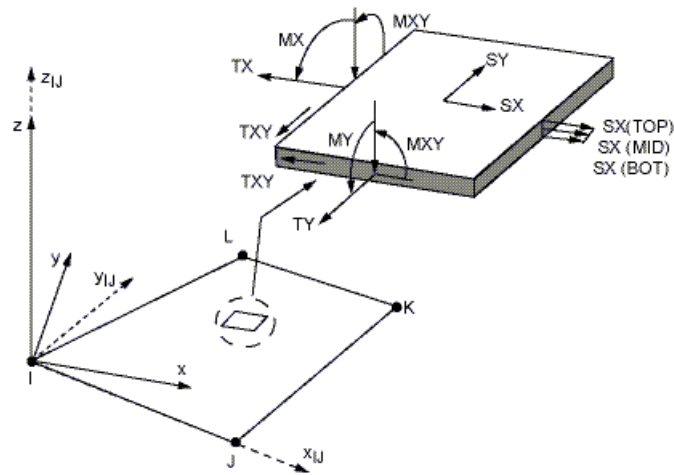


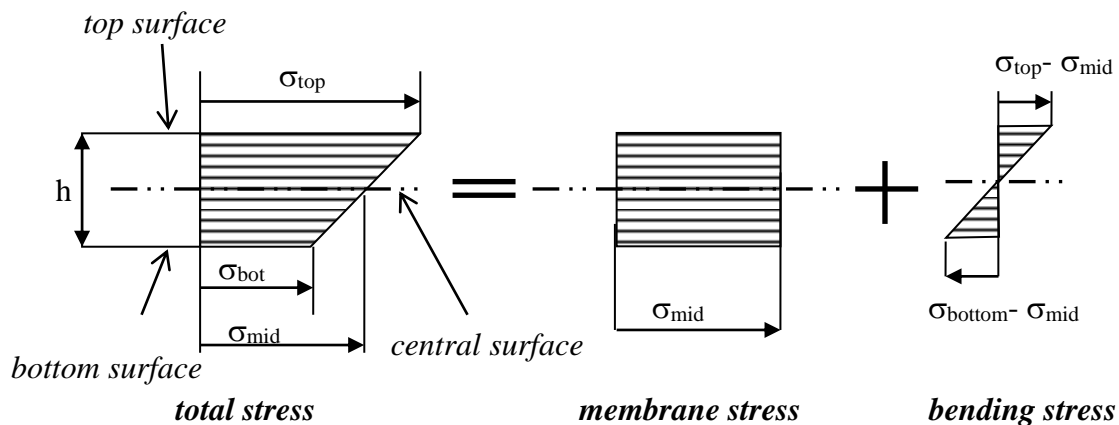
ZASTOSOWANIE ELEMENTÓW POWŁOKOWYCH ZGINANA PŁYTA I BELKA CIENKOŚCIENNA.

1. Wprowadzenie

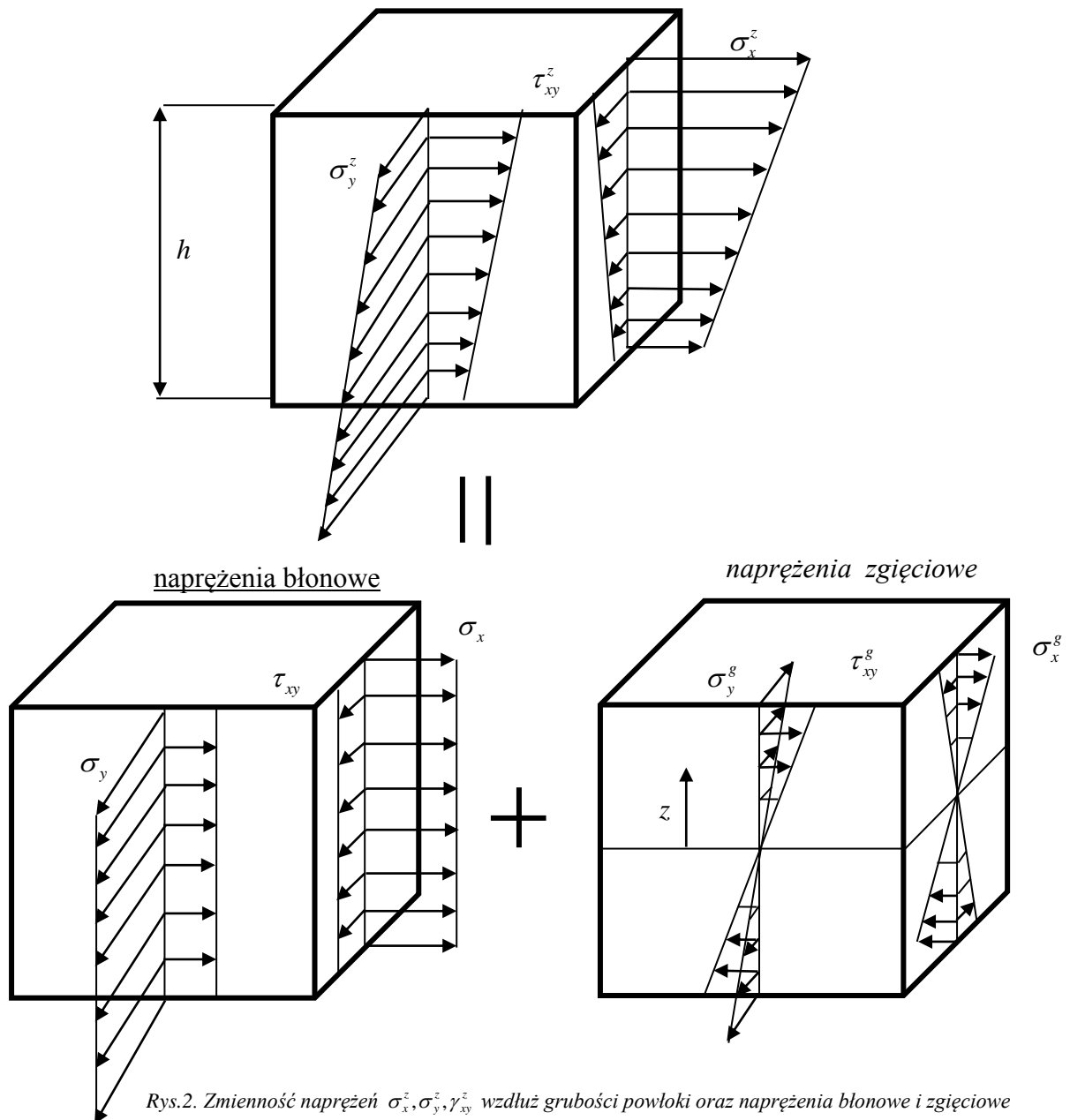
Elementy powłokowe są elementami płata powierzchniowego w przestrzeni i są definiowane za pomocą ich warstwy środkowej i parametrów określających grubość. Stan naprężeń w elemencie uwzględnia pracę błonową (Membrane) i zgięciową (Bending). Każda warstwa po grubości elementu pracuje w płaskim stanie naprężenia. Rozkład naprężeń normalnych i tnących wzdłuż grubości elementu jest liniowy (patrz rysunek). Elementy można stosować do modelowania konstrukcji cienkościennych (zbiorników i płyt) a także prętów cienkościennych. W każdym węźle jest sześć stopni swobody: trzy przemieszczenia liniowe i trzy kąty obrotu.



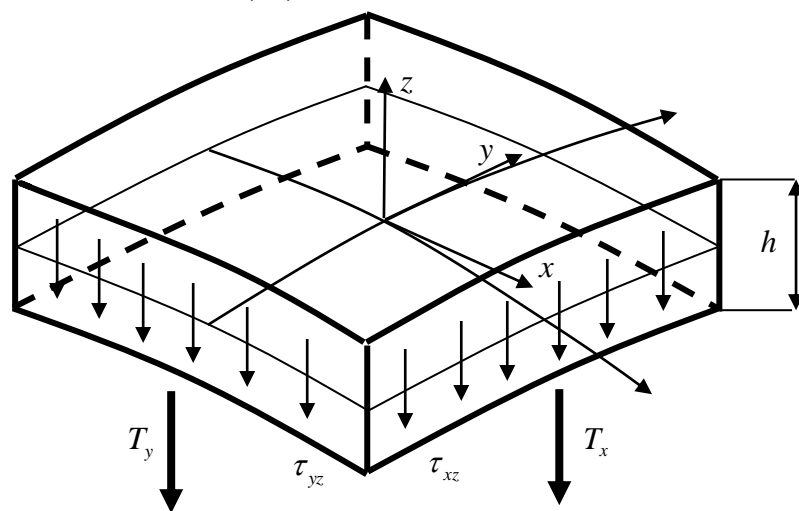
SHELL Element Stress Output



Rys.1. The membrane and bending stress components in the shell



Rys.2. Zmienność naprężeń $\sigma_x^z, \sigma_y^z, \tau_{xy}^z$ wzdłuż grubości powłoki oraz naprężenia błonowe i zgięciowe



