ở **B: solids** chọn khối trụ
6. Nhấn **calculate**



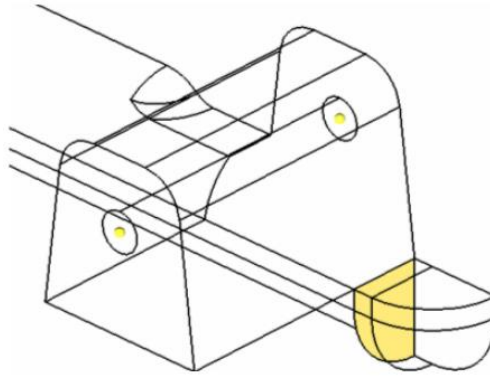
#### Bước 5: chia khối solid bằng các đường biên

1. Chọn **solid edit** panel
2. Chọn **trim with lines** sub panel
3. Ở cột **with bounding lines**, chọn **solid**, chọn mô hình
4. Chọn **lines**, sau đó chọn các cạnh như hình bên dưới




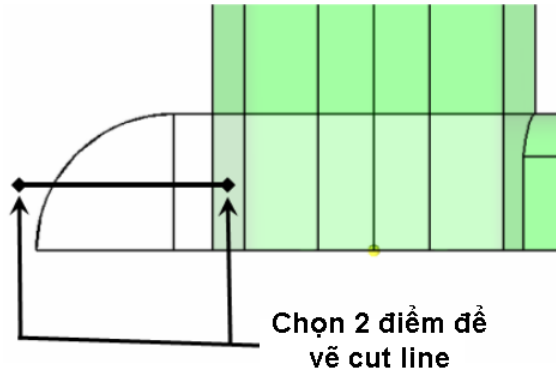
5. Nhấn **trim** để chia mô hình



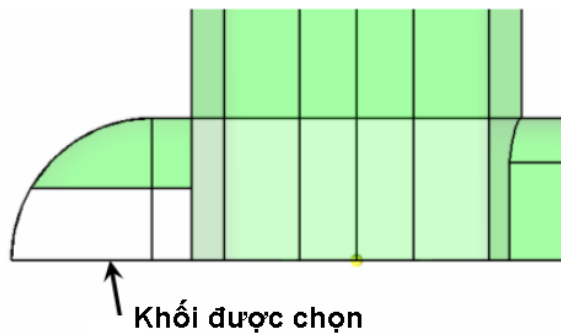


### Bước 6: chia mô hình bằng phương pháp *with cut line*

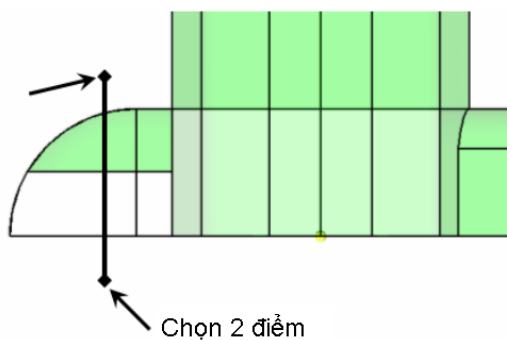
1. Ở cột **with cut line**, chọn **solids**, chọn khối solid nhỏ được tạo ở bước 5
2. Trên thanh **toolbar**, chọn **User View** 
3. Từ cửa sổ pop-up, chọn **restore 1**
4. Chọn **drag a cut line**
5. Chọn 2 điểm trên màn hình như hình bên dưới



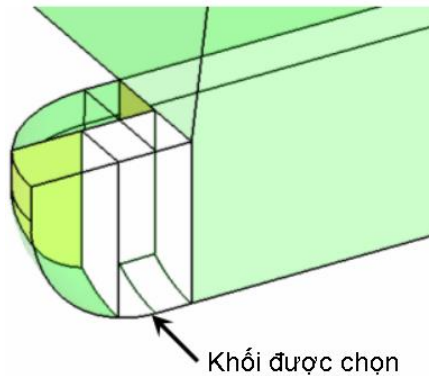
6. Nhấn phím giữa chuột để chia mô hình
7. Chọn 1 khối solid nhỏ như hình bên dưới



8. Sử dụng **with cut line** để chia khối như hình bên dưới

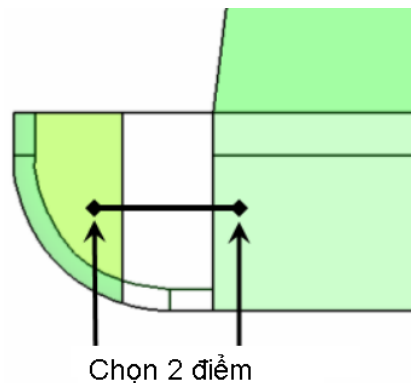


9. Chọn khối như hình bên dưới



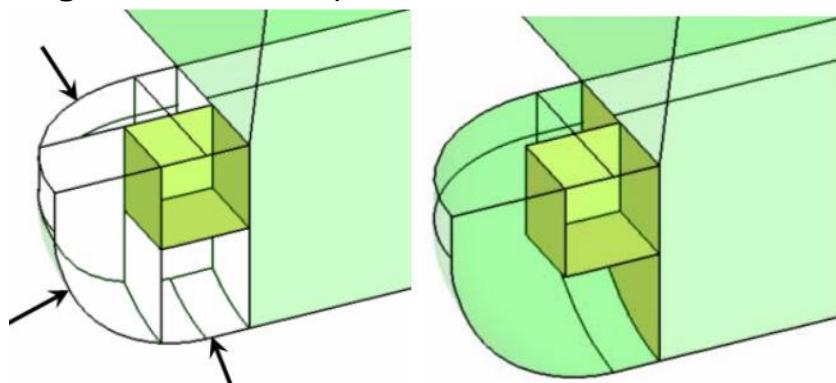
10. Nhấn **User View** , chọn **restore 2**

11. Sử dụng **with cut line** để chia khối như hình bên dưới




### Bước 7: nối các khối với nhau

1. Vẫn chọn **solid edit** panel
2. Chọn **merge** sub panel
3. Chọn **to be merged: solid**, chọn 3 solid như hình bên dưới
4. Nhấn **merge**, thu được kết quả như hình

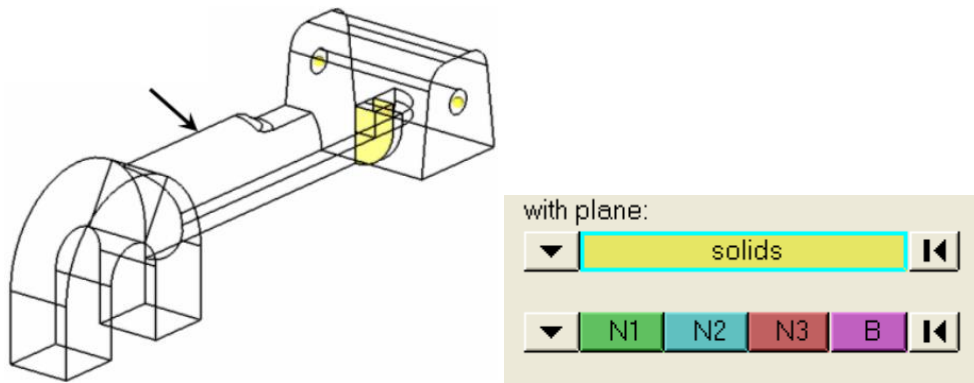


### Bước 8: chia khối bằng cách sử dụng mặt phẳng

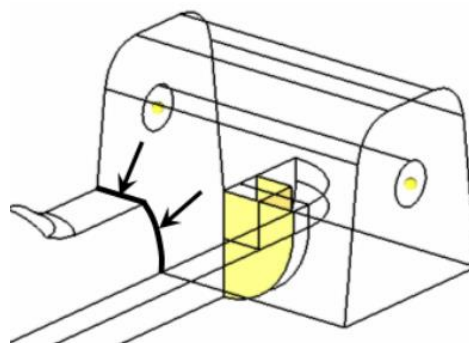
Vẫn ở trong **solid edit** panel

1. Chọn **trim with plane/surf** sub panel
2. Nhấn **User view** , chọn **restore 3**
3. Chọn cột **with palne**, chọn khối solid như hình bên dưới

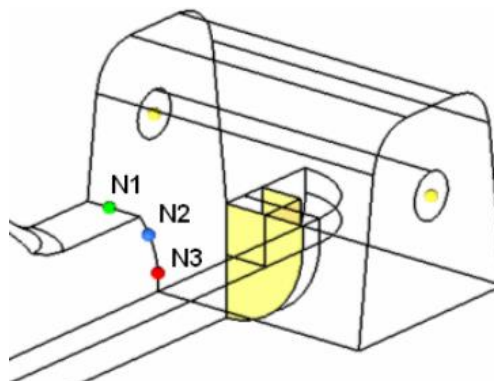




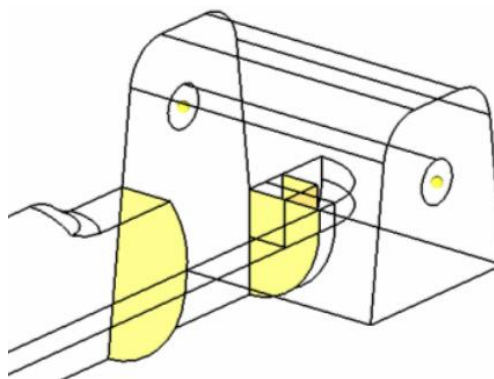
4. Chọn **N1**, nhấn và giữ phím trái chuột, và di chuyển chuột chỉ vào 1 trong 2 cạnh trong hình bên dưới  
Cạnh được chọn sẽ hiện đậm lên



5. Thả phím trái chuột ra và nhấn trái chuột ở điểm chính giữa của cạnh được chọn  
Một node màu xanh lá cây xuất hiện tại vị trí nhấp chuột. **N2** sẽ tự động được chọn.
6. Thực hiện giống #4 và #5 để chọn 2 node còn lại như hình bên dưới



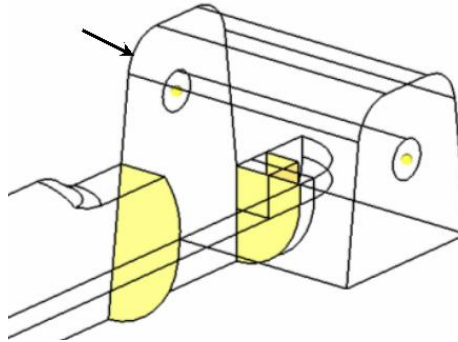
7. Nhấn **trim** để chia khối



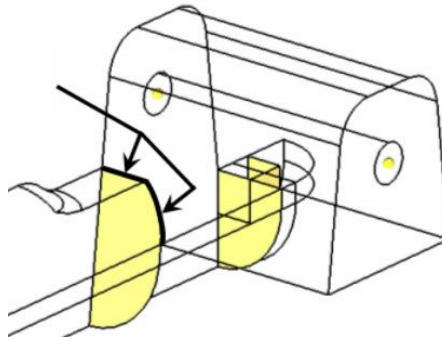
### Bước 9: chia khối bằng cách sử dụng các đường thẳng

Vẫn chọn **solid edit** panel

1. Chọn **trim with lines** sub panel
2. Chọn cột **with sweep lines**, tại **solids** chọn khối như hình dưới



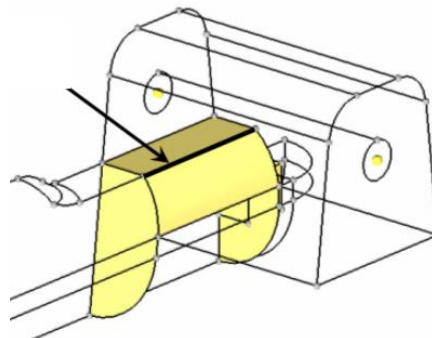
3. Tại **lines** chọn 2 cạnh như hình dưới



4. Dưới **sweep to**, chọn nút toggle và chọn **by a vector**
5. Chọn **x-axis** và **sweep all**
6. Nhấn **trim** để chia mô hình

### Bước 10:

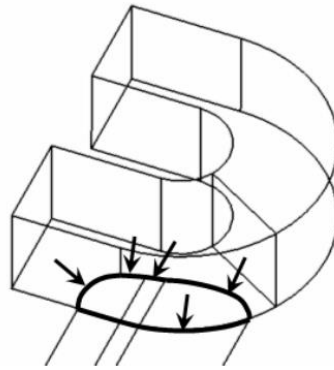
1. Chọn **trim with plane/surf** sub panel
2. Ở cột **with plane**, chọn khối có khối trụ rỗng cho **solids**
3. Chọn **z-axis**
4. Nhấn và giữ phím trái chuột, và chọn 1 cạnh như hình dưới



5. Thả chuột và nhấn trái chuột tại 1 điểm bất kì trên cạnh đã chọn
6. Một node 1 tím xuất hiện tại nơi được chọn
7. Nhấn **trim** để chia nhỏ mô hình
8. Nhấn **return** để quay trở lại menu chính

### Bước 11: chia nhỏ mô hình bằng cách tạo 1 mặt cong bên trong mô hình

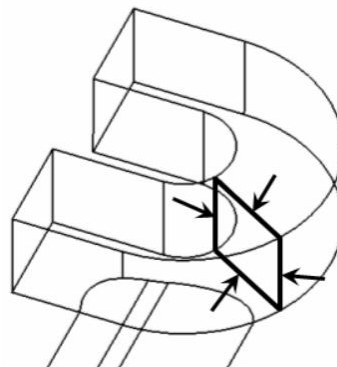
1. Chọn **surfaces** panel
  - Từ **Geometry** pull down menu > **Create** > **Surfaces**
  - Từ **Geom** > **surfaces**
2. Chọn **spline/filler** sub panel
3. Không chọn **auto create(free edge only)** và **kepp tangency**
4. Chọn các cạnh như hình dưới



5. Nhấn **create** để tạo mặt cong
6. Nhấn **return**
7. Từ trang **Geom**, chọn **solid edit** panel
8. Chọn **trim with plane/surf** sub panel
9. Tại cột **with surfs**, chọn khối solid lớn cho
10. Chọn mặt cong vừa tạo cho
11. Nhấn chọn **extend trimmer**
12. Nhấn **trim**
13. Nhấn **return**
14. Chọn **surfaces** panel từ trang **Geom**
15. Chọn **spline/filler** sub panel
16. Chọn các cạnh như hình dưới

solids

surfs

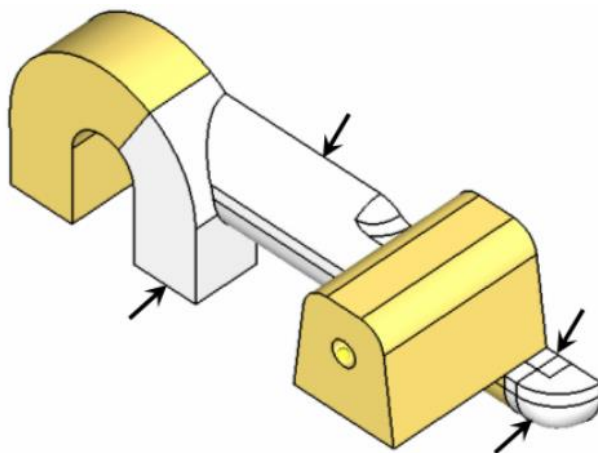


17. Nhấn **create**
18. Nhấn **return**
19. Chọn **solid edit** panel từ trang **Geom**
20. Chọn **trim with plane/surf** sub panel

21. Tại cột **with surfs**, chọn khối solid cho solids
22. Chọn mặt cong vừa tạo cho surfs
23. Hủy bỏ lựa chọn **extend trimmer**
24. Nhấn **trim**
25. Nhấn **return** để quay lại menu chính

## Bước 12: loại bỏ các cạnh không cần thiết trên mô hình

1. Chọn **edge edit** panel
2. Chọn **(un)suppress** sub panel
3. Chọn **lines >> by geoms**
4. Chọn các khối như hình dưới cho lựa chọn solids