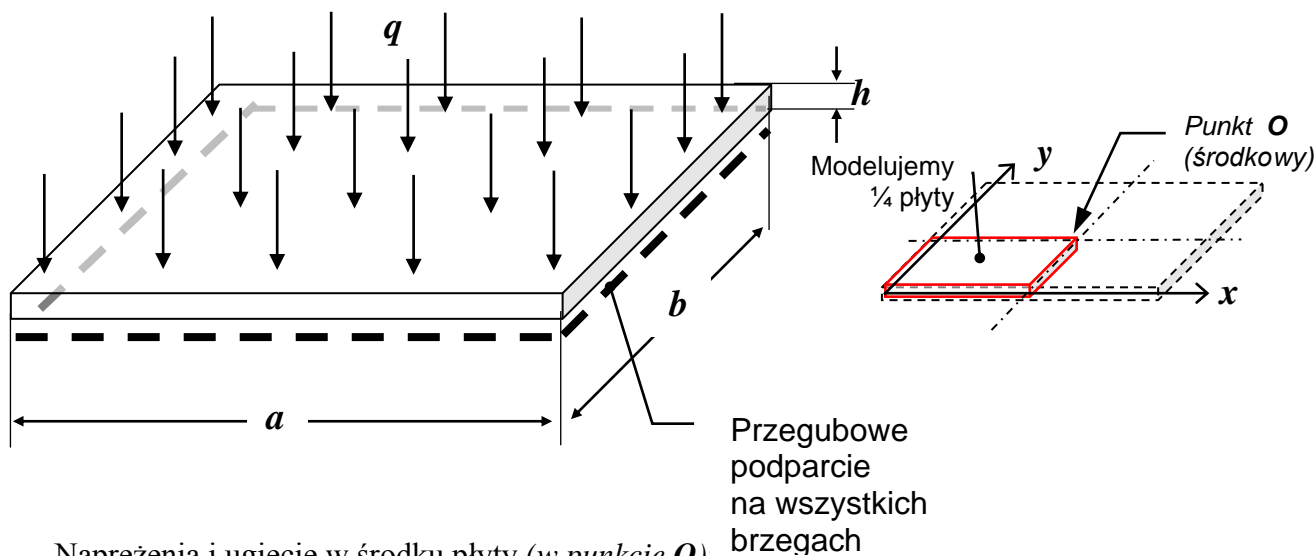
Rys.3. Naprężenia tnące i siły tnące w elemencie powłoki

2. Rozwiązywane zagadnienia

2.1. Zginanie płyty prostokątnej

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie ugięcia i stanu naprężenia w prostokątnej płycie podpartej przegubowo wzdłuż wszystkich brzegów i obciążonej stałym wydatkiem powierzchniowym q .

Dane: $q=0.1\text{MPa}$, $a=200\text{ mm}$, $b=300\text{ mm}$, $h=4\text{ mm}$, $E=2\cdot 10^5\text{ MPa}$, $\nu=0.3$



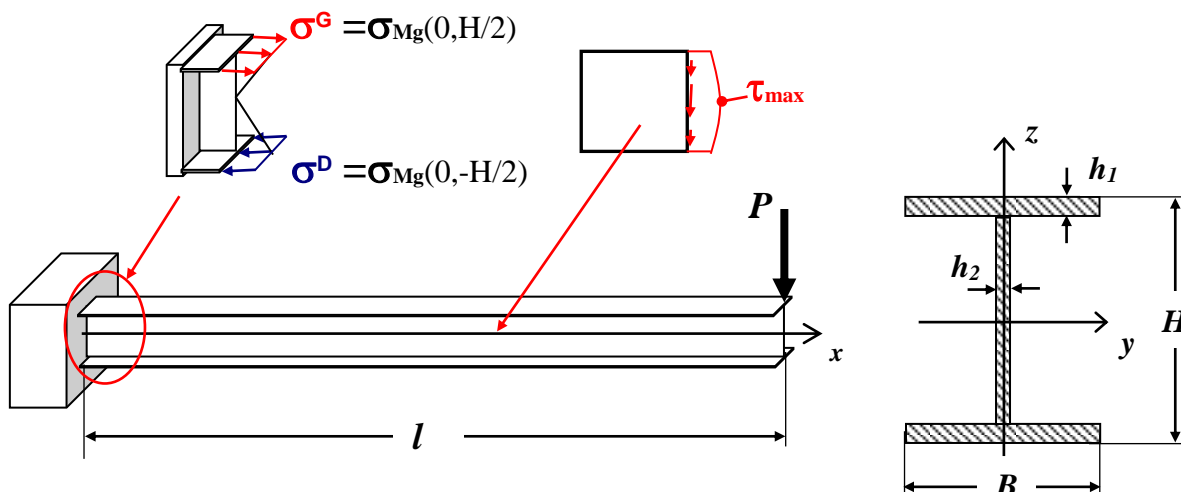
Naprężenia i ugięcie w środku płyty (w punkcie O)

$$\sigma_x = 0.0812 \cdot \frac{6qa^2}{h^2}, \quad \sigma_y = 0.0498 \cdot \frac{6qa^2}{h^2}, \quad f = 0.00782 \cdot \frac{12qa^4(1-\nu^2)}{Eh^3}$$

2.2. Zginanie belki cienkościennej

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie ugięcia i stanu naprężenia w cienkościennej belce wspornikowej o przekroju dwuteowym i obciążonej siłą na swobodnym końcu.

Dane: $P=10\text{ kN}$, $l=5\text{ m}$, $B=100\text{ mm}$, $H=240\text{ mm}$, $h_1=13\text{ mm}$, $h_2=9\text{ mm}$, $E=2\cdot 10^5\text{ MPa}$, $\nu=0.3$



$$\sigma(x, z) = \frac{-Mg(x) \cdot z}{J_y}, \quad \text{gdzie: } Mg(x) = P \cdot (x-l), \quad J_y = \frac{B \cdot H^3}{12} - \frac{(B-h_2) \cdot (H-2 \cdot h_1)^3}{12}$$

$$\tau_{\max} \cong \frac{P}{(H-2h_1) \cdot h_2} \quad f_{\max} = \frac{P \cdot l^3}{3EJ_y}$$

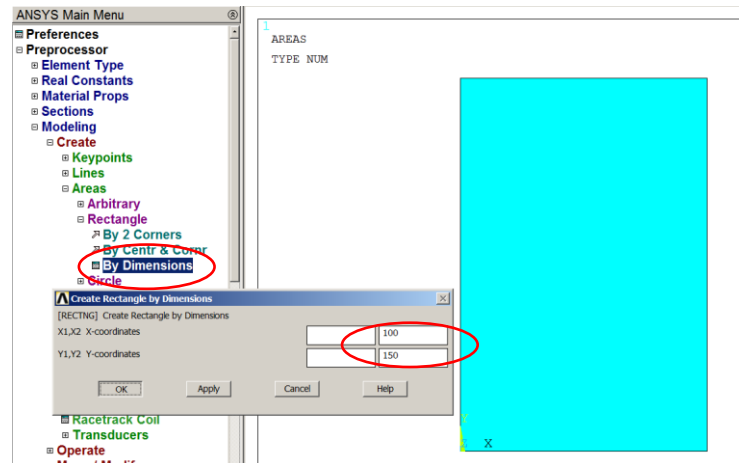
3. Typowy przebieg analizy numerycznej

Biorąc pod uwagę potrójną symetrię zadania do obliczeń można przyjąć jedynie $\frac{1}{4}$ analizowanej płyty. Wygodnymi jednostkami są: *mm, N, MPa*.

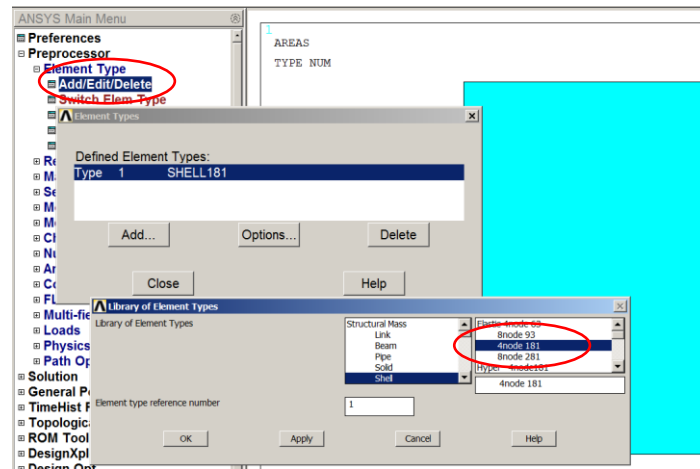
3.1. Zginanie płyty

3.1.1 Preprocessor

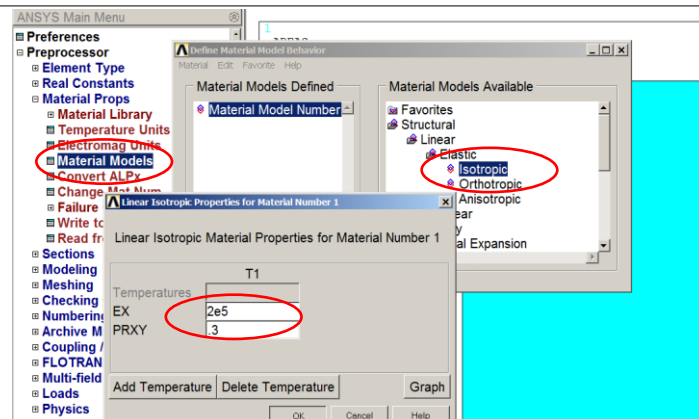
1. Utworzenie prostokąta: **Preprocessor**>**Create**>**Rectangle**> **By Dimensions**