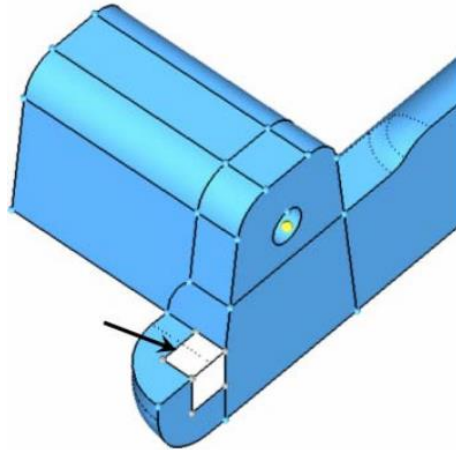


5. Nhấn **add to selection**
6. Nhập giá trị 45 cho ô **breakangle**
7. Nhấn **suppress** để loại bỏ các cạnh trên các khối được chọn
8. Nhấn **return** để quay lại menu chính

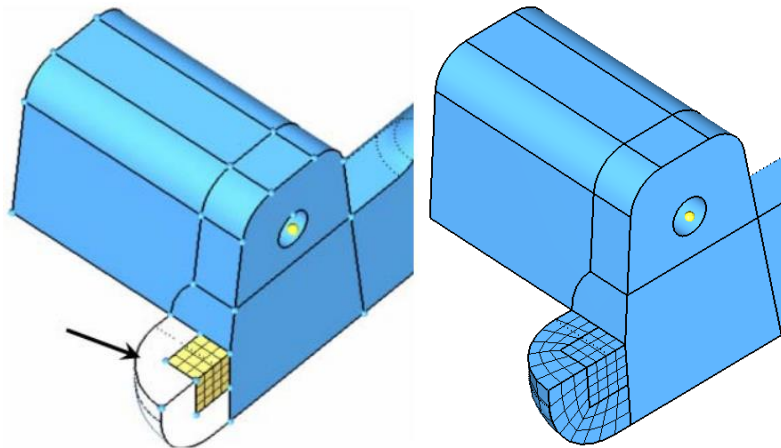
## Tạo lưới phần tử 6 mặt (hex-meshing)

### Bước 13: tạo lưới cho khối solid như hình bên dưới

1. Chọn **solid map** panel
  - Từ **Mesh** pull down menu >> **Create >> Solid Map Mesh**
  - Từ trang **3D >> solid map**
2. Chọn **one volume** sub panel
3. Ở cột **along parameters**, nhập giá trị **1** cho ô **elem size =**
4. Chọn solids cho cột **volume to mesh**, chọn khối solid như hình bên dưới

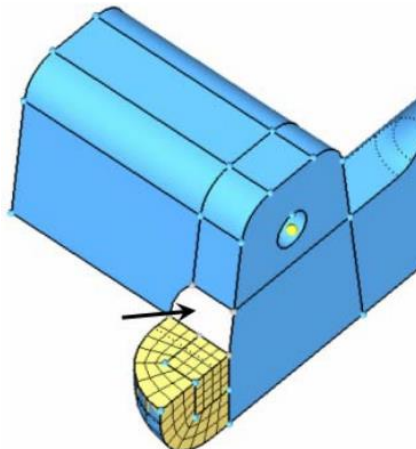


5. Nhấn **mesh**, lưới được tạo cho khối solid được chọn
6. Chọn thêm 1 khối solid như hình bên dưới để tạo lưới
7. Nhấn **mesh** để tạo lưới
8. Nhấn **return** để trở lại menu chính



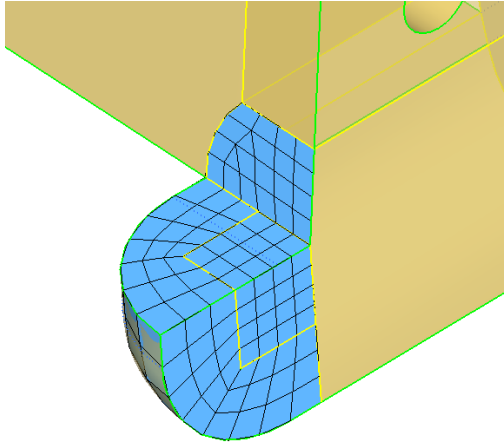
#### **Bước 14: tạo lưới thành mỏng (shell) để tạo ra hoa văn của lưới**

1. Chọn trang **2D >> automesh**
2. Chọn 1 mặt như hình bên dưới




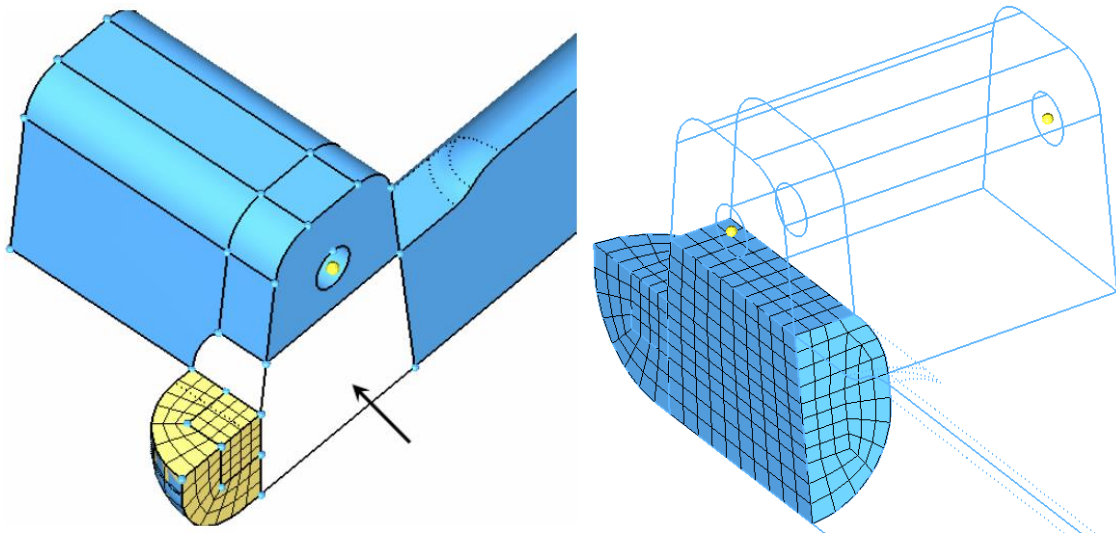
3. Chọn **size and bias** và **interactive**
4. Chọn **element size = 1**
5. Chọn **mesh type** là **mixed**
6. Nhấn **mesh**, để tạo lưới cho mặt được chọn

7. Xuất hiện hộp cửa sổ **density** sub panel
8. Chọn **elem density = 4**
9. Nhấn **set to all**
10. Nhấn **mesh**
11. Nhấn **return** để trở lại menu chính




**Bước 15: tạo lưới cho khối solid có bề mặt vừa được tạo lưới ở bước trên**

1. Chọn **solid map** panel từ trang **3D**
2. Chọn **one volume** sub panel
3. Chọn khối có chứa mặt đã được tạo lưới
4. Ở cột **along parameters**, nhấn nút toggle  để chọn **density = 10**
5. Nhấn **mesh** để tạo lưới

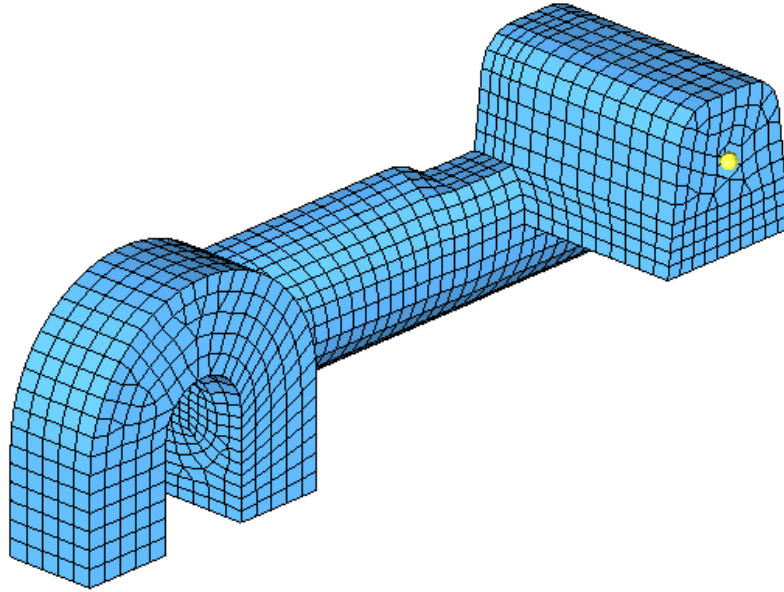


**Bước 16: tạo lưới cho các khối solid còn lại**

Vẫn còn ở trong **solid map** sub panel

1. Chọn 1 trong các khối solid còn lại  
Khối solid được chọn phải liền kề với khối solid đã được tạo lưới ở các bước trên để đảm bảo tính kết nối giữa các phần tử
2. Chọn kiểu phần tử là **mixed**
3. Ở cột **along parameters**, nhấn nút toggle  để chọn **elem size = 1.5**
4. Nhấn **mesh**

5. Lập lại các bước trên cho tất cả các khối solid còn lại
6. Nhấn **return** để trở lại menu chính



## Chức năng tạo lưới tự động

Sử dụng chế độ hiển thị “**mappable**” kết hợp với chức năng tạo lưới **multi solids** trong **solid map** panel sẽ cho ta biết các khối solid trong mô hình có thể được tạo lưới trong 1 bước

### Bước 17: xóa các phần tử lưới trong mô hình

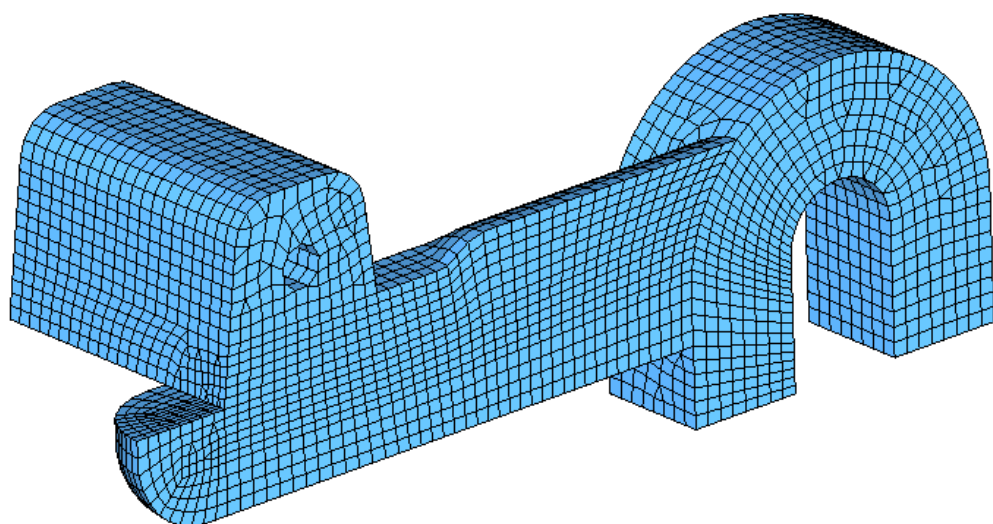
1. Nhấn phím **F2** để vào **delete** panel
2. Chọn tất cả các phần tử
3. Nhấn **delete** để xóa
4. Nhấn **return**

### Bước 18: sử dụng chức năng **multi solids** để tạo lưới cho mô hình

1. Chọn **solid map** panel
2. Chọn **multi solids** sub panel
3. Chọn **solid >> all**
4. Chọn kiểu phần tử là **mixed**
5. Chọn **elem size = 1**
6. Nhấn **mesh**

Tất cả các khối solid trên mô hình được tạo lưới cùng 1 lúc





# Chương 5

## Phần tử lưới tứ diện – Tetra Meshing

HyperMesh cung cấp các công cụ để tạo phần tử lưới tứ diện. Phương pháp cơ bản nhất là tạo từ các phần tử thành mỏng của bề mặt kín của mô hình.

### Quy trình tạo phần tử tứ diện tiêu chuẩn

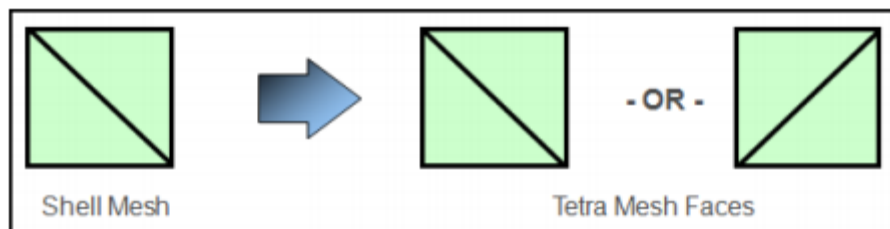
1. Tạo phần tử thành mỏng (shell) cho bề mặt mô hình
2. Kiểm tra chất lượng và sự kết nối của các phần tử thành mỏng
3. Tạo phần tử tứ diện
4. Xóa các phần tử thành mỏng
5. Hiệu chỉnh (nếu cần thiết) để đạt được chất lượng tốt

### Các yêu cầu khi tạo lưới từ phần tử thành mỏng:

- Mô hình phải kín và chỉ có 1 mô hình
- Các phần tử không bị gập, không nằm chồng lên nhau
- Tránh các góc quá nhỏ
- Tránh sự khác biệt quá lớn về kích thước của các phần tử gần nhau

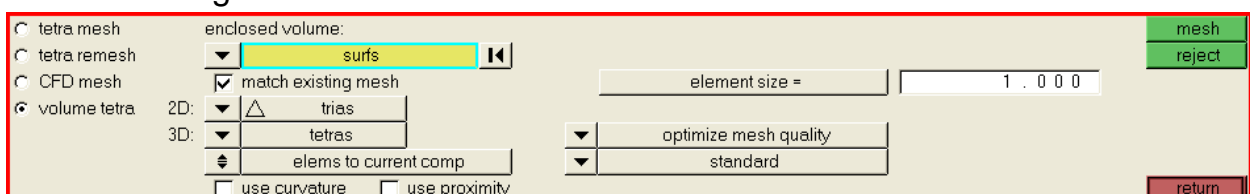
### Đối với các phần tử 4 cạnh trên lưới thành mỏng

- Chia thành 2 phần tử 3 cạnh
- Giữ nguyên phần tử 4 cạnh và tạo lưới solid dạng hình chóp (kim tự tháp)



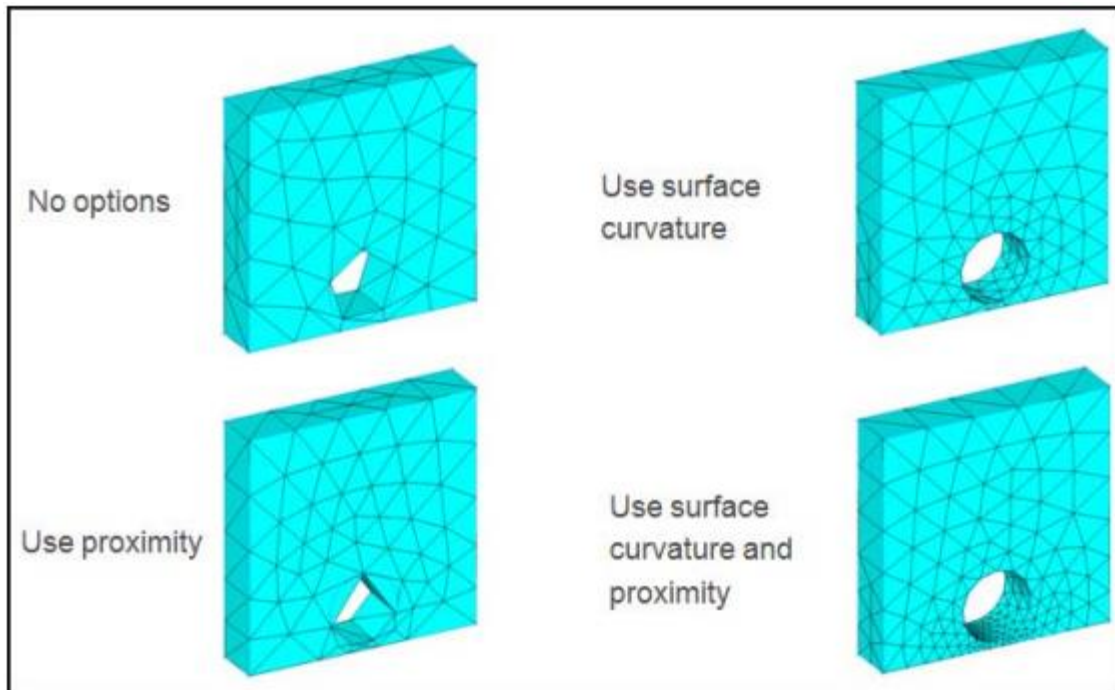
### Volume Tetra Meshing

- Từ pull down menu **Mesh >> Create >> Tetramesh**
- Từ trang **3D >> tetramesh**