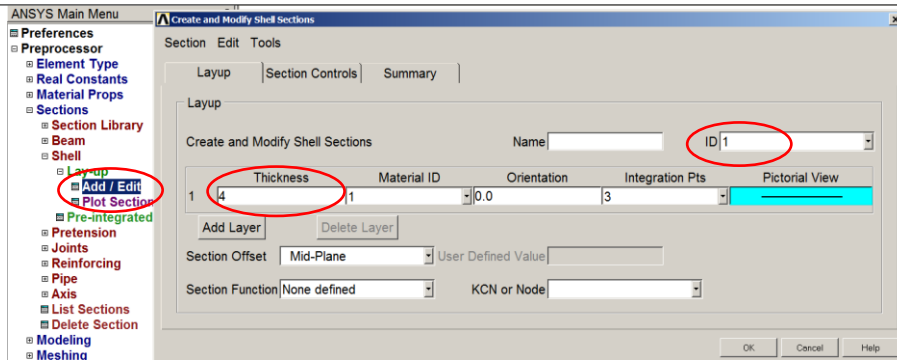
2. Wybranie typu elementu: **Preprocessor**>**Element Type**>**Add**> **SHELL181**



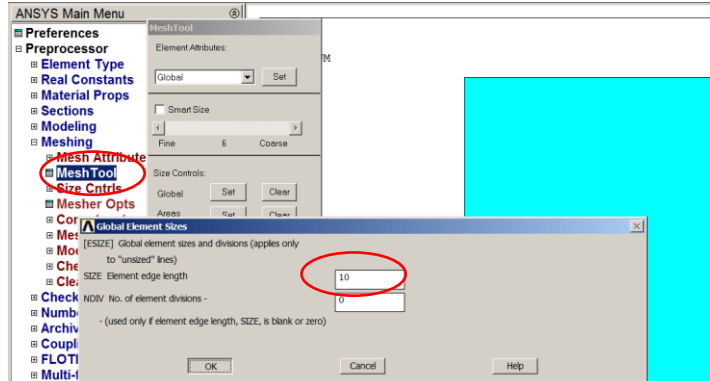
3. Wprowadzenie danych materiałowych: **Preprocessor**>**Material Props**>**Material Models**: *Structural/Linear/Elastic/Isotropic: EX=2e5MPa, PRXY=0.3*



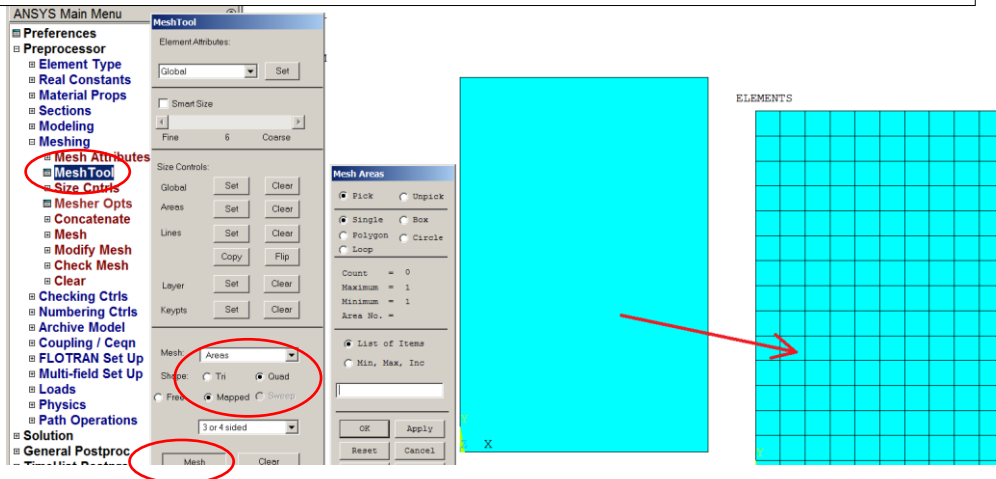
4. Zdefiniowanie grubości elementu: **Preprocessor**>Section>Shell> Lay-up>Add/Edit



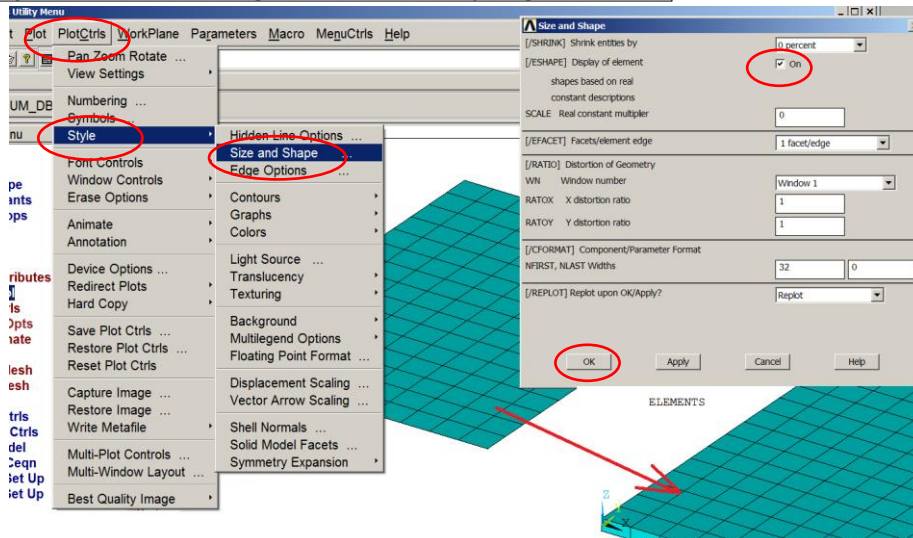
5. Określenie parametrów starowania siatką: **Preprocessor**>Meshing>Mesh Tool>SizeCtrl>Global



6. Generacja siatki: **Preprocessor**>Meshing>Mesh Tool>Mesh>Areas (Quad)



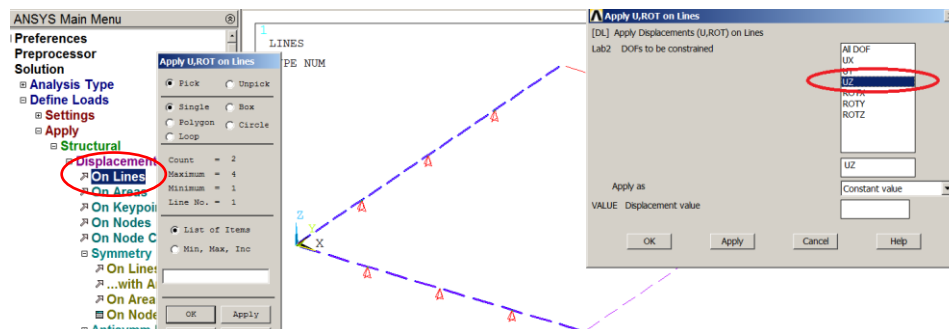
8. Prezentacja elementów z uwzględnieniem zadanych grubości



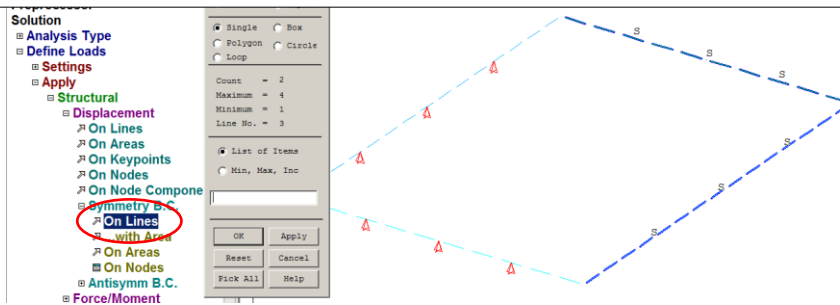
3.1.2. Solution

Wprowadź warunki brzegowe:

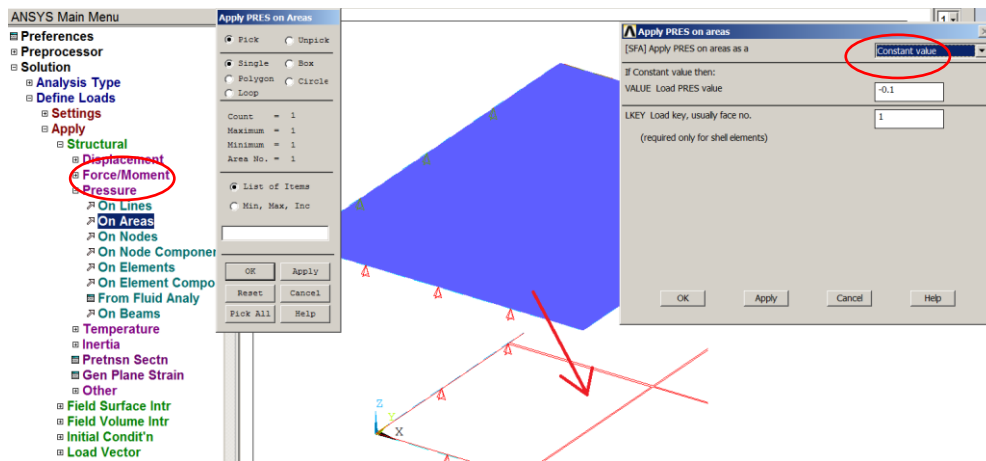
9. Zadanie podparcia na brzegu: **Solution**>Define Loads>Apply>Structural>Dispalcements>On Lines



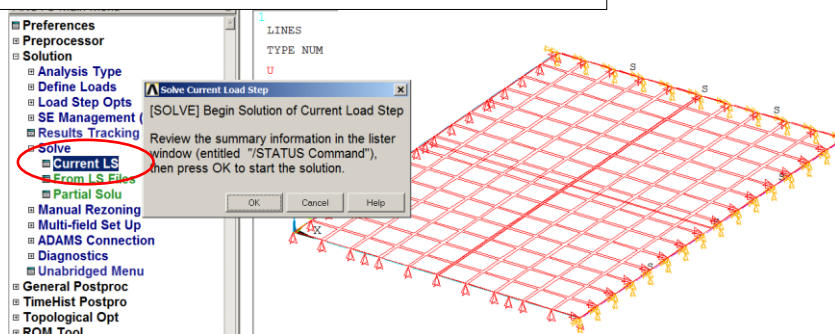
10. Zadanie warunku symetrii na liniach: **Solution**>Define Loads>Apply>Structural >Dispalcements>Symmetry B.C.>On Lines



11. Zadanie obciążenia powierzchniowego: **Solution**>Define Loads>Apply>Structural>Pressure>On Areas



12. Rozwiązanie zadania: **Solution**>Solve> Current LS

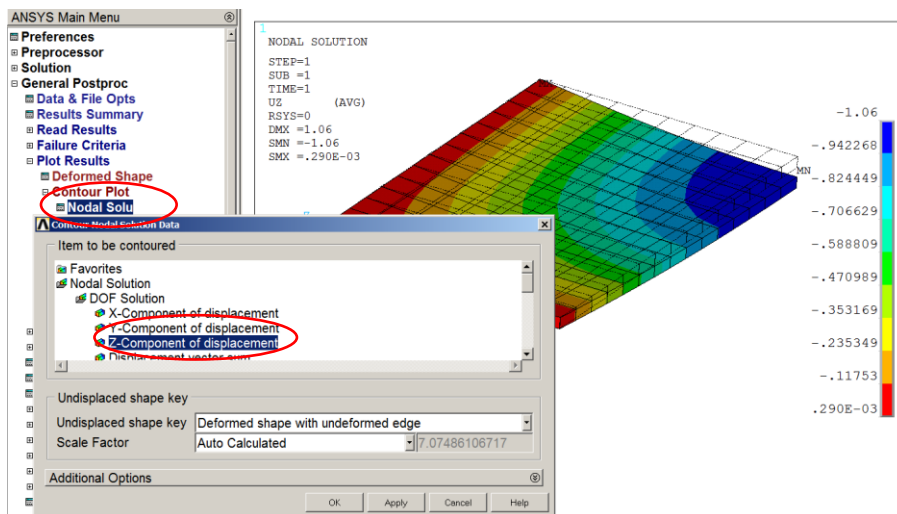


3.1.3. General postprocessor

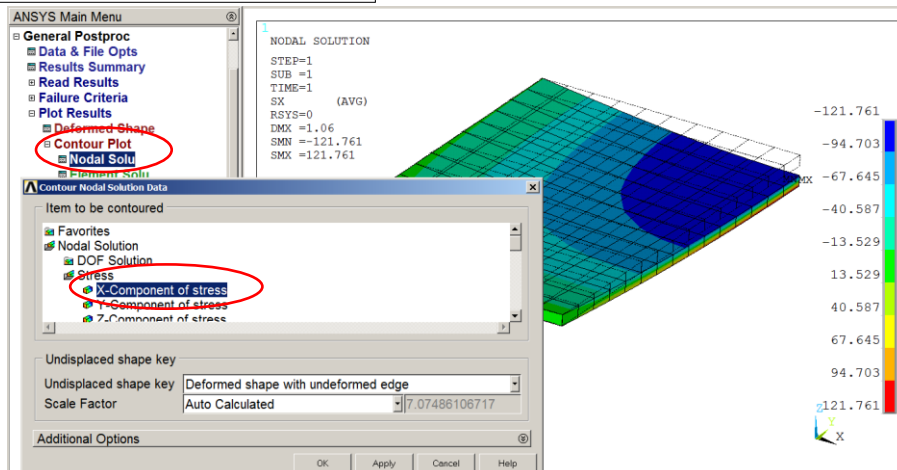
Prezentacja wyników w postaci map warstwicznych:

Pokaż mapy przemieszczeń normalnych do powierzchni płyty (UZ), naprężeń od zginania: składowych stanu naprężenia (SX, SY)

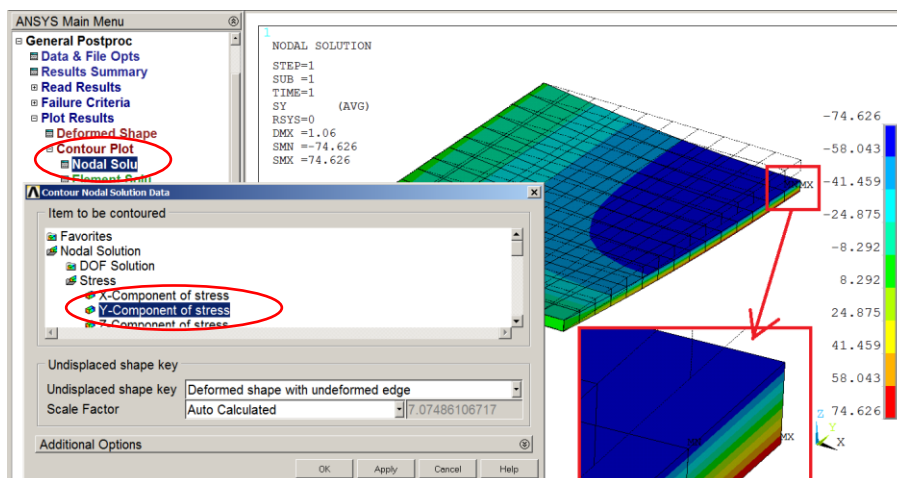
13. Rysowanie przemieszczeń UZ



14. Rysowanie składowej SX naprężenia



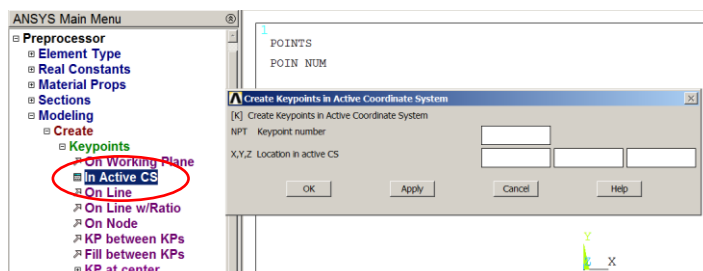
15. Rysowanie składowej SY naprężenia



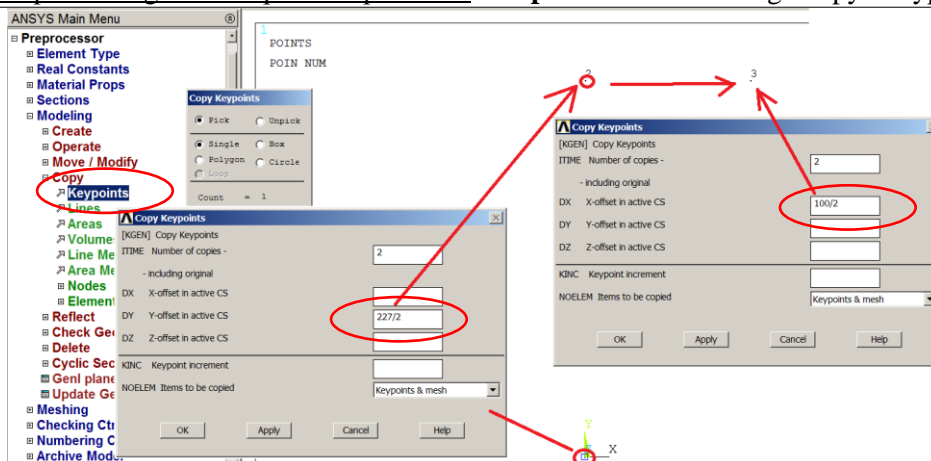
3.2. Zginanie belki dwuteowej

3.2.1 Preprocessor

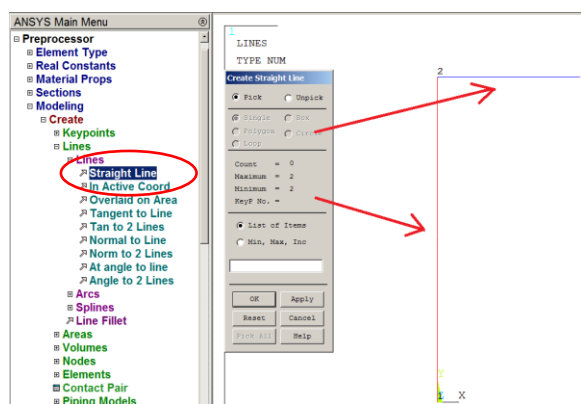
1. Utworzenie punktu geometrii w środku układu (0,0,0): **Preprocessor**>**Create**>**Keypoint**>**In Active CS**