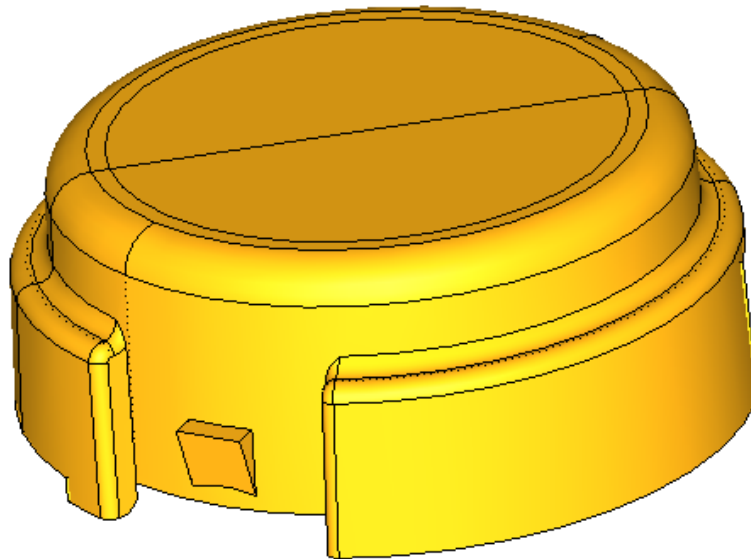


- **Use Proximity:** tạo các phần tử nhỏ hơn kế bên các biên dạng nhỏ để làm trơn sự chuyển đổi từ phần tử lớn sang phần tử nhỏ

- **Use curvature:** đặt nhiều phần tử dọc theo các đường biên



**Ví dụ:**



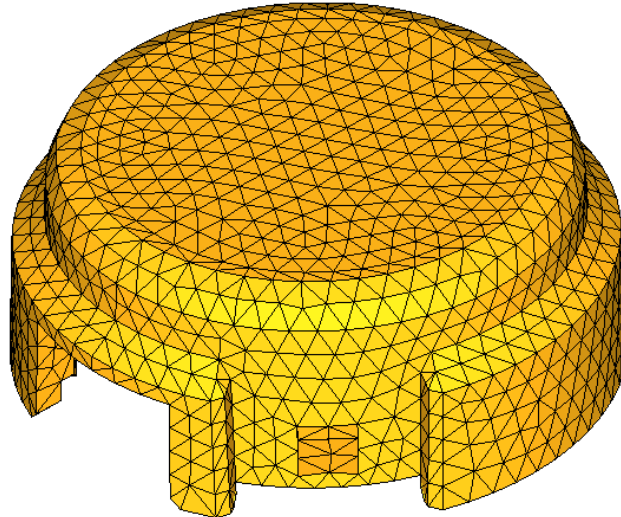
**Bước 1:** mở file *housing.hm*

**Bước 2:** tạo lưới phần tử tứ diện cho chi tiết cover bằng cách sử dụng *volume tetra mesher* và kiểu phần tử trias

1. Chọn **tetramesh** panel
  - Từ **mesh** menu >> **Create** >> **Tetra Mesh**
  - Từ trang **3D** >> **tetramesh** panel
2. Chọn **volume tetra** sub panel
3. Thiết lập thông số như hình bên dưới

<input type="radio"/> tetra mesh	enclosed volume:		<input type="button" value="mesh"/>
<input type="radio"/> tetra remesh	▼	surfs	<input type="button" value="reject"/>
<input type="radio"/> CFD mesh	<input checked="" type="checkbox"/> match existing mesh	element size =	1 0 . 0 0 0
<input checked="" type="radio"/> volume tetra 2D:	▼	trias	
3D:	▼	tetras	optimize mesh quality
	▼	elems to current comp	standard
	<input type="checkbox"/> use curvature	<input type="checkbox"/> use proximity	<input type="button" value="return"/>

4. Chọn 1 mặt của mô hình, tất cả các mặt còn lại tự động được chọn theo
5. Nhấn **mesh**




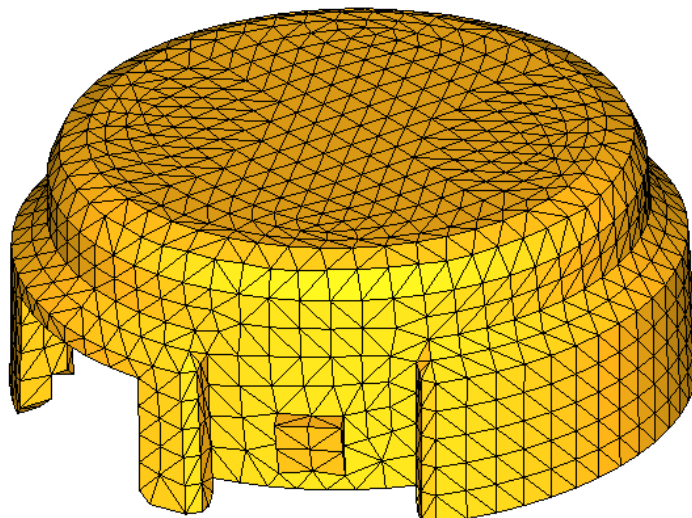
Hình dạng lưới trên bề mặt là các tam giác

6. Nhấn **reject** để xóa lưới vừa tạo

### Bước 3: tạo lưới bằng cách sử dụng *volume tetra mesher* và kiểu phần tử **R-trias**

Vẫn ở trong **volume tetra** sub panel

1. Chọn 1 mặt trên mô hình
2. Chọn 2D: ▼  R-trias
3. Nhấn **mesh** để tạo lưới



4. Quan sát lưới vừa tạo với lưới được tạo ở bước trên
5. Nhấn **reject** để xóa lưới vừa tạo

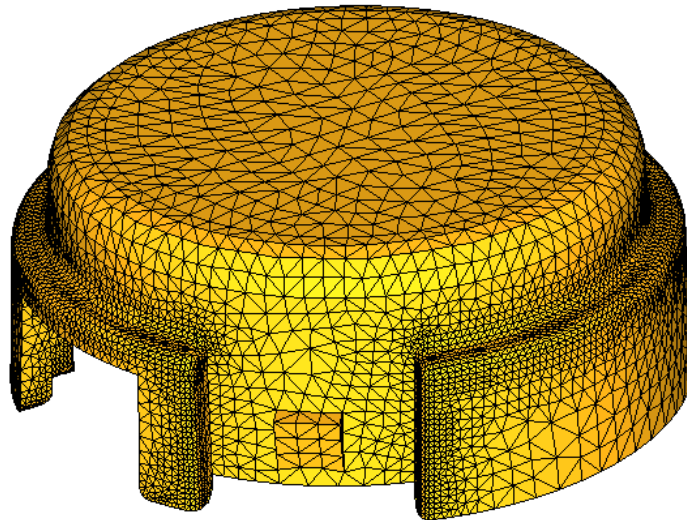
#### Bước 4: tạo lưới cho mô hình có thêm vào phần tử dọc theo các cạnh củ mô hình

Vấn sử dụng **volume tetra** sub panel

1. Chọn 1 mặt của mô hình
2. Thiết lập như hình dưới

<input type="radio"/> tetra mesh	enclosed volume:	elem feature angle=	3 0 . 0 0 0	mesh
<input type="radio"/> tetra remesh	▼ <b>surfs</b>	min element size =	1 . 0 0 0	reject
<input type="radio"/> CFD mesh	<input checked="" type="checkbox"/> match existing mesh	element size =	1 0 . 0 0 0	
<input checked="" type="radio"/> volume tetra 2D:	▼  R-trias			
	3D: ▼ tetras	optimize mesh quality		
	◄ elems to current comp	▼ standard		
	<input checked="" type="checkbox"/> use curvature <input type="checkbox"/> use proximity			return

3. Nhấn **mesh** để tạo lưới

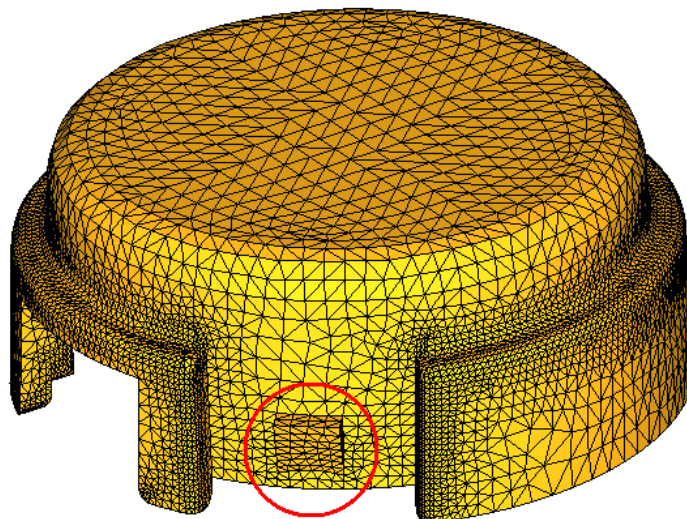


Lưới được tạo với lựa chọn **use curvature**

4. Nhấn **reject** để xóa lưới vừa tạo

#### Bước 5: tạo lưới có nhiều phần tử xung quanh các biên dạng nhỏ

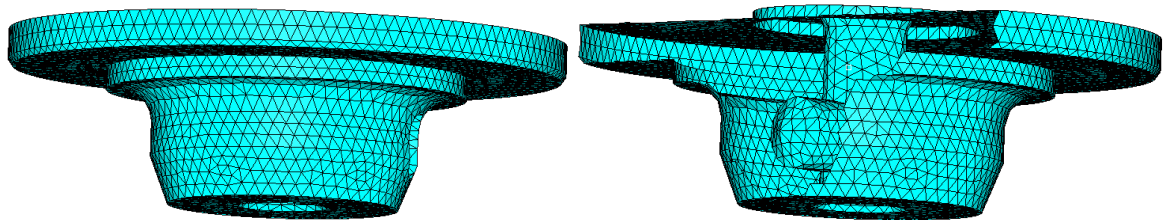
1. Chọn 1 mặt trên mô hình
2. Chọn tùy chọn **use proximity**
3. Nhấn **mesh**



4. Nhấn **return** để quay lại menu chính



### Bước 6:

- Ẩn tất cả các mô hình trên màn hình.
- Hiển thị lớp phần tử cho 2 lớp **hub** và **tetras**  
Có phần tử tam giác trong lớp **hub** và không có phần nào trong lớp **tetras**




*Mô hình lưới tria shell*

### Bước 7: kiểm tra chất lượng của lưới

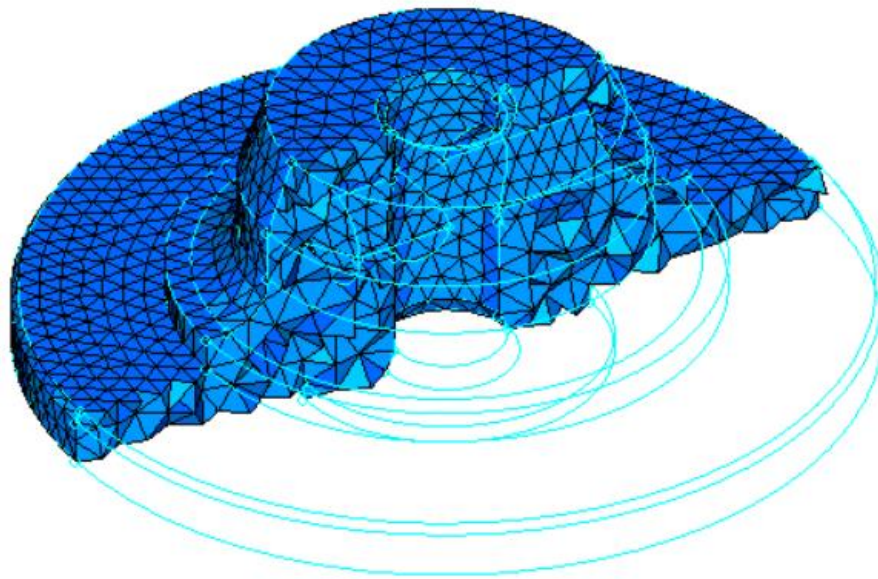
1. Chọn **edges** panel
  - Chọn menu **mesh >> Check >> Components >> Edges**
  - Chọn trang **tool >> edges** panel
2. Chọn  **comps** , chọn bất kì phần tử nào trên mô hình
3. Nhấn **find edges**  
Ở thanh status bar xuất hiện thông báo “No edges were found. Selected elements may enclose a volume.”  
Thỏa mãn yêu cầu khi tạo lưới từ lưới phần tử thành mỏng.
4. Nhấn **return** để trở lại menu chính
5. Chọn **check elements** panel
  - Từ menu **mesh >> Check >> Elements >> Check Elements**
  - Từ trang **tool >> check elems** panel
6. Chọn **2-d** sub panel
7. Xác định các phần tử có hệ số **aspect** lớn hơn 5  
Không có phần tử nào có hệ số **aspect** lớn hơn 5
8. Xác định các phần tử có góc nhỏ hơn 20 độ (**trias: min angle**)  
Không có phần tử nào có góc nhỏ hơn 20 độ  
Kết luận: lưới thành mỏng này thích hợp cho việc tạo lưới phần tử khối tứ diện
9. Nhấn **return** để trở lại menu chính

### Bước 8: tạo lưới phần tử tứ diện cho mô hình hub

1. Chọn lớp **tetras** làm lớp làm việc
2. Chọn **tetramesh** từ trang **3D**
3. Chọn **tetra mesh** sub panel
4. Chọn  **comps** , chọn bất kì 1 phần tử trên màn hình



5. Nhấn **mesh** để tạo lưới phần tử tứ diện






#### Bước 9: kiểm tra chất lượng của các phần tử tứ diện

1. Chọn **check elems** panel
2. Chọn **3-d** sub panel
3. Xác định chiều dài ngắn nhất của các phần tử  
Chiều dài nhỏ nhất là 1.09mm
4. Xác định góc nhỏ nhất (**tria faces: min angle**)  
Góc nhỏ nhất là 19.08 độ
5. Xác định phần tử có **tet collapse** nhỏ hơn 0.3  
Có 3 phần tử có giá trị nhỏ hơn 0.3.