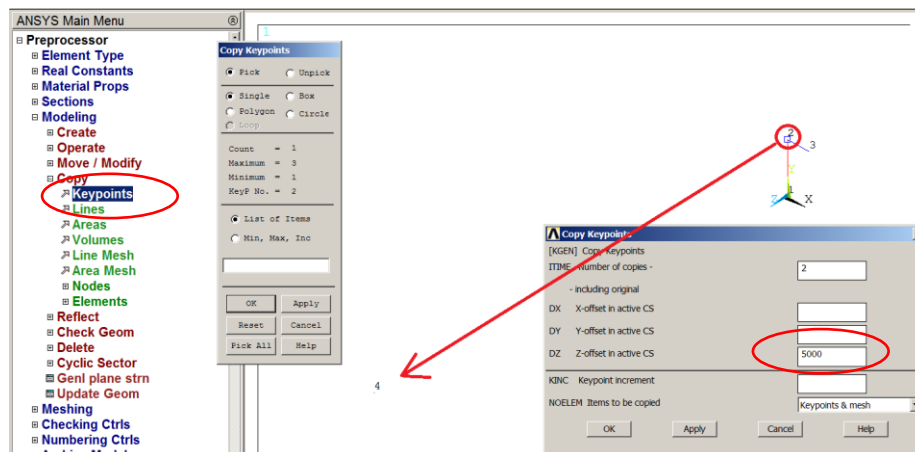
2. Utworzenie punktów geometrii przez kopiowanie: **Preprocessor**>**Modeling**>**Copy**>**Keypoint**



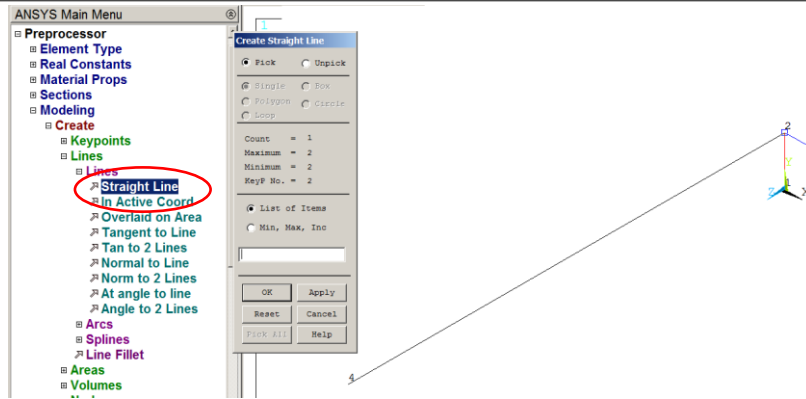
3. Utworzenie linii przez wskazanie punktów geometrii: **Preprocessor**>**Modeling**>**Create**>**Lines**>**Stright Line**



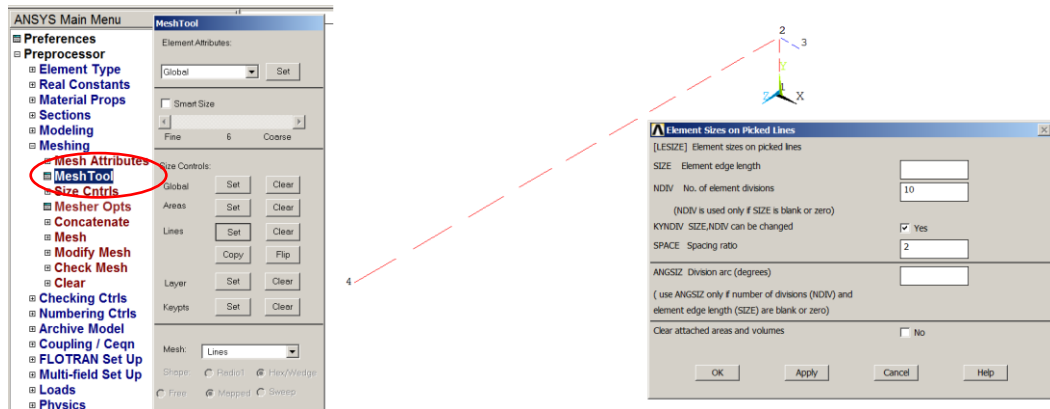
4. Utworzenie punktu geometrii przez kopiowanie: **Preprocessor**>**Modeling**>**Copy**>**Keypoint**



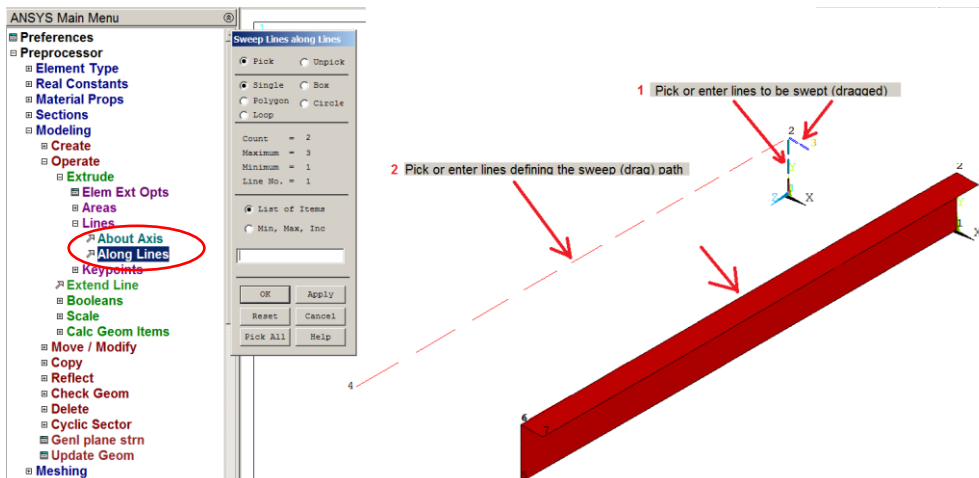
5. Utworzenie linii przez wskazanie punktów geometrii: **Preprocessor**>Modeling>Create>Lines> Straight Line



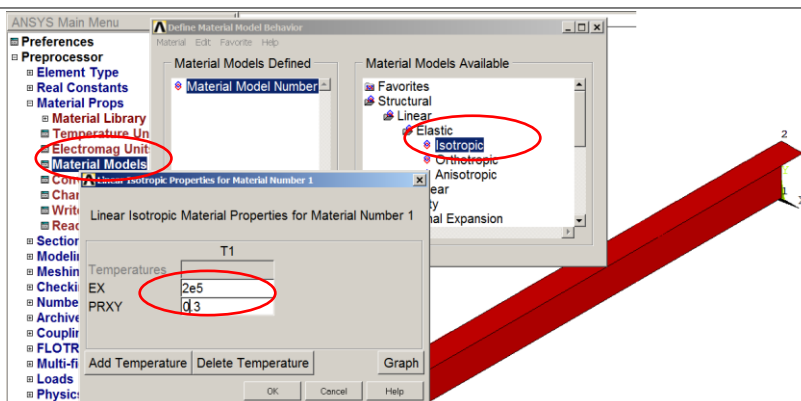
6. Określenie parametrów starowania siatką: **Preprocessor**>Meshing>Mesh Tool>SizeCtrl>Lines



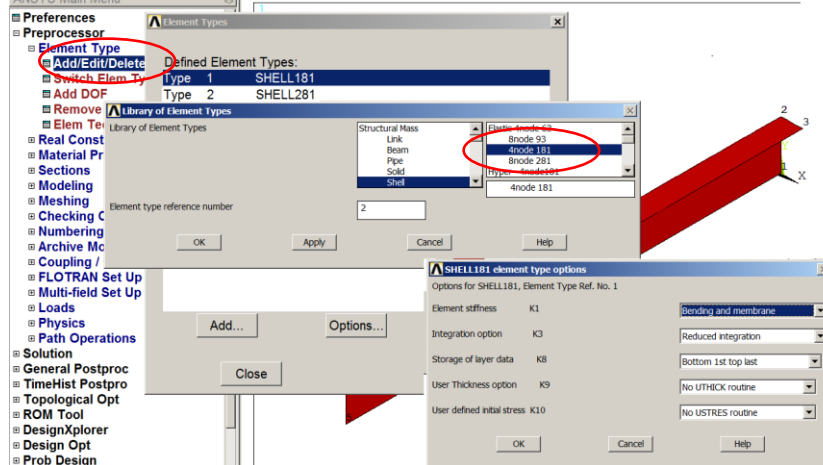
7. Przekątnięcie linii wzdłuż linii: **Preprocessor**>Modeling>Operate>Extrude>Lines>Along Lines