#### Bước 10: tách riêng các phần tử có hệ số tet collapse nhỏ hơn 0.3 và tìm các phần tử nằm xung quanh các phần tử bị lỗi

Vẫn ở trong **check elems** panel

1. Nhấn **save failed**  
Các phần tử bị lỗi sẽ được ghi nhớ
2. Nhấn **return** để quay về menu chính
3. Chọn **mask** panel
  - Từ **display** toolbar >> chọn **Mask** 
  - Nhấn phím **F5**
4. Chọn  **elems**  >> **retrieve**  
Các phần tử được lưu trong bước trên sẽ được gọi ra
5. Chọn **elems** >> **reverse**
6. Nhấn **Mask**  
Chỉ có 3 phần tử bị lỗi hiển thị trên màn hình
7. Nhấn **return**



8. Trên thanh **display**, nhấn **unmask adjacent**



9. Nhấn thêm 2 lần **unmask adjacent**

**Bước 11: tạo lưới lại cho các phần tử bị lỗi và một số phần tử xung quanh nó**

1. Chọn **tetramesh** panel
2. Chọn **tetra remesh** sub panel
3. Chọn **elems >> displayed**
4. Nhấn **remesh** để tạo lưới cho các phần tử được chọn
5. Nhấn **return**
6. Chọn **check elems** panel
7. Nhấn **tet collapse**, thanh status bar thông báo giá trị nhỏ nhất là 0.31
8. Nhấn **return** để quay trở lại menu chính

Bây giờ thì công việc tạo lưới phần tử tứ diện đã hoàn thành

# Chương 6

## Thiết lập cho bước phân tích

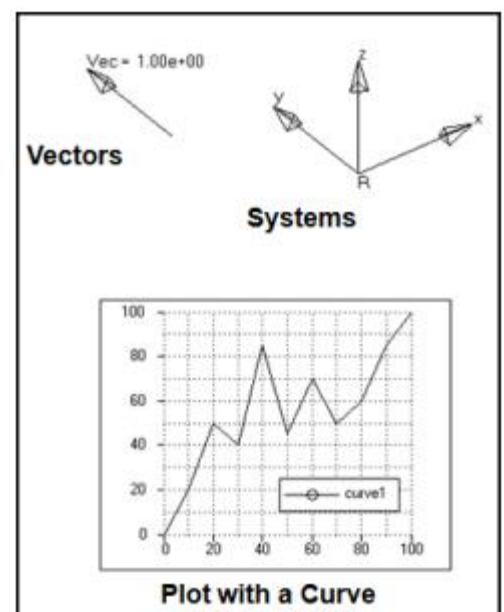
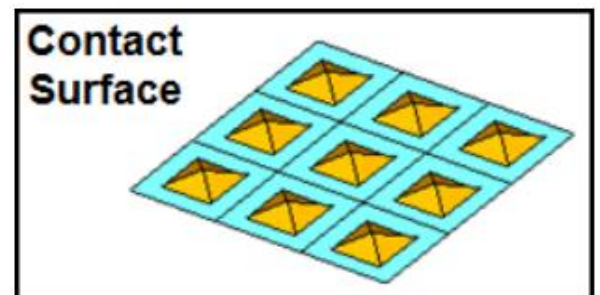
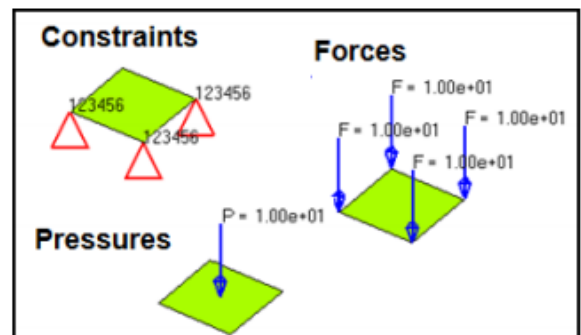
### Thiết lập các điều kiện biên

Thiết lập cho bước phân tích là xác định tất cả các dữ liệu đầu vào bên cạnh việc tạo lưới cho mô hình:

- Kiểu phân tích được sử dụng
- Gán vật liệu cho mô hình
- Tạo các điều kiện biên (các ràng buộc, lực, tiếp xúc,...)
- Và một số dữ liệu đầu vào khác

### Các loại điều kiện biên

- **Các điều kiện biên (FE loadings)**
  - Tải (ràng buộc, lực, áp suất, moment, nhiệt độ, dòng chảy, vận tốc, gia tốc)
  - Các phương trình (liên kết toán học giữa các node)
  - Kiểu tiếp xúc
  - Group (xác định tiếp xúc giữa 2 đối tượng)
  - Group Surfs
- **Đối tượng tham chiếu (Reference Entities)**
  - Sets
  - Blocks (nhóm đối tượng được chứa trong 1 biên dạng hình hộp)
- **Các đối tượng tọa độ (Coordinate Entities)**
  - Trục tọa độ
  - Các vector
- **Đồ thị (Plotting)**
  - Curves (X-Y data)
  - Plots
- **Output Requests**
  - Loadstep (kết nối các collector tải)
  - Output Blocks
- **Control cards**

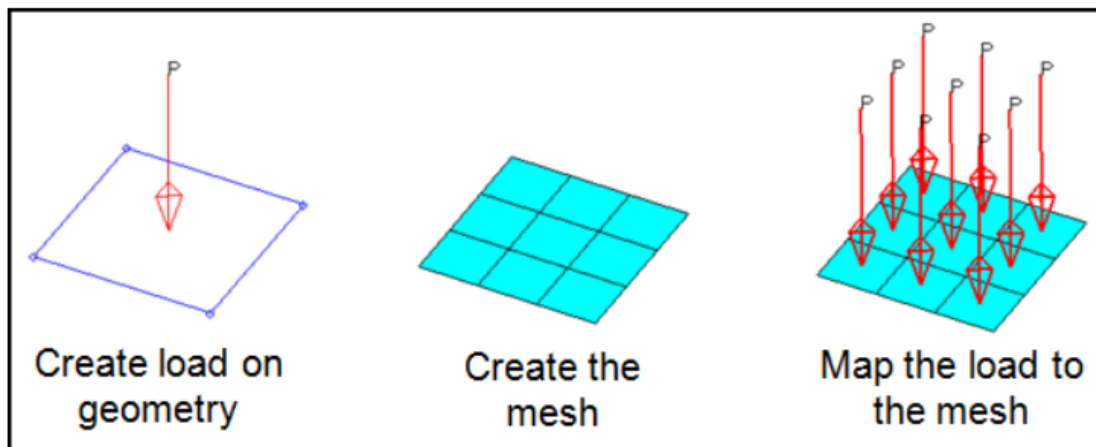
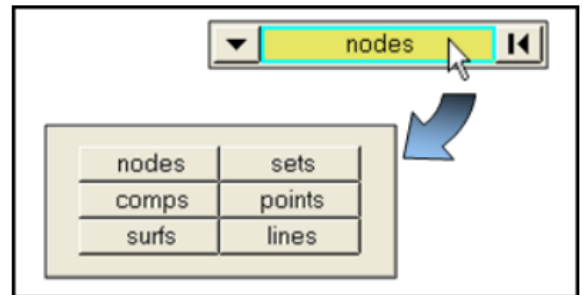


## Đặt tải trọng trên mô hình

HyperMesh cho phép người sử dụng đặt tải trọng lên mô hình trước khi tạo lưới. Sử dụng **BCs >> Loads on geometry** pull down menu, các tải trọng sẽ được đặt lên tất cả các phần tử được tạo từ mô hình. Điều này làm tiết kiệm rất nhiều thời gian cho việc đặt tải lên mô hình

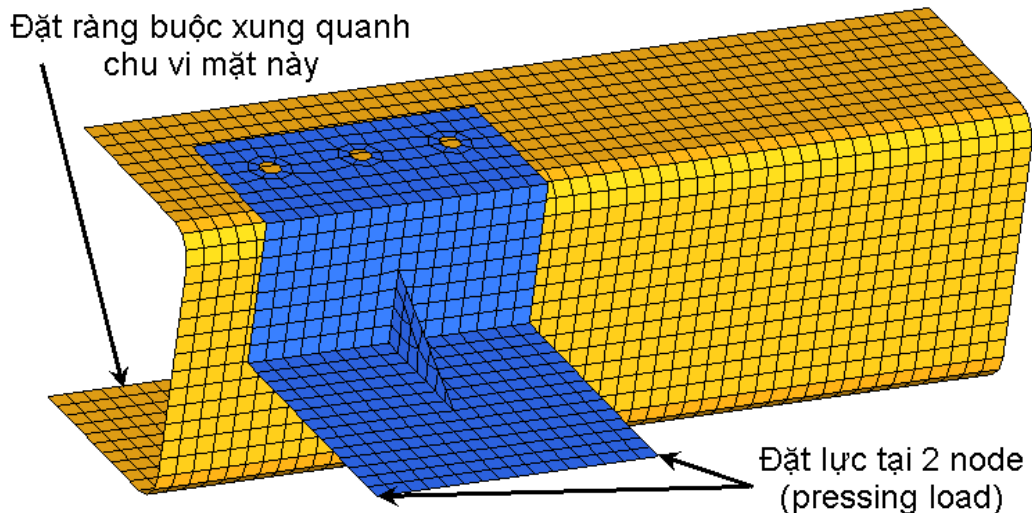
Tải trọng có thể đặt trên mô hình hay trên phần tử

- Đặt kiểu chọn đối tượng là hình học
- Tạo các tải trọng
- Tạo lưới
- Sử dụng **load on geom** panel để đặt tải cho các phần tử



## Ví dụ: thiết lập các điều kiện tải trọng


Ví dụ này sử dụng file *channel\_brkt\_assem\_loading.hm*






### Bước 1: mở file và quan sát mô hình

1. Mở file *channel\_brkt\_assem\_loading.hm* trong thư mục cài đặt
2. Chọn user profile là **Radioss Buld Data**

### Bước 2: tạo 2 load collectors



1. Nhấn **load collectors** 
2. Chọn **create** sub panel
3. Thiết lập như hình dưới

<input checked="" type="radio"/> create	loadcol name =	pressing_load	create
<input type="radio"/> update	 color	 no card image	create/edit



4. Nhấn **create** để tạo collector **pressing\_load**
5. Nhập **constraints** cho cô **loadcol name =** và chọn màu xanh dương
6. Nhấn **create** để tạo collector **constraints**
7. Nhấn **return** để trở về menu chính

### Bước 3: đặt các ràng buộc (RADIOSS SPC)

1. Sử dụng **model browser** để hiển thị **geom** () của chi tiết channel
2. Nhấn **user view**  trên thanh toolbar, chọn **iso1**
3. Chọn **constraints** panel bằng 2 cách
  - Từ pull down menu, chọn **BCs >> Create >> Constraints**
  - Từ menu chính, chọn **analysis >> constraints**
4. Chọn **create** sub panel
5. Thiết lập như hình bên dưới

<input checked="" type="radio"/> create	▼ lines	<input checked="" type="checkbox"/> dof1	=	0 . 0 0 0	<input type="button" value="create"/> <input type="button" value="create/edit"/> <input type="button" value="reject"/> <input type="button" value="review"/> <input type="button" value="return"/>
<input type="radio"/> update		<input checked="" type="checkbox"/> dof2	=	0 . 0 0 0	
	size = 5 . 0 0 0	<input checked="" type="checkbox"/> dof3	=	0 . 0 0 0	
	<input checked="" type="checkbox"/> label constraints	<input checked="" type="checkbox"/> dof4	=	0 . 0 0 0	
	<input type="button" value="constant value"/>	<input checked="" type="checkbox"/> dof5	=	0 . 0 0 0	
		<input checked="" type="checkbox"/> dof6	=	0 . 0 0 0	
		load types =		S P C	

dof (degrees of freedom) : bậc tự do

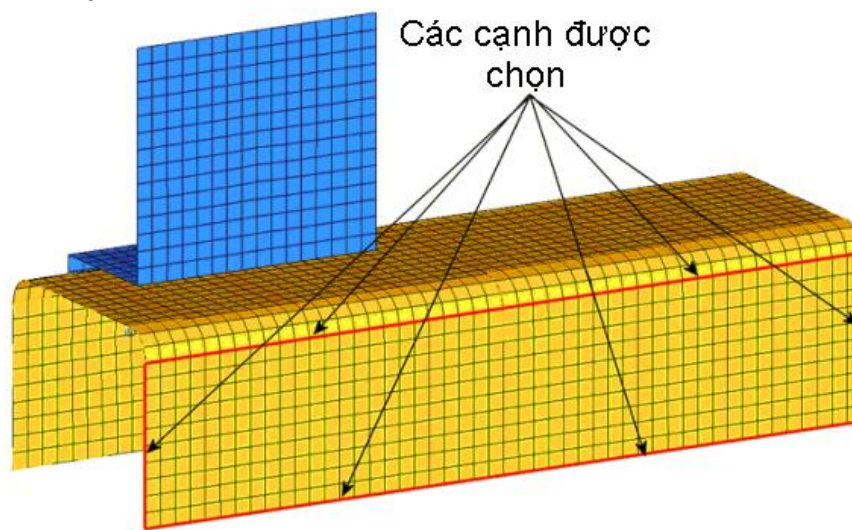
dof 1, 2, 3 : chuyển động tịnh tuyến theo phương x, y, z

dof 4, 5, 6 : chuyển động quay tròn xung quanh trục x, y, z

size: độ lớn biểu tượng ràng buộc được hiển thị trên màn hình

label constraints: hiển thị các bậc tự do

6. Chọn các cạnh như hình dưới




7. Nhấn **create** để tạo ràng buộc trên các đoạn thẳng được chọn

8. Nhấn **return** để trở lại menu chính

#### Bước 4: đặt các ràng buộc cho các node dọc theo các đường thẳng được chọn

1. Chọn **load on geom** panel theo 2 cách
  - Từ pull down menu, chọn **BCs >> load on geom**
  - Từ menu chính, chọn **analysis >> load on geom**
2. Chọn **loadcols >> constraints**
3. Chọn **select**
4. Nhấn **map loads**  
Mỗi ràng buộc được đặt tại mỗi node
5. Nhấn **return** để trở lại menu chính

#### Bước 5:

1. Chọn **user view** , chọn **restore 1**
2. Tại **model browser**, nhấn phải chuột trên **pressing load** và chọn **make current**

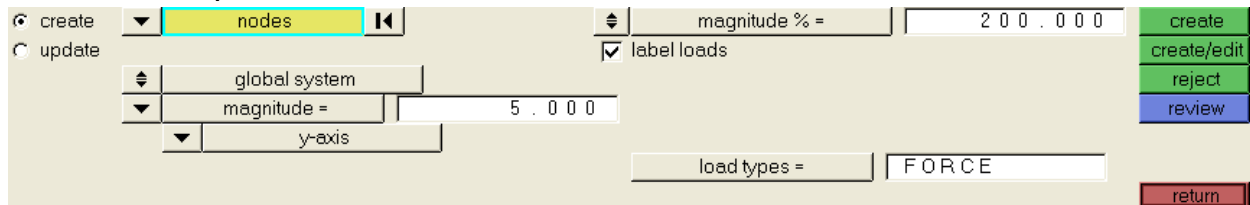
## Bước 6: tạo điều kiện lực (RADIOSS FORCES) trên mô hình bracket

### 1. Chọn **forces** panel

- Từ pull down menu, chọn **BCs >> forces**
- Từ menu chính, chọn **analysis >> forces**

### 2. Chọn **create** sub panel

### 3. Thiết lập như hình dưới



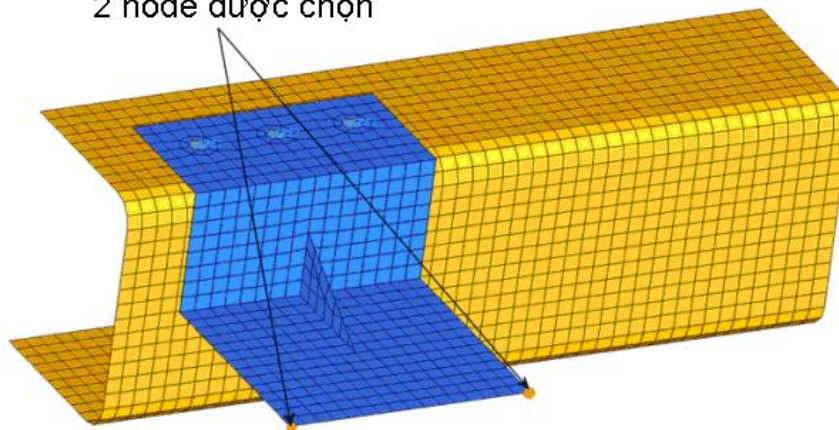
magnitude: độ lớn của lực

y-axis: chiều của lực trùng với chiều của trục y

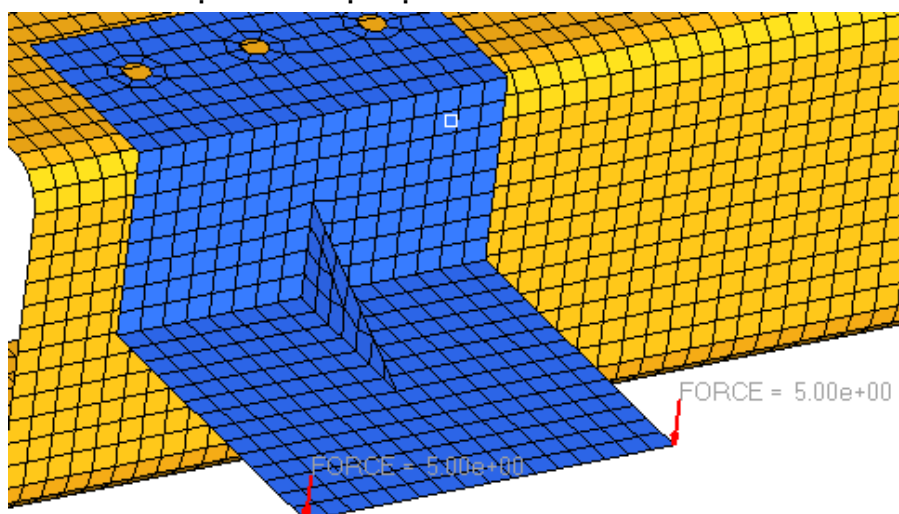
magnitude % : độ lớn biểu tượng lực được hiển thị trên màn hình

### 4. Chọn 2 node như hình dưới

2 node được chọn



### 5. Nhấn **create** để tạo điều kiện lực



### 6. Nhấn **return** để trở lại menu chính

## Bước 7: định nghĩa loadstep cho ràng buộc và lực

1. Chọn **load step** panel
  - Từ pull down menu, chọn **Setup >> Create >> LoadSteps**
  - Từ menu chính, chọn **analysis >> loadsteps**
2. Nhập *pressing\_step* cho ô **name** =
3. Chọn hộp thoại **SPC** và **LOAD**
4. Nhấn  kế bên **SPC**
5. Chọn **name (id)**
6. Chọn **constraint**
7. Nhấn  kế bên **LOAD** và chọn **pressing\_load**
8. Đặt **type:** là **linear static**
9. Nhấn **create** để tạo loadstep *pressing\_step*
10. Nhấn **return** để trở lại menu chính

Cả hai collector **pressing\_load** và **constraints** đều thuộc về **Pressing\_step**



## Xây dựng mô hình mẫu cho quá trình tính toán phân tích

Mục đích của quá trình tiền xử lý phần tử hữu hạn là tạo ra mô hình có thể chạy được trên một chương trình tính toán phân tích. Giao diện HyperMesh với nhiều chương trình phân tích phần tử hữu hạn và tất cả các ứng dụng chỉ có một định dạng file đầu vào. HyperMesh chỉ có 1 file mẫu khác nhau cho mỗi chương trình phân tích khác nhau mà nó hỗ trợ. Với mỗi file mẫu, HyperMesh sử dụng để tạo ra các file đầu vào cho từng chương trình phân tích riêng biệt.

### Tương tác với các chương trình tính toán

Mỗi chương trình tính toán có những định dạng và các thuật ngữ riêng. Ví dụ: so sánh sự khác nhau về cách trình bày dữ liệu của nút và phần tử trong phần mềm Abaqus và OptiStruct / Nastran.

- 3 nút (node)
- 2 phần tử tứ giác

Radios (Linear)						Abaqus					
<b>GRID</b> 1     0.0   1.0   0.0						<b>*NODE</b>					
<b>GRID</b> 2     0.0   0.0   0.0						1, 0.0     , 1.0     , 0.0					
<b>GRID</b> 3     1.0   0.0   0.0						2, 0.0     , 0.0     , 0.0					
						3, 1.0     , 0.0     , 0.0					
						<b>*ELEMENT,TYPE=S4,ELSET=part_1</b>					
<b>CQUAD4</b> 1     1     1     2     3     4						1,     1,     2,     3,     4					
<b>CQUAD4</b> 2     1     3     4     5     6						2,     3,     4,     5,     6					

HyperMesh có thể tương tác với các chương trình phân tích khác nhau bằng cách sử dụng “**templates**”

- Với template của một chương trình phân tích, các đối tượng sẽ được định dạng ứng với chương trình phân tích.

Ví dụ: component của chương trình **Radioss (Linear)** có thể là PSHELL hay PSOLID

- PSHELL: phần tử shell, ID = 1, material = 1, thickness 5.0

PSHELL	1	15.0	1	1	0.0
--------	---	------	---	---	-----

- PSOLID: phần tử solid, ID = 2, material = 1

PSOLID	2	1	0
--------	---	---	---

## Các định dạng của Collector

Định dạng của các collector được chỉ định bằng “Card image”.

HyperMesh Collector Type:	Example solver keywords available as element types:		
	Radiooss (Linear)	LS-Dyna	Abaqus
Component	PSHELL, PSHEAR, PSOLID, PCOMP	*PART	*SHELL SECTION, *SOLID SECTION, *RIGID BODY, etc.
Property	PBAR, PBEAM, PGAP, PELAS, etc.	*SECTION_SHELL, *SECTION_SOLID, *SECTION_BEAM, etc.	*SURFACE INTERACTION, *FRICTION, etc.
Material	MAT1, MAT2, MAT4, MAT8, MAT9, MAT10	*MATL1, *MATL2, *MATL3, etc.	*MATERIAL, *GASKET BEHAVIOR, etc.

## Các định dạng cho phần tử

Định dạng của phần tử được chỉ định bằng cách thiết lập “element type”.

HyperMesh Element Configuration:	Example solver keywords available as element types:		
	Radiooss (Linear)	LS-Dyna	Abaqus
Bar	CBEAM, CBAR, CBEND	*ELEMENT_BEAM	*ELEMENT, TYPE= B31, B31H, B33, B33H, etc.
Quad4	CQUAD, CQUADR, CSHEAR	*ELEMENT_SHELL	*ELEMENT, TYPE= S4, S4R5, M3D4, M3D4R, R3D4, DS4, etc.
Tetra4	CTETRA	*ELEMENT_SOLID	*ELEMENT, TYPE= C3D4, C3D4H, DC3D4, C3D4E, DC3D4E

## Các định dạng cho tải

Định dạng của tải được chỉ định bằng cách thiết lập “load type”.

HyperMesh Load Configuration:	Example solver keywords available as element types:		
	Radiooss (Linear)	LS-Dyna	Abaqus
Constraint	SPC, SPCD, ASET, ASET1, SUPPORT, QSET1, etc.	*BOUNDARY_SPC_NODE, *BOUNDARY_ PRESCRIBED_MOTION_ NODE	*BOUNDARY, *BOUNDARY, TYPE= ACCELERATION, VELOCITY, etc.
Force	FORCE	*LOAD_NODE_POINT	*CLOAD
Pressure	PLOAD, PLOAD2, PLOAD4, QBDY1	*LOAD_SHELL_ELEMENT, *LOAD_SEGMENT	*DLOAD, *DFLUX, *FILM, *DECHARGE

## Công cụ thay đổi định dạng

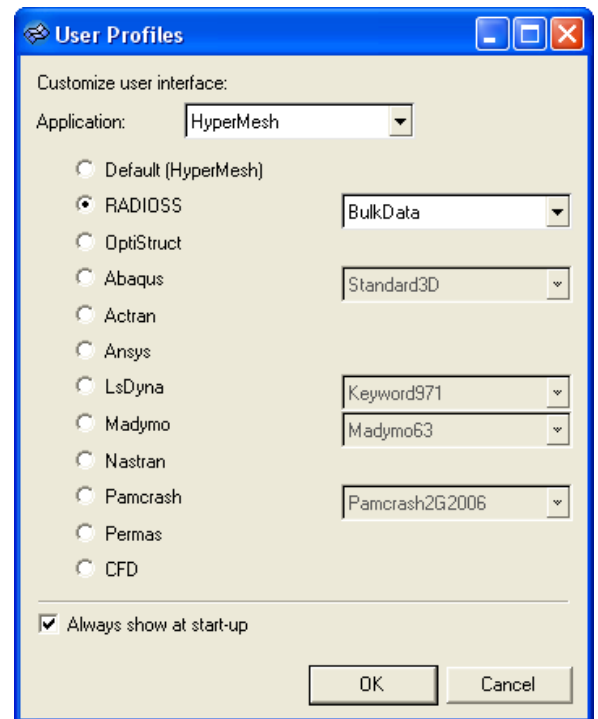
- Preferencec >> User Profiles
- Files >> Load >> Template File
- Nhấn phím “G”
- Files >> import >> FE sub panel

## Tools

- **Collectors** pull down và **Collectors**

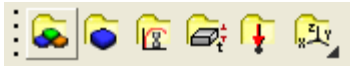
panel 

- **Create**
  - Chỉ định card image cho collector được tạo
  - Chỉnh sửa card image
  - Chỉ định vật liệu cho collector
- **Update**
  - Chỉ định vật liệu cho collector đang tồn tại
  - Chỉnh định hoặc chỉnh sửa card image đang tồn tại
- **Elms type >> load types** panel
  - Áp đặt và thay đổi kiểu phần tử / tải cho các phần tử / tải
- **Collectors >> Card Edit** hoặc **toolbar** 
  - Xem và chỉnh sửa card image của bất kì đối tượng nào trên mô hình
  - Bao gồm các đối tượng không phải collector (nút, phần tử)
- **Model Browser**
  - Nhấn chuột phải trên collector và chọn **edit card**
  - Xem và chỉnh sửa card image của collector được chọn
- **Preferences >> Graphics**
  - Một số đặc tính hiển thị của mô hình
- **Summary** panel
  - Hiển thị thông tin về mô hình
  - Giúp quan sát và đảm bảo các thông tin đưa vào là chính xác



Summary Type	Included Information
Components	Component Name, ID, Material Name, Thickness, Mass, #Elements
Center of Gravity	Component Name, ID, Mass, X, Y, Z
Elements	Type of Elements, Element Configurations
Error Checks	Load Collector, Load Steps, Components
Loads	Load Collector, ID, FX, FY, FZ, Magnitude
Moment of Inertia	Moment of Inertia

## Qui trình thực hiện

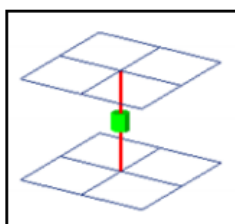
1. Tạo các thực thể cần thiết cho mô hình
  - Ghi nhớ những gì cần thiết cho chương trình phân tích đang sử dụng
  - Các đối tượng cần phải được đặt vào đúng collector
  - Tất cả thực thể trong 1 collector có cùng thuộc tính
2. Lấy các card image khi cần thiết
  - Sử dụng panel Setup/collectors, kiểu phần tử, kiểu tải
  - Các phần tử và tải luôn luôn có 1 kiểu
  - Đôi khi các collector có thể không cần một card image
3. Nhập giá trị cho card image theo yêu cầu
  - Sử dụng  hoặc **collectors > card editor** panel để kiểm tra card image của tất cả collector
  - Một số card image yêu cầu những thực thể khác được chọn làm tài liệu tham khảo
4. Hiểu được những thông tin chi tiết về cách thức tương tác giữa HyperMesh và các chương trình phân tích

# Chương 7

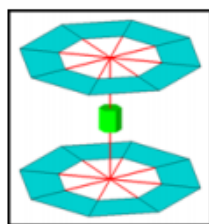
## Connectors

### Định nghĩa:

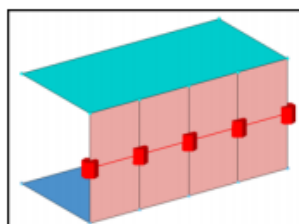
Connector (thực thể kết nối) là đối tượng hình học dùng để kết nối các chi tiết lại với nhau. Một số connector: các mối hàn điểm (spot weld), hàn đường (seam weld), bu-long (bolt), kết nối dính chặt với nhau bằng phương pháp dán (Adhesive), v.v...



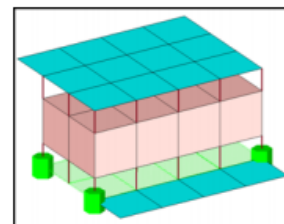
Spot Weld



Bolt



Seam Weld



Area Connection  
(Adhesive)

### Vị trí đặt các connector:

Node: connector được tạo tại các node

Point: được tạo tại các point

Line: được tạo tại các đường thẳng

Element: được tạo tại các phần tử (chỉ dùng cho kết nối Adhesive)

Surface: được tạo trên các bề mặt (chỉ dùng cho kết nối Adhesive)

### Thanh công cụ Connector:

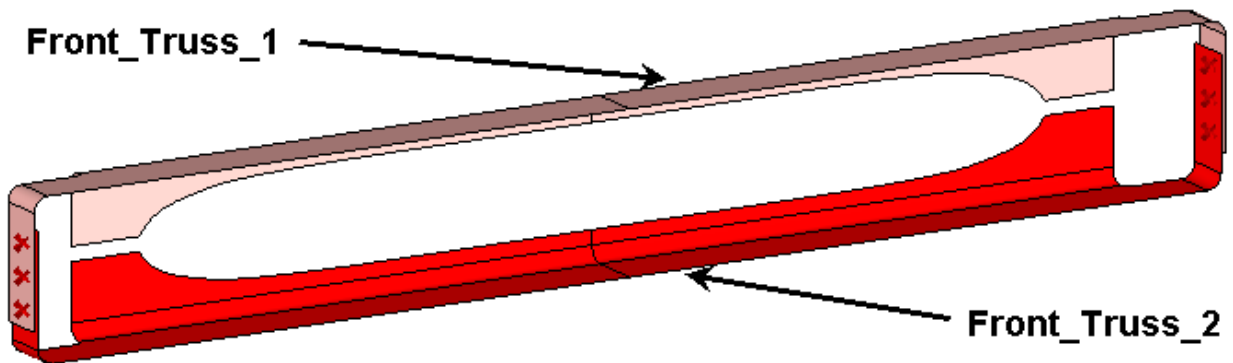
- Spot
- Bolt
- Seam
- Area

Tạo, chỉnh sửa  
các connector

- Apply mass: đặt vật liệu cho liên kết.
- FE Absorb: tạo liên kết mới từ các phần tử hiện tại (các phần tử này là các phần tử FE (finite element) đại diện cho các liên kết mối hàn, bulong,...).
- Add Links: thêm các thực thể liên kết tới connector đang tồn tại.
- Unrealize: xóa các phần tử FE liên kết với kết nối hiện tại.
- Compare: so sánh các kết nối trong mô hình với các kết nối trong Master Connection File (MCF) hay trong Master Weld File (MWF) và cảnh báo về bất cứ sự khác biệt nào được tìm thấy.
- Quality: kiểm tra chất lượng của các thực thể kết nối (connector entities).

spot	add links	compare
bolt	unrealize	quality
seam		
area		
apply mass		
fe absorb		