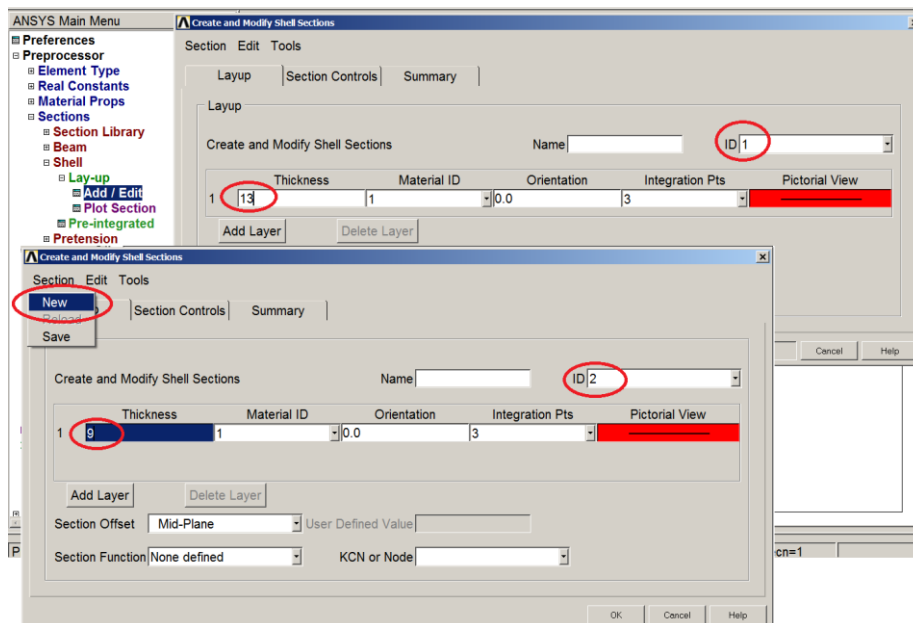
8. Wprowadzenie danych materiałowych: **Preprocessor**>Material Props>Material Models:
Structural/Linear/Elastic/Isotropic: $EX=2e5MPa$, $PRXY=0.3$



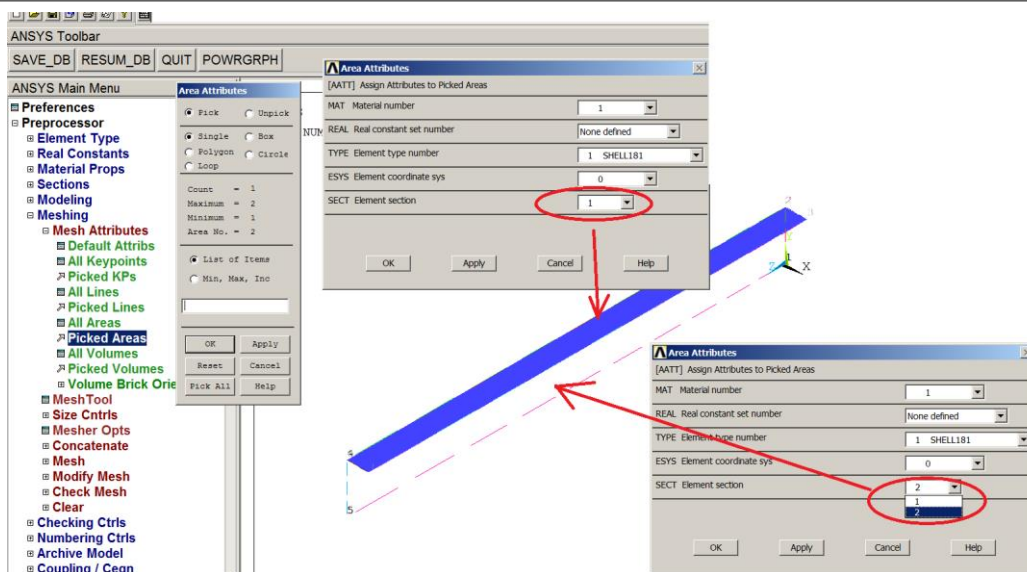
9. Wybranie typu elementu: Preprocessor>Element Type>Add> (SHELL181 i SHELL281)



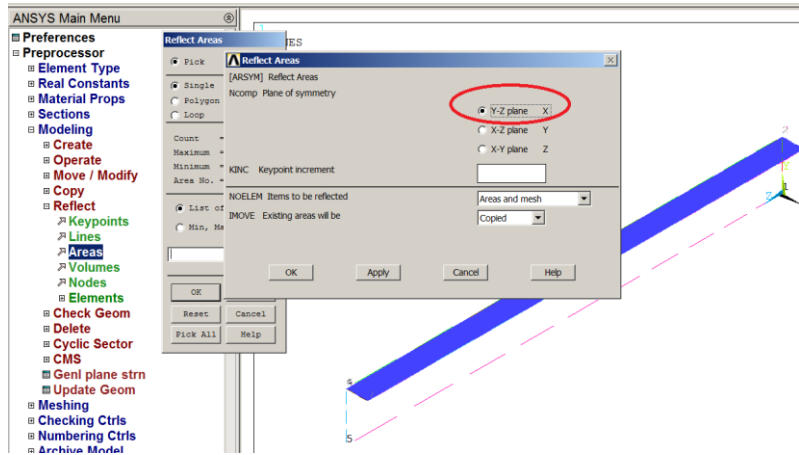
10. Zdefiniowanie zestawów grubości elementów: Preprocessor>Section>Shell> Lay-up>Add/Edit



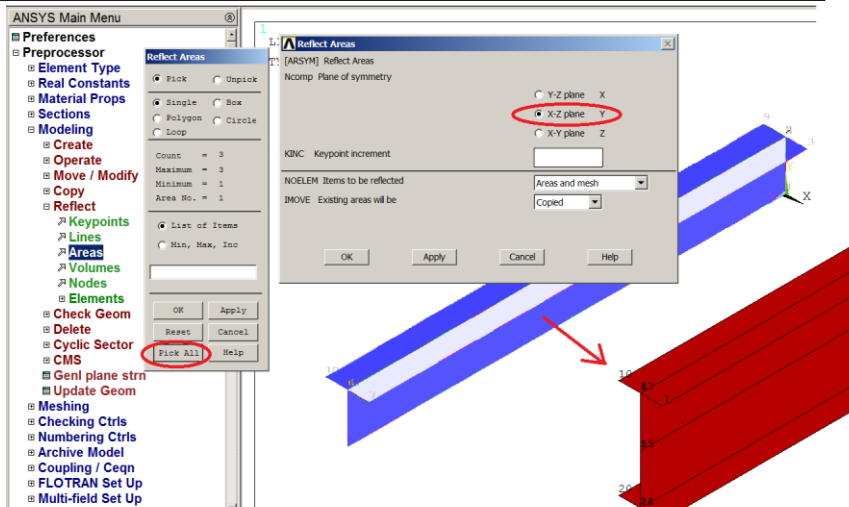
11. Przypisanie atrybutów polom: Preprocessor>Meshing>Mesh Attributes> Picked Areas



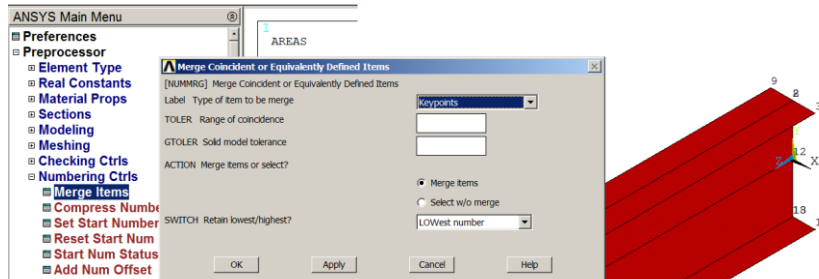
12. Utworzenie pól przez odbicie: Preprocessor>Modeling>Reflect>Areas



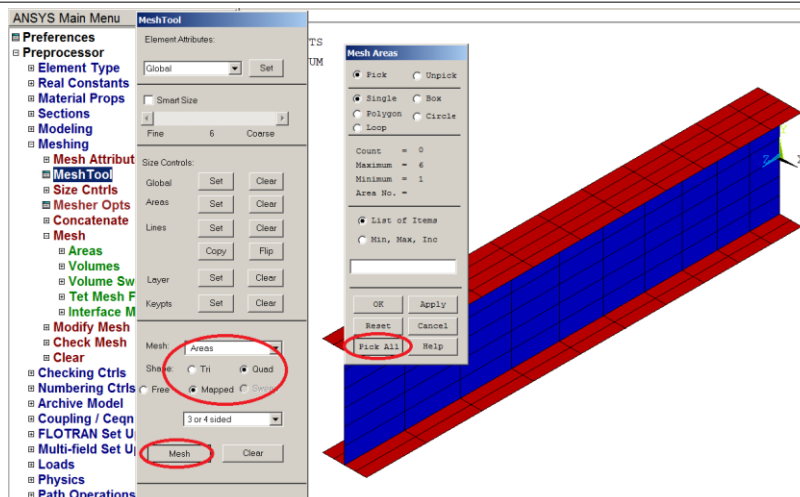
13. Utworzenie pól przez odbicie: Preprocessor>Modeling>Reflect>Areas



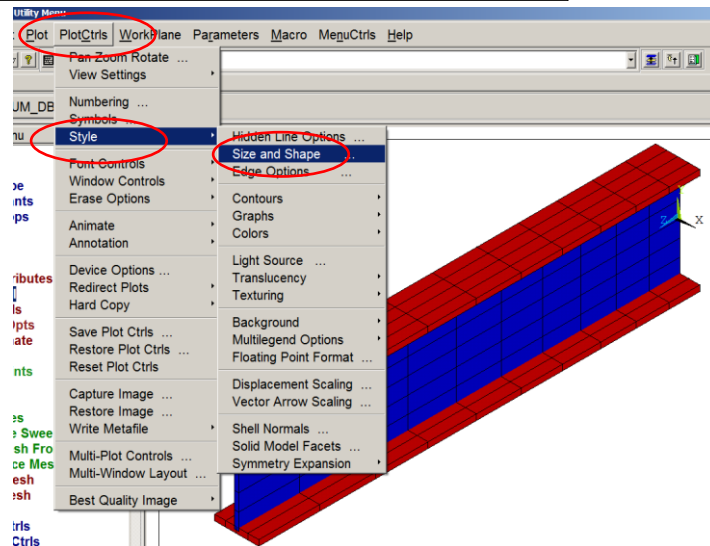
14. Zszycie geometrii: Preprocessor>Numbering Ctrl> Merge Items>Keypoints



15. Generacja siatki: Preprocessor>Meshing>Mesh Tool>Mesh>Areas (Quad)



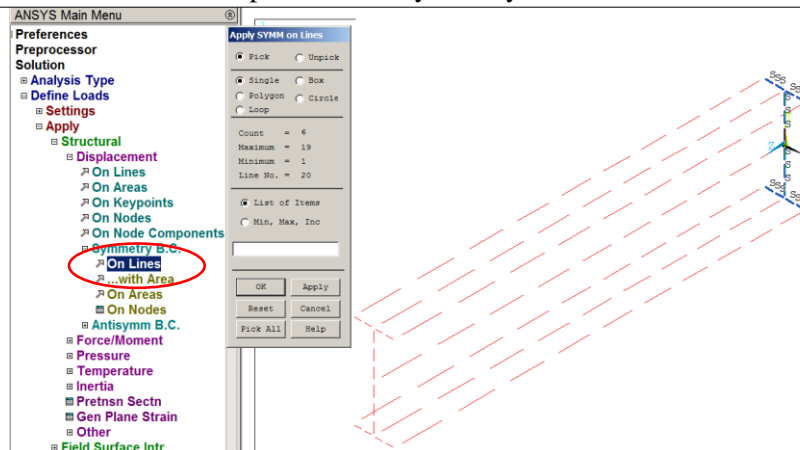
16. Prezentacja elementów z uwzględnieniem zadanych grubości



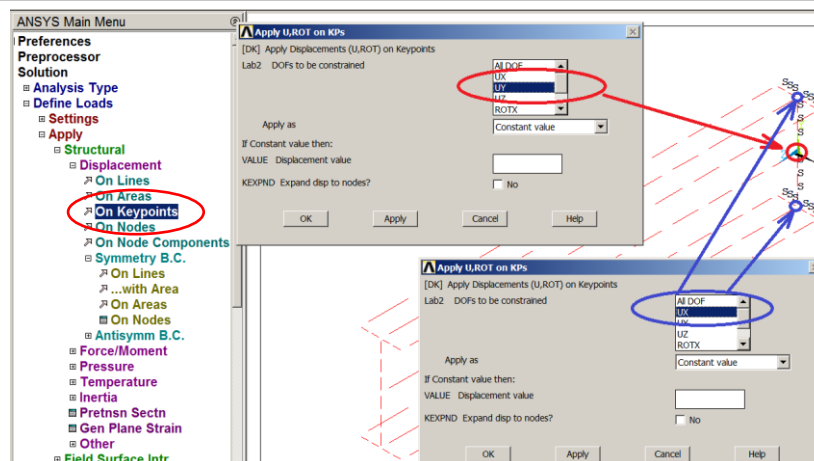
3.2.2. Solution

Wprowadź warunki brzegowe:

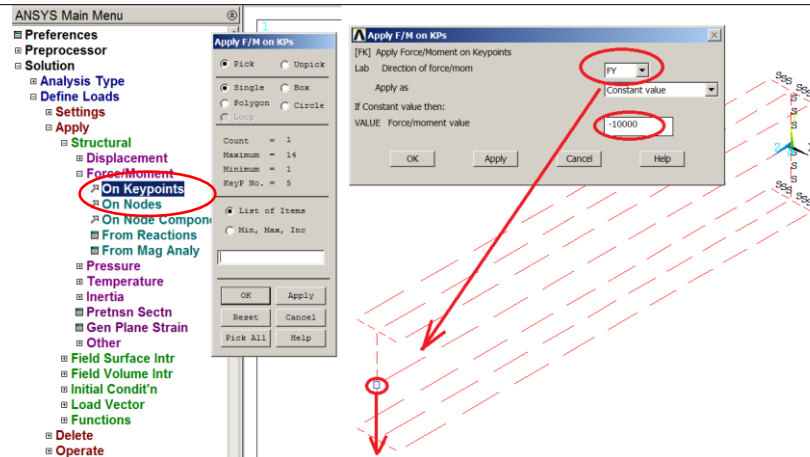
17. Zadanie symetrii na liniach w przekroju mocowania: **Solution**>Define Loads>Apply >Structural>Dispalcements>Symmetry B.C.>On Lines



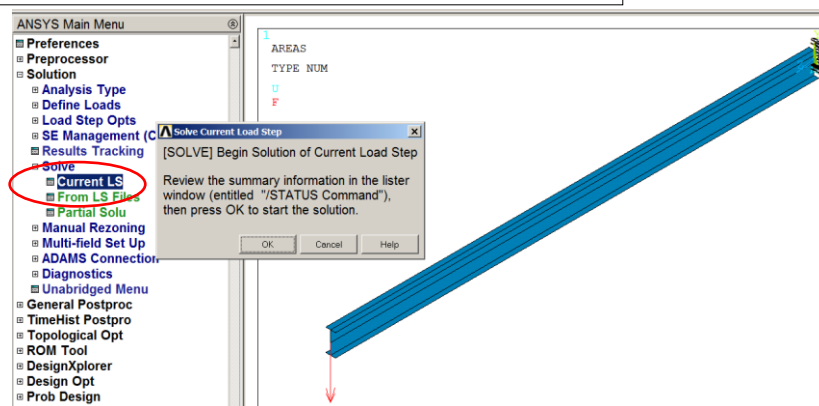
18. Odebranie przemieszczenia UY w punkcie centralnym: **Solution**>Define Loads>Apply >Structural>Dispalcements>On Keypoints



19. Zadanie siły skupionej w punkcie końcowym: **Solution**>Define Loads>Apply
>Structural>Forces/Moment>On Keypoints



20. Rozwiązanie zadania: **Solution**>Solve> Current LS

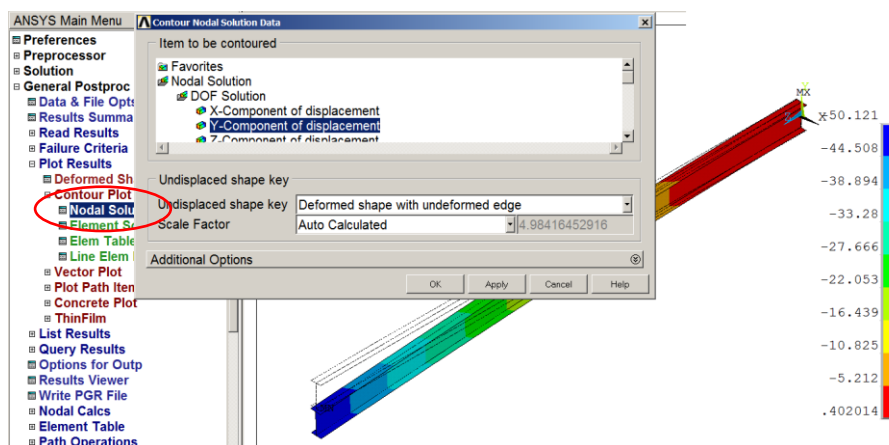


3.2.3. General postprocessor

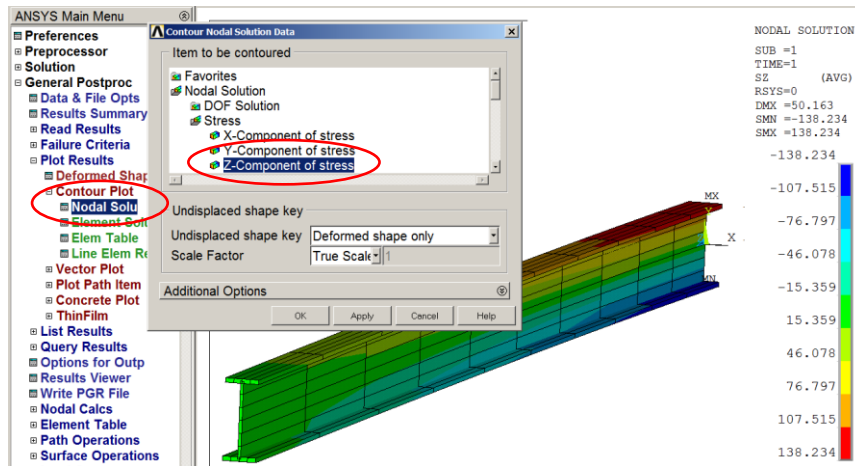
Prezentacja wyników w postaci map warstwicznych:

Pokaż mapy przemieszczeń na kierunku ugięcia (UY), naprężeń od zginania: składowych stanu naprężenia (SZ) i naprężeń tnących w ścianie dwuteownika (SYZ).