## Ví dụ 1: tạo liên kết connector là mối hàn điểm

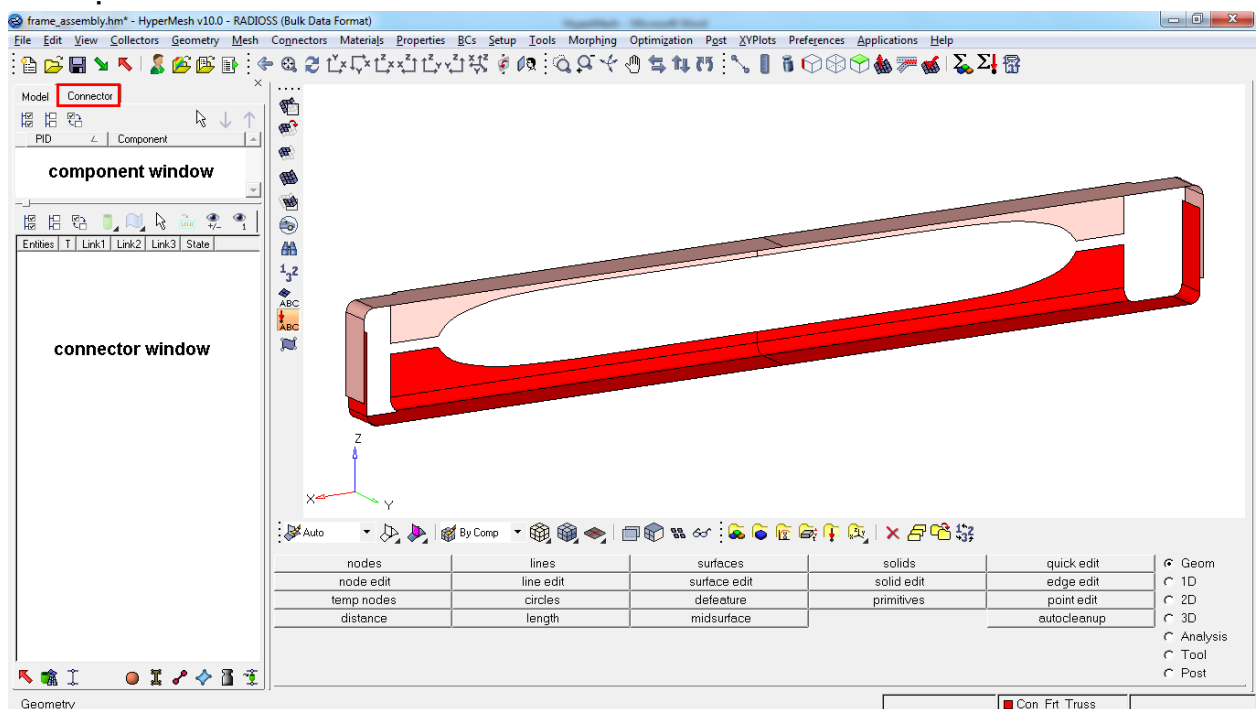


### Bước 1:

1. Mở file **frame\_assambly.hm**
2. Chọn **Preferences** pull down menu, chọn **User profiles**
3. Chọn **Radioss >> Bulk Data**
4. Nhấn **OK**

### Bước 2:


1. Chọn **View >> Connector Browser**
2. Quan sát layout của Connector browser  
Connector Browser cho phép xem và quản lí tất cả các connector đã được tạo ra trên mô hình

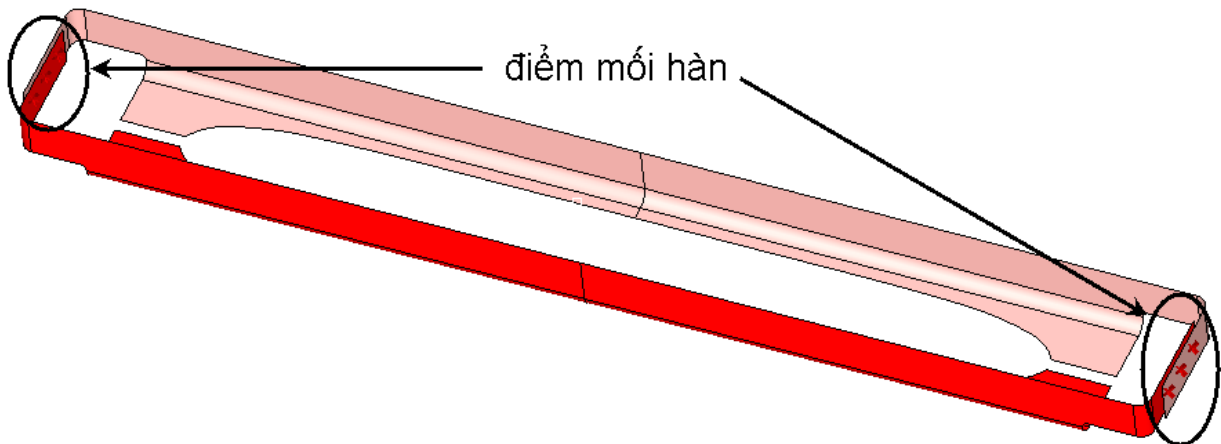


### Bước 3: tạo liên kết mối hàn

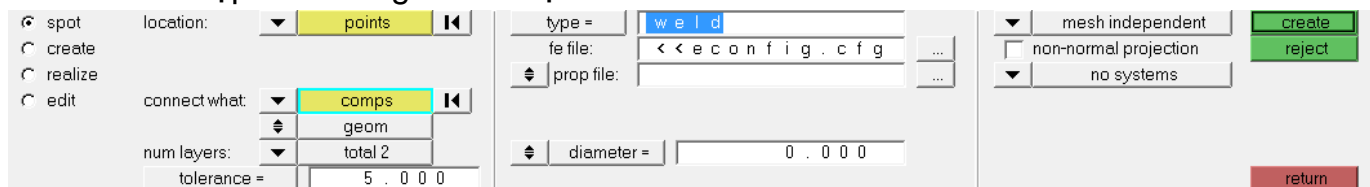
Có 2 phương pháp tạo connector: tự động và không tự động.

1. Vào **Spot** panel bằng các cách sau:

- Nhấn chuột phải vào **connector window** và chọn **create >> spot**.
  - Từ menu chính, chọn trang **1D**, chọn thẻ **connector**, chọn **spot**.
  - Tại đáy của **connector browser**, chọn biểu tượng **spot** 
2. Chọn **spot** sub panel.
  3. Chọn **Con\_Frt\_Truss** làm lớp làm việc.
  4. Chuyển **location: entity selector** sang **points**.
  5. Chọn 6 điểm để xác định vị trí các mối hàn (như hình bên dưới) bằng cách chọn **points >> by collector** và chọn **Con\_Frt\_Truss**.

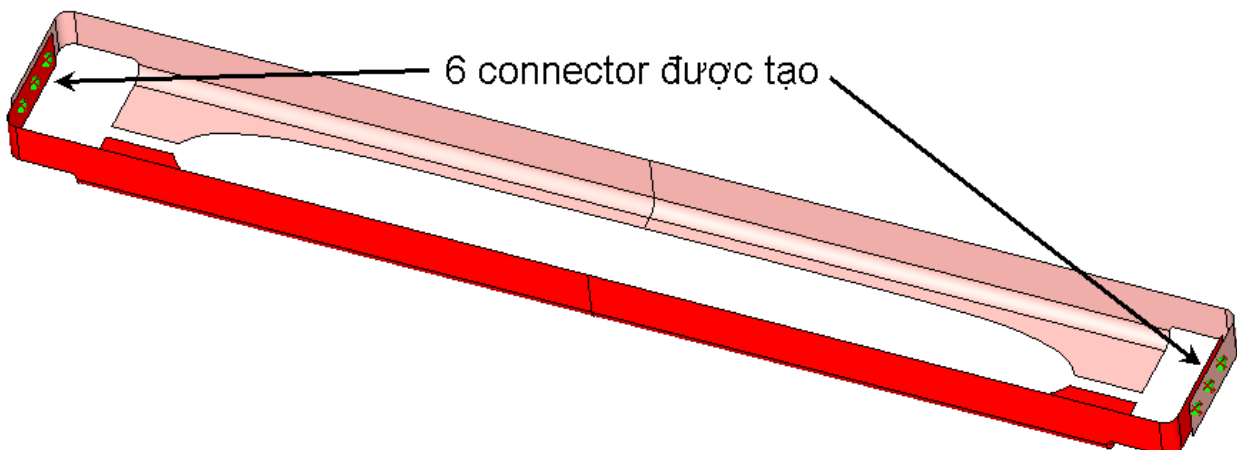


6. Nhấn **select**.
7. Tại dòng **connect what**, chọn **comps** và chọn **Front\_Truss\_1** và **Front\_Truss\_2 >> select**.
8. Thiết lập các thông số còn lại như hình bên dưới.






9. Nhấn **create**
10. Nhấn **return**

6 connector được tạo bằng phương pháp tự động, các connector có màu xanh lá thể hiện việc tạo các kết nối mối hàn điểm đã thành công.





Có 3 trạng thái của connector (thực thể kết nối) khi chúng được tạo:

- **Unrealized** (màu vàng ): trạng thái ban đầu của thực thể kết nối khi tạo
- **Realized** (màu xanh lá ): các thực thể kết nối được tạo thành công.
- **Failed** (màu đỏ ): các thực thể kết nối được tạo không thành công.

Khi thực thể kết nối được tạo bằng tay (manual), màu của thực thể kết nối sẽ chuyển từ màu vàng sang màu xanh lá. Nếu được tạo bằng phương pháp tự động (automatic), màu của thực thể kết nối là xanh lá.

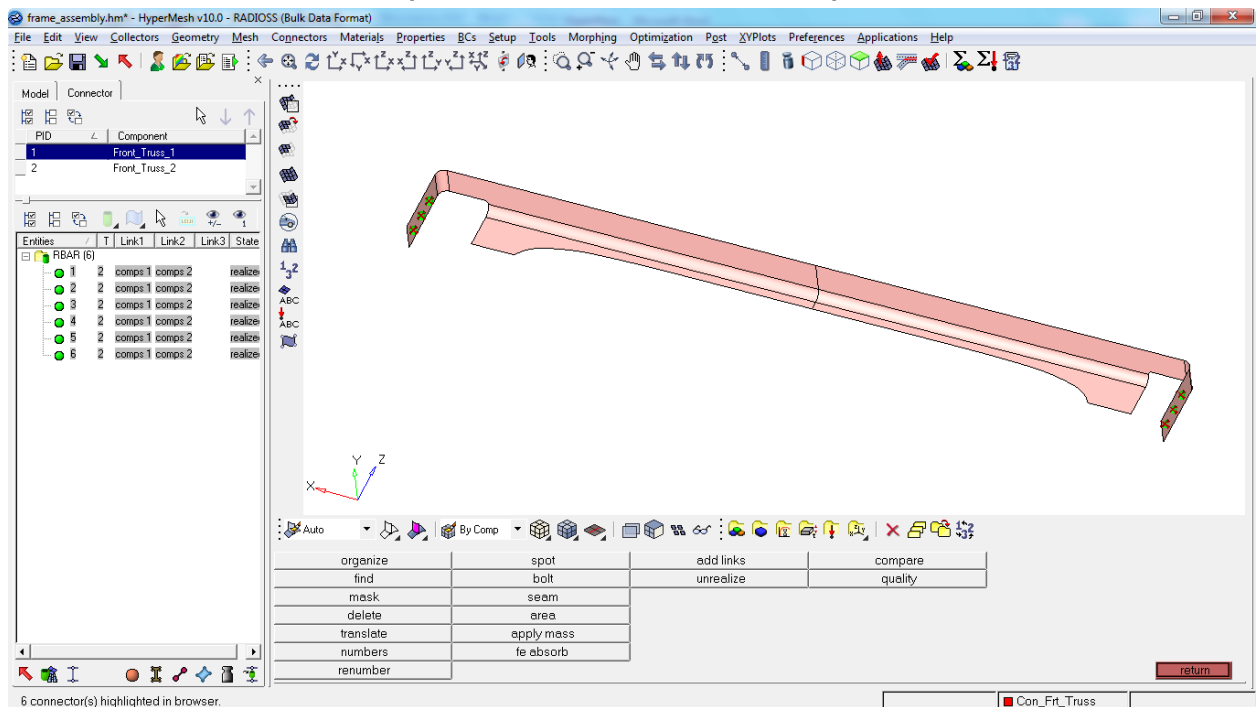
#### Bước 4: quan sát connector browser

1. Trong cửa sổ **connector window**, nhấn dấu **+** kế bên **RBAR**.

**RBAR** chứa đựng 6 connector vừa mới tạo

2. Trong cửa sổ **component window**, nhấp chuột phải lên **Front\_Truss\_1** và chọn **find**.

Trên màn hình đồ họa chi tiết **Front\_Truss\_2** bị ẩn đi.



3. Nhấn chuột phải lên **Front\_truss\_1** lần nữa và chọn **Find Attached**.

Những chi tiết nào được kết nối với chi tiết **Front\_Truss\_1** bằng các thực thể kết nối sẽ xuất hiện trên màn hình đồ họa.

#### Bước 5: tạo lưới (phần tử thành mỏng – shell) cho 2 chi tiết trên

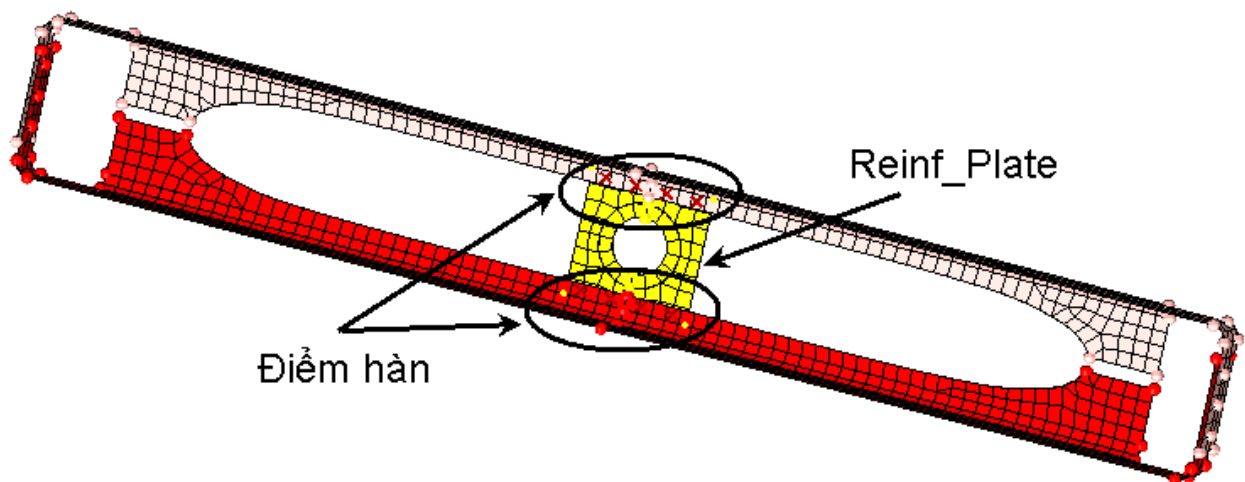
1. Nhấn **F12** để vào **automesh** panel.
2. Thiết lập các thông số như hình bên dưới




3. Chọn **surfs >> displayed**.
4. Nhấn **mesh** để tạo lưới.
5. Nhấn **return**.

#### Bước 6: hiển thị **assem\_2**

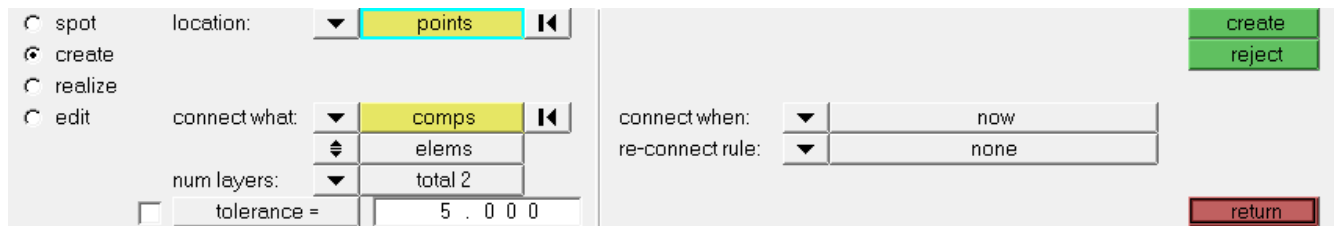
Hàn 2 chi tiết **Front\_Truss\_1** và **Front\_Truss\_2 (Front Truss)** với chi tiết **Reinforcement Plate (Reinf\_Plate)**.



1. Chọn thẻ **Model** hoặc chọn **View** menu >> **Model Browser**.
2. Chọn **Elements + Geometry** (  )
3. Nhấn chuột phải **assem\_2** và chọn **isolate**.