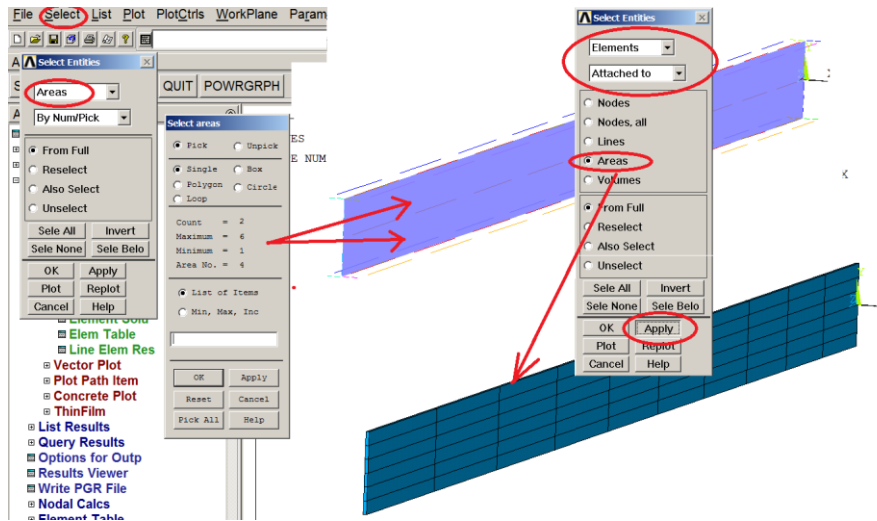
21. Rysowanie przemieszczeń UY



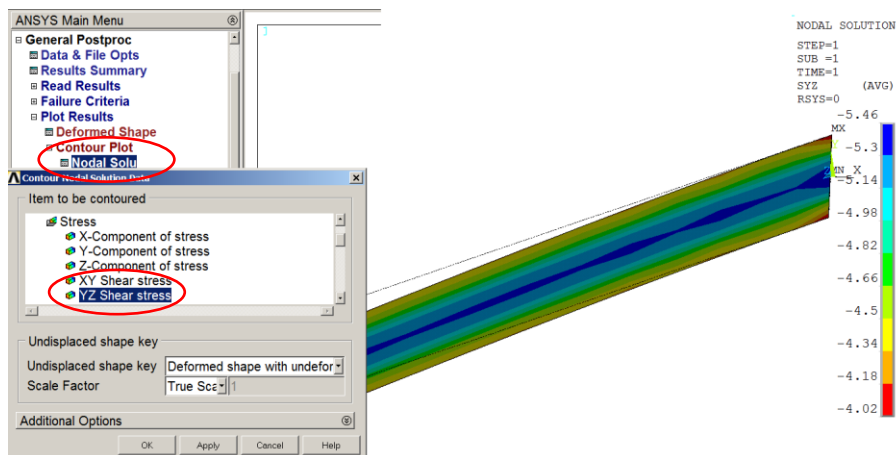
22. Rysowanie naprężeń normalnych od zginania (SZ)



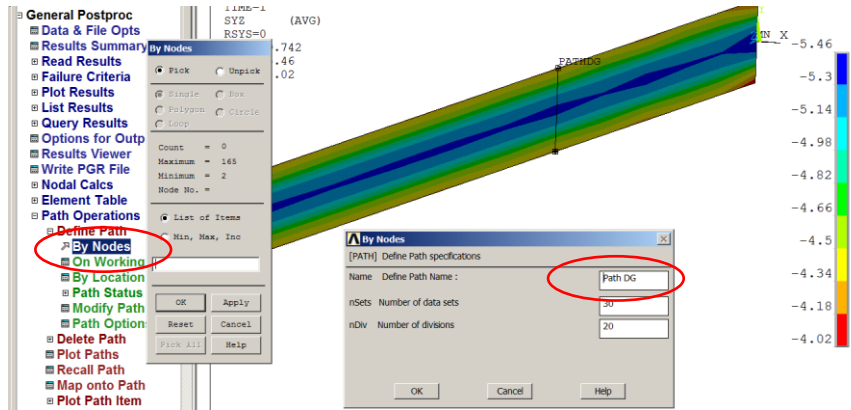
23. Selekcja elementów ścianki przez wskazanie pola (średnika)



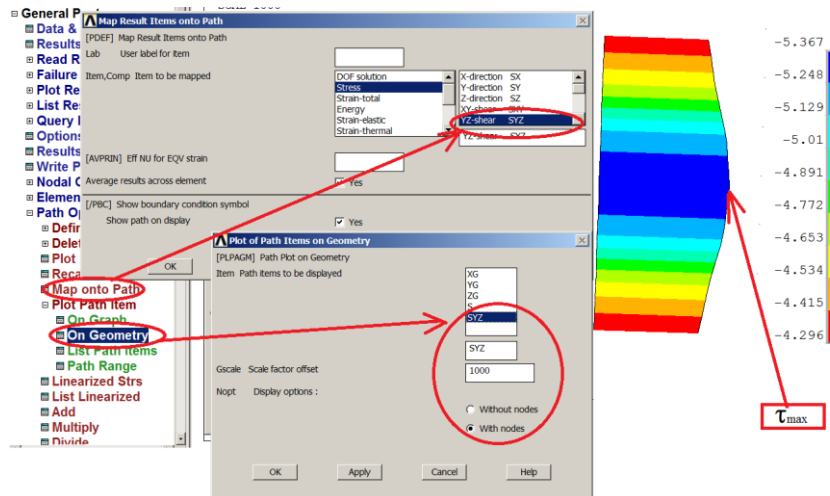
24. Rysowanie naprężeń tnących w ściance dwuteownika (SYZ)



25. Wyznaczenie ścieżki wzdłuż wysokości środka



26. Zapisanie naprężeń tnących na ścieżce DG i przedstawienie zmian naprężeń tnących wzdłuż ścieżki na tle modelu (węzłów)



4. Interpretacja wyników i zadania do wykonania:

Wykonać zadania:

- a) zginanie płyty używając elementów SHELL181:
 - siatka rzadka około 20 elementów ($ESIZE=30$) (**Model 1a**),
 - siatka gęsta około 150 elementów ($ESIZE=10$) (**Model 1b**),
- b) zginanie belki dwuteowej:
 - model z użyciem elementów 4 węzłowych SHELL181 (**Model 2a**)
 - model z użyciem elementów 8 węzłowych SHELL281 (**Model 2b**)

Przedyskutować uzyskane wyniki.

PŁYTA	Model 1a	Model 1b	BELKA	Model 2a	Model 2b
	(SHELL181) Rzadki	(SHELL181) Gęsty		4 węzłowe (SHELL181)	8 węzłowe (SHELL281)
L. węzłów			L. węzłów		
L. elementów			L. elementów		
UZ_{max}			UY_{max}		
SX_{max}			SZ_{max}		
SY_{max}			SYZ_{max} (w środku)		
f_{max}			f_{max}		
σ_x^{max}			σ^G		
σ_y^{max}			σ^D		
			τ_{max}		

Rysunki do raportu (należy je zapisać podczas pracy z programem dla każdego modelu) :

dla płyty:

- 1) siatka elem.
- 2) $UZ(x,y)$
- 3) $SX(x,y)$
- 4) $SY(x,y)$

dla belki:

- 1) siatka elem.
- 2) $UY(x,y)$
- 3) $SZ(x,y)$
- 4) $SYZ(x,y)$ w środku
- 5) wykres: SYZ dla ścieżki DG (punkt 26)

Raport finalny:

- 1) Wprowadzenie
- 2) Założenia do budowy modelu
- 3) Opis modelu (*model solid, siatki, war. podparcia i obciążenia*)
- 4) Przykładowe wyniki
- 5) Wyniki zebrane w tabeli
- 6) Omówienie wyników
- 7) Wnioski