#### Bước 7: tạo thực thể liên kết giữa **Front truss** và **Reinf\_Plate**

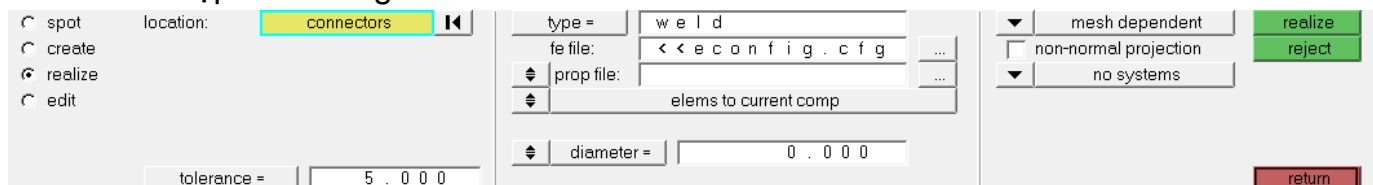
1. Trên thanh **status**, chọn **set current component** và chọn collector **Con\_Truss\_Plate**.
2. Chọn **connector**.
3. Trong cửa sổ **connector window**, nhấn chuột phải và chọn **create >> spot**.
4. Chọn **create** sub panel.
5. Hàng **location**, chọn **points**.
6. Chọn **points >> collector >> chọn Con\_Truss\_Plate**.
7. Nhấn **select**.
8. Hàng **connect what >> chọn components** và chọn:
  - **Front\_Truss\_1**
  - **Front\_Truss\_2**
  - **Reinf\_Plate**
9. Nhấn **select**.



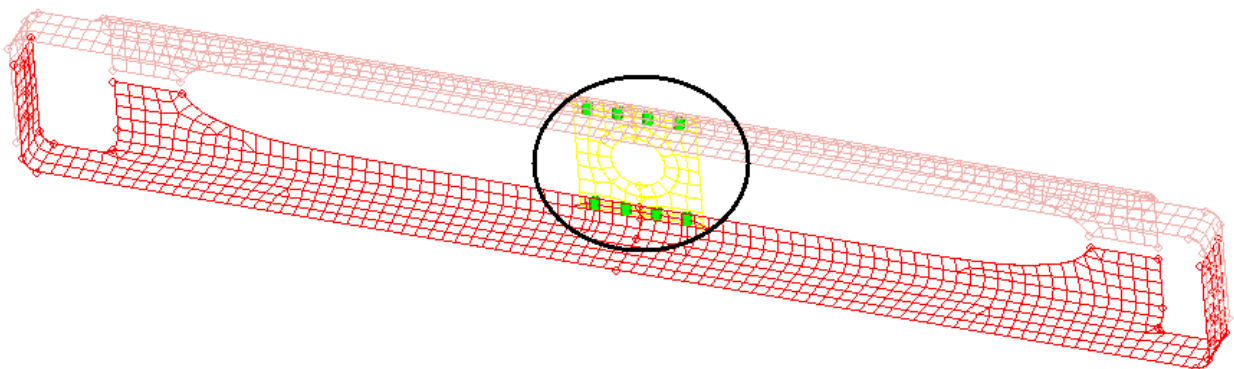
- Trong cửa sổ **connector window**, nhấn dấu **+** kế bên **undefined**, các connector vừa tạo có màu vàng (trạng thái **unrealized**), chứng tỏ việc tạo các connector này vẫn chưa được hoàn thành.

### Bước 8: hoàn thành việc tạo các connector ở bước trên thành các phần tử mỗi hàn


- Chọn **realize** sub-panel.
- Chọn **connectors >> displayed**.
- Thiết lập các thông số như hình bên dưới.



- Nhấn **realize** để chuyển các thực thể kết nối thành các phần tử mỗi hàn.
- Nhấn **return**.

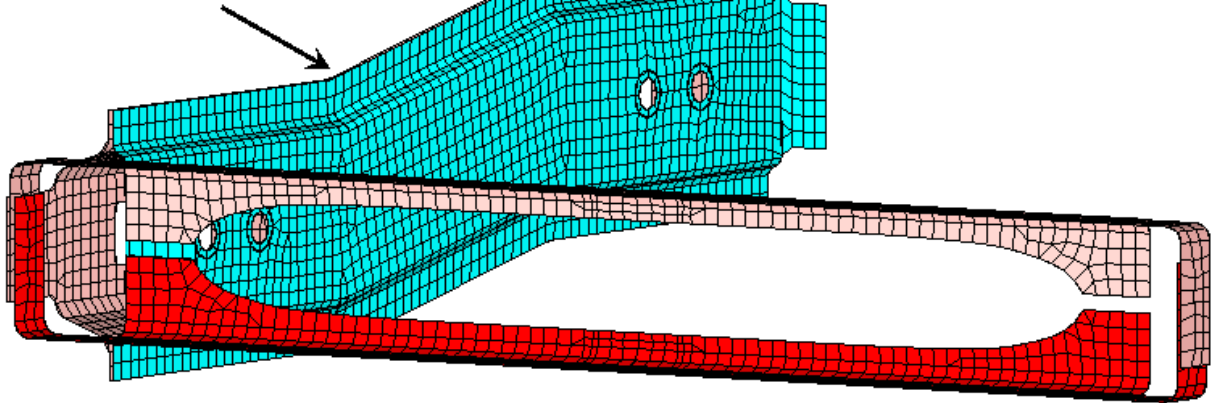


### Bước 9: hiển thị mô hình assem\_3

- Chọn thẻ **Model** hay chọn **View >> Model Browser**.
- Chọn **Elements + Geometry** (  )
- Nhấn chuột phải **assem\_3** và chọn **isolate**.


### Bước 10: tạo các connector bằng cách nhập từ Master Connectors File (MCF) để liên kết các chi tiết với nhau như hình dưới

2 rail phải  
(Right\_rail\_1 và Right\_Rail\_2)



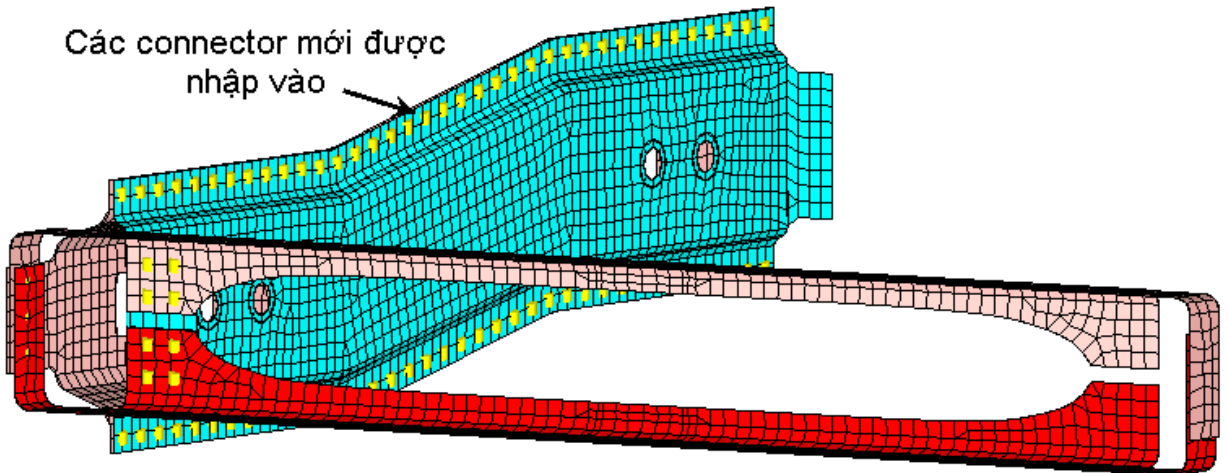
1. Từ **Pull Down** menu >> **File** >> **Import**.

Trên thanh công cụ **Standard**, chọn **Import** .

2. Trong ô **import type**, chọn **Connectors**.
3. Trong ô **file type**, chọn **Connectors**.
4. Nhấn **Open**  và chọn file **rails\_frt\_truss.mwf**.
5. Nhấn **Import**.

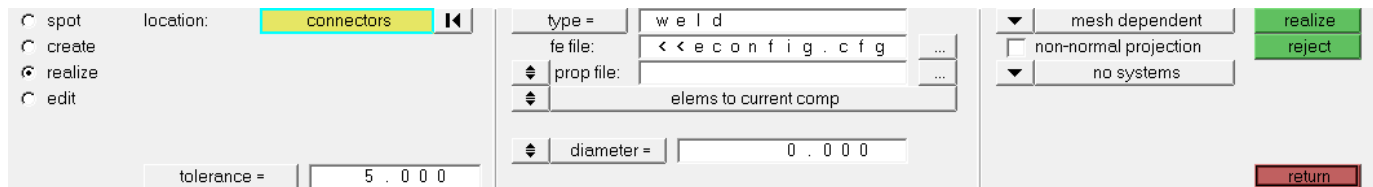
Trên màn hình đồ họa xuất hiện các connector mới được nhập vào, và các connector này được chứa đựng trong layer **CE\_Locations**.

Các connector mới được  
nhập vào



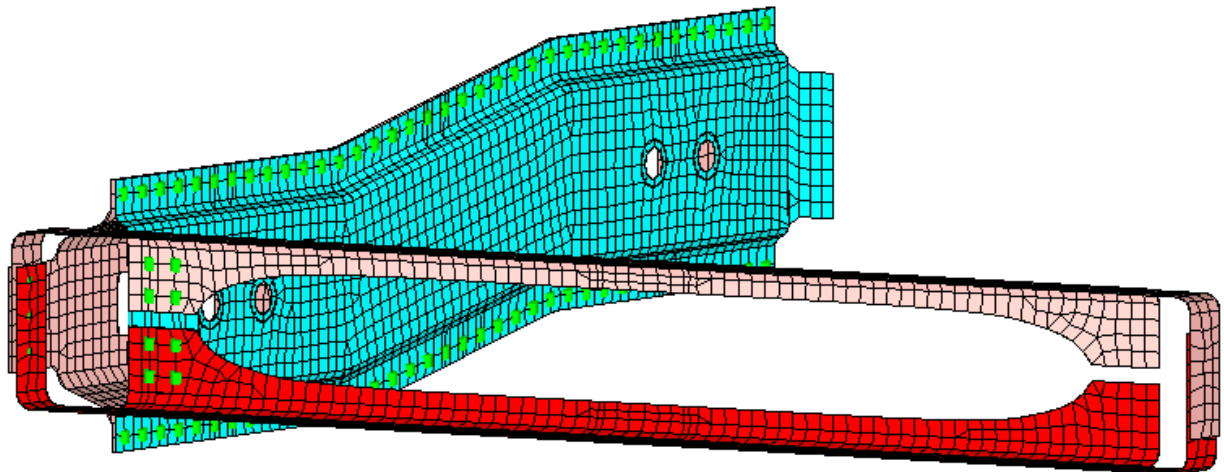
### Bước 11: hoàn thành việc tạo các connector ở trên thành các phần tử mỗi hàn

1. Chọn **CE\_Locations** làm lớp làm việc.
2. Trong cửa sổ **connector window**, nhấn phải chuột chọn **create >> spot**.
3. Chọn **realize** sub-panel.
4. Chọn **connectors >> displayed**.
5. Thiết lập các thông số như hình bên dưới

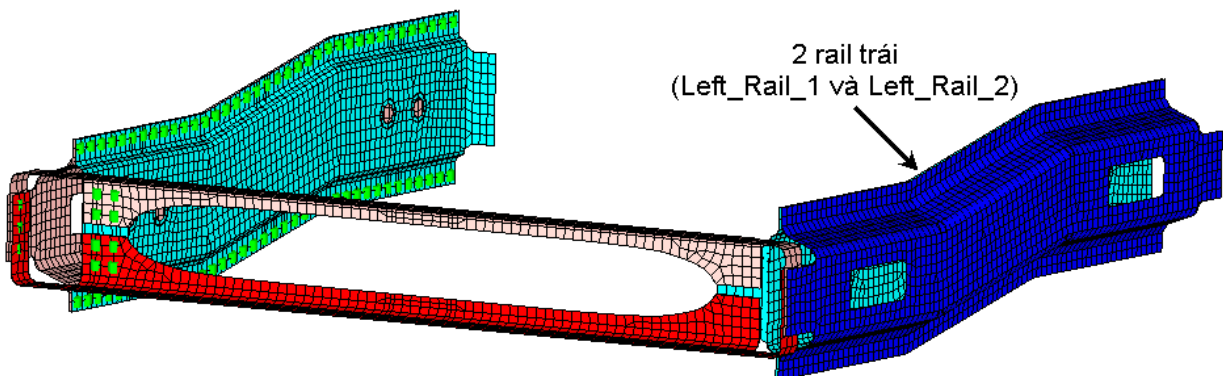


6. Nhấn **realize** để chuyển các connector được chọn thành các phần tử mỗi hàn.

7. Nhấn **return**.



## Bước 12: hiển thị mô hình assem\_4



## Bước 13: tạo một lớp mới (component)

1. Chọn **component collectors**

a. Từ thanh **collectors >> Component**

b. Từ **pull down menu >> Collectors >> Create >> Component**.

2. Thiết lập như hình bên dưới

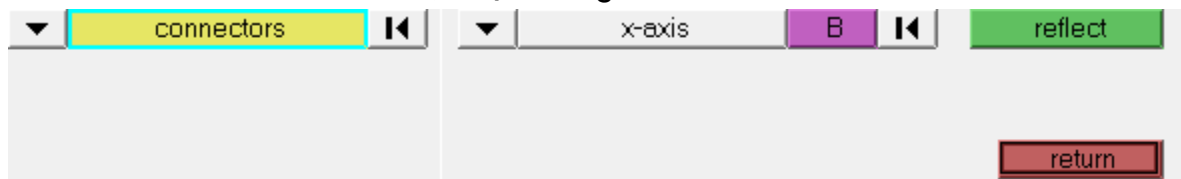


## Bước 14: tạo các connector bằng cách phản chiếu từ các connector có sẵn

1. Chọn **reflect** panel theo cách sau:

- Từ **pull down menu >> Connectors >> Reflect >> Connectors**.

- Từ menu chính, chọn trang **Tool >> reflect**.



2. Chọn **connectors >> by collector >> CE\_locations >> select**.

3. Chọn **connectors >> duplicate >> current comp**.

Đây là các bước để chọn các connector có sẵn và sau đó sao chép chúng Vào trong lớp đang làm việc.

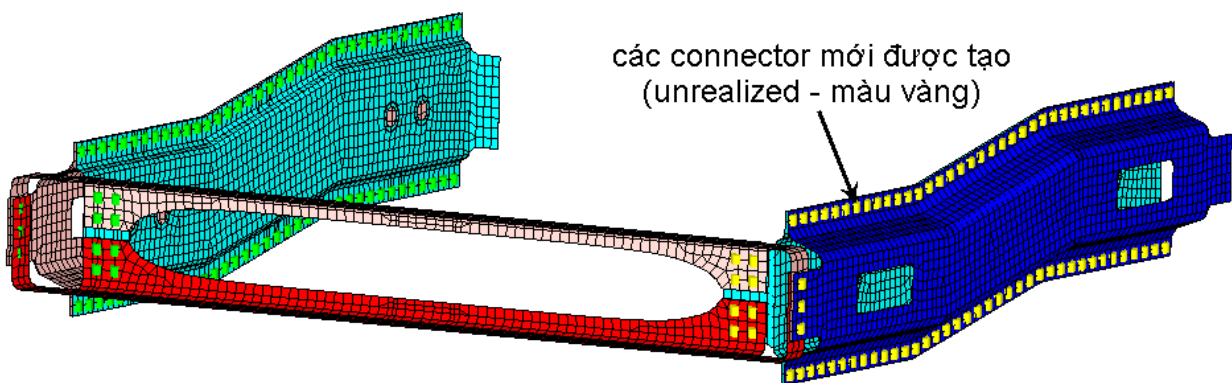
4. Chọn **x-axis** (thiết lập mặt phẳng để phản chiếu các connector mới được sao chép – mặt phẳng vuông góc với trục x).

5. Nhấn **B** 2 lần để xác định vị trí của mặt phẳng.

6. Nhập giá trị 0 cho các giá trị x,y,z.

7. Nhấn **return** để trở lại **reflect** panel.

8. Nhấn **reflect** để phản chiếu các connector (các connector mới tạo ở trạng thái unrealized – màu vàng)



### Bước 15: tạo liên kết (Link) giữa các connector và các chi tiết rail trái

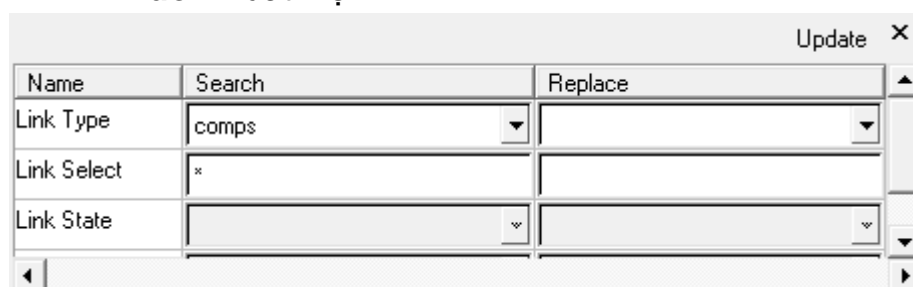
1. Chọn **connector browser**.

2. Mở rộng folder **RBAR** trong cửa sổ **connector window**.

3. Nhấn **State** để sắp xếp theo trạng thái của các connector.

4. Chọn tất cả các connector màu vàng (unrealized).

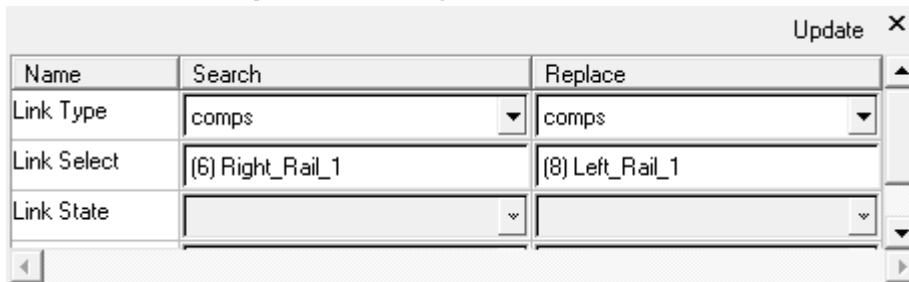
5. Nhấn chuột phải vào cột **Entities**, chọn **Update Link**. Cửa sổ **update window** xuất hiện.



6. Ở hàng **link type**, chọn **comps** cho cột **Search**.

7. Chọn ô trống hàng **Link Type**, cột **Search**. Xuất hiện **component selector** ở góc phải bên dưới màn hình.

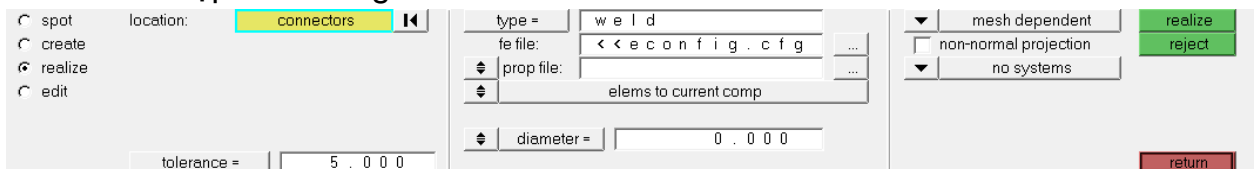
8. Chọn **component >> Right\_Rail\_1**.
9. Chọn **proceed**
10. ở hàng **link type**, chọn **comps** cho cột **Replace**.
11. Chọn ô trống hàng **Link Type**, cột **Replace**. Xuất hiện **component selector** ở góc phải bên dưới màn hình.
12. Chọn **component >> Left\_Rail\_1**.
13. Chọn **proceed**.
14. Nhấn **Update** để cập nhật liên kết mới.



15. Lặp lại bước 6 đến bước 14, chọn **Right\_rail\_2** cho cột **Search** và **Left\_Rail\_2** cho cột **Repalce**.
16. Nhấn nút **X** để đóng cửa sổ **Update**.

**Bước 16: hoàn thành việc tạo các connector ở trên thành các phần tử mỗi hàn**

1. Chọn **spot : realizeb** sub-panel.
2. Chọn **connectors >> by collector >> CE\_Locations\_Dup >> select**.
3. Thiết lập các thông số như hình bên dưới



## Ví dụ 2: tạo liên kết theo vùng (kiểu dán dính)


**Bước 1: quan sát mô hình**

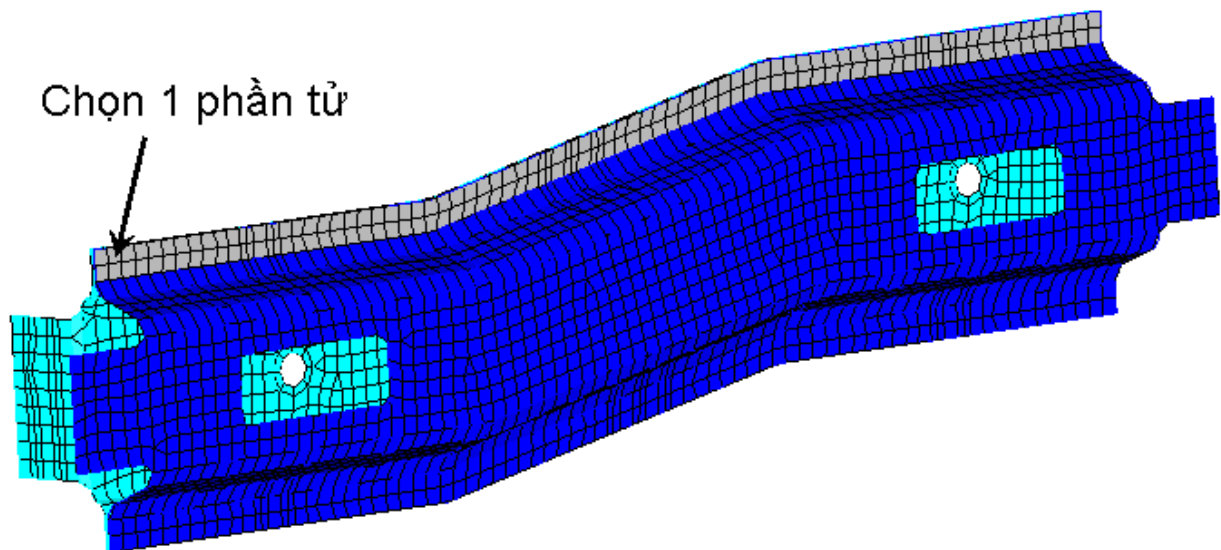
1. Mở file **frame\_assembly1.hm**.
2. Chọn **Preferences** menu >> **user profiles**.
3. Chọn **Radioss >> bulk data**.
4. Chọn **OK**.

**Bước 2: tạo liên kết dán dính giữa 2 chi tiết Left\_Rail\_1 và Left\_Rail\_2**

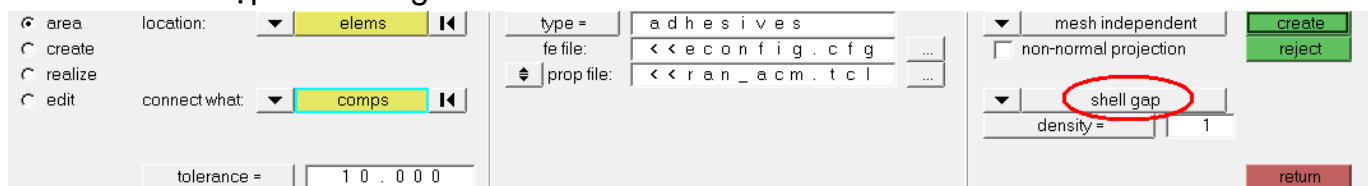
1. Chỉ hiển thị 2 chi tiết Left\_Rail\_1 và Left\_Rail\_2 trên màn hình đồ họa.
2. Tạo ra 1 lớp mới và đặt tên là **Left\_Rail\_Adhesive**, chọn lớp mới tạo làm lớp làm việc.



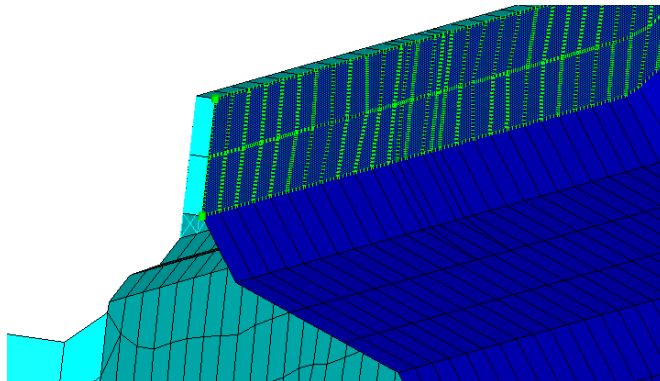
3. Chọn **area** panel bằng cách:
  - Nhấp phải chuột vào vùng **connector window** và chọn **Create >> area**.
  - Từ menu chính, chọn trang **1D >> connectors >> area**.
  - Chọn biểu tượng  ở bên dưới **connector browser**.
4. Hàng **location**, chọn **elems**.
5. Chọn 1 phần tử trên chi tiết **Left\_Rail\_1**.
6. Chọn **elems >> by face** (tất cả các phần tử nằm trên cùng 1 mặt đều được chọn).



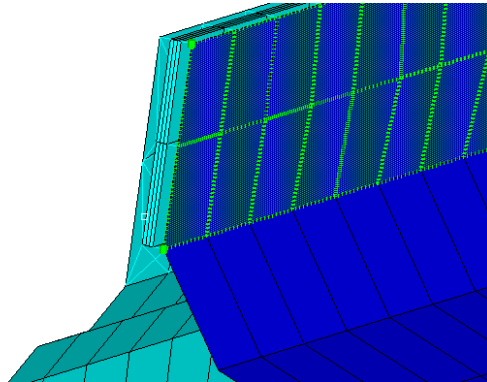
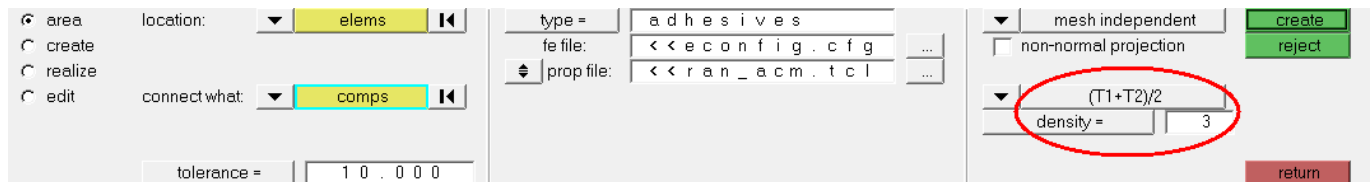
7. Hàng **connect what**, chọn **comps**, sau đó chọn **Left\_Rail\_1** & **Left\_Rail\_2**, nhấn **select**.
8. Thiết lập các thông số như hình bên dưới



9. Nhấn **create**.
10. Quan sát phần tử vừa được tạo, nhấn **reject** để hủy bỏ kết quả.



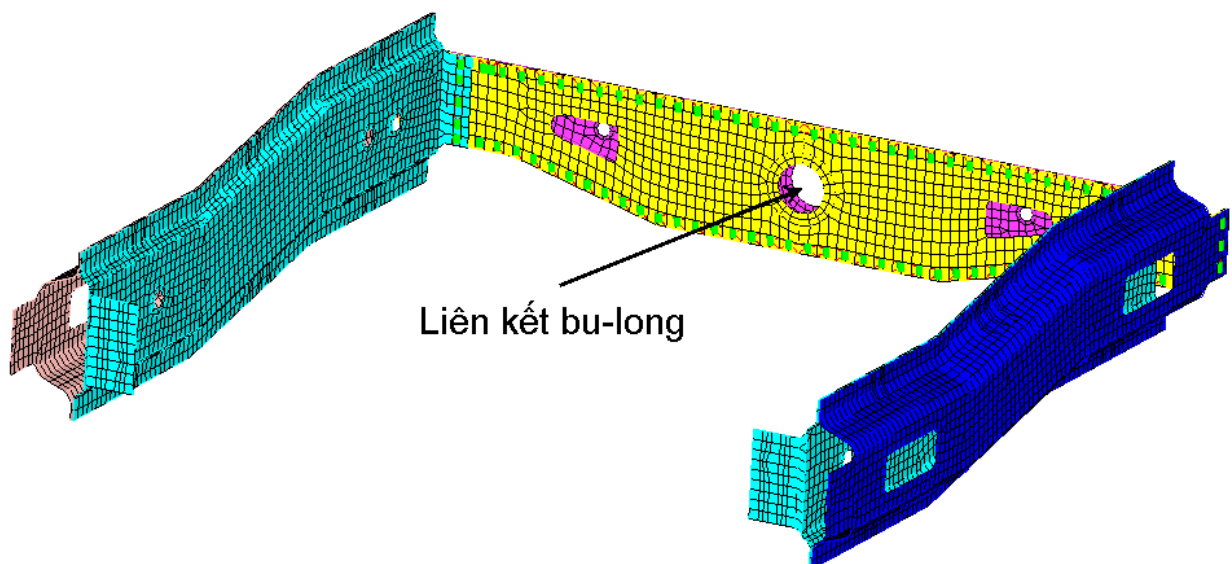
11. Thay đổi 1 vài thông số để tạo phần tử dán dính khác



### Ví dụ 3: tạo liên kết bulong (Bolt)

#### Bước 1: quan sát mô hình

1. Mở file **frame\_assembly2.hm**.
2. Chọn **Preferences** menu >> **user profiles**.
3. Chọn **RadioSS** >> **bulk data**.
4. Chọn **OK**.




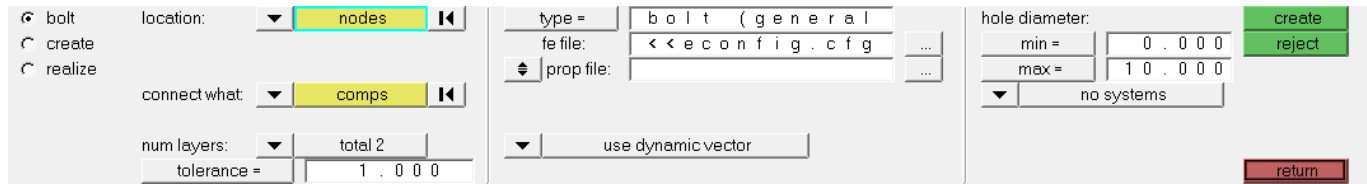
#### Bước 2: hiển thị lớp **assem\_5**

1. Ở thẻ **Model**, chọn **Assembly Hierarchy**, nhấn phải chuột trên **assem\_5** và chọn **isolate**.
2. Chọn **Con\_Rear\_Truss** làm lớp làm việc.

#### Bước 3: tạo liên kết bu-long

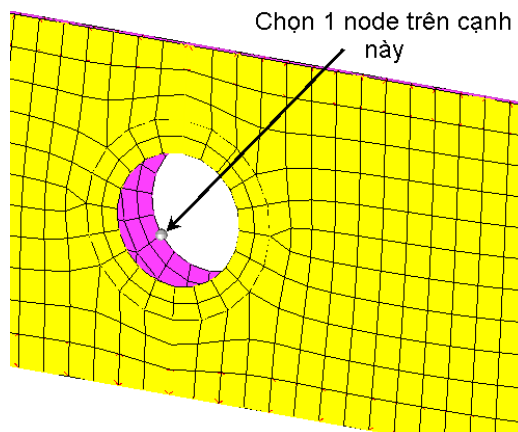
1. Vào **bolt** panel bằng các cách sau:

- Nhấp chuột phải trong vùng **connector window**, chọn **Create >> bolt**.
- Từ menu chính, chọn trang **1D >> connectors >> bolt**.
- Chọn biểu tượng .



Cửa sổ để tạo liên kết bu-long

2. Hàng **location**, chọn **nodes** và chọn 1 node trên cạnh lỗ của chi tiết **Rear\_Truss\_1**.



3. Chọn **comps** và chọn **Rear\_Truss\_1** và **Rear\_Truss\_2**.
4. Nhập giá trị 50 vào ô **tolerance =**.
5. Chọn **bolt** (general) cho ô **type =**.
6. Nhập giá trị 60 cho ô **max=**.
7. Nhấn **create**.
8. Nhấn **return**.

