

## Ćwiczenie 2

### Płyta z otworem – płaski stan naprężeń

Cel ćwiczenia:

Wyznaczenie stanu naprężeń w płycie z otworem

#### I Część ćwiczenia:

Wykonaj analizę zadania z materiałem

Sprężystym:

$E=200\text{GPa}$

$\nu=0.3$

Dla obciążenia  $p^*=50\text{MPa}$

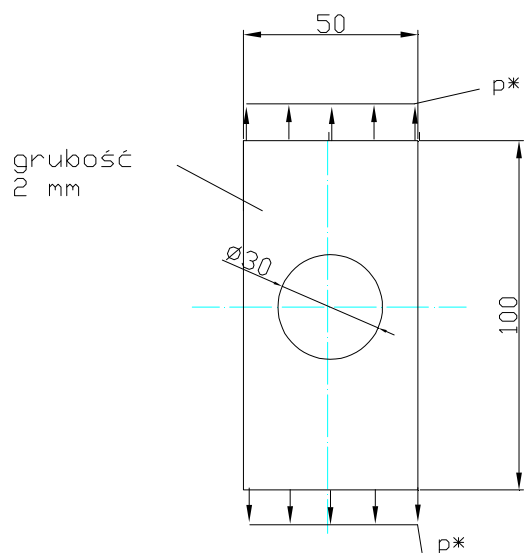
(Wymiary na rysunku podane w milimetrach)

#### II Część ćwiczenia:

Idealnie sprężysto – plastycznym:

$R_e=380\text{MPa}$  – granica plastyczności w próbie jednoosiowego rozciągania

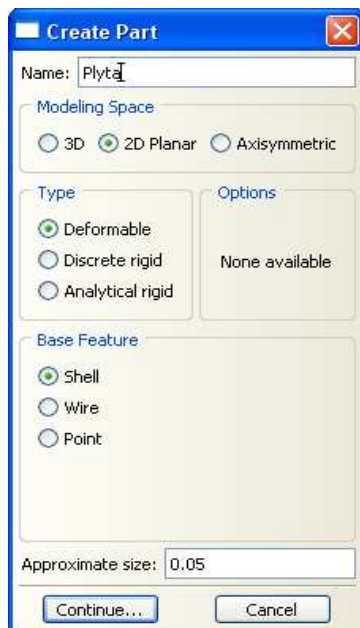
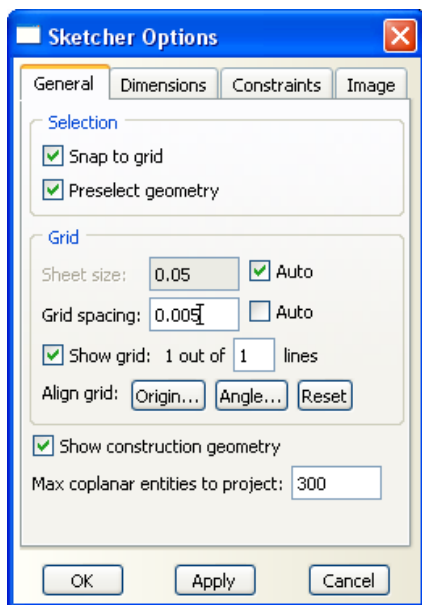
Dla obciążenia  $p=150\text{MPa}=3p^*$



## Cześć I

Utwórz część Płyta ( patrz instrukcja 1)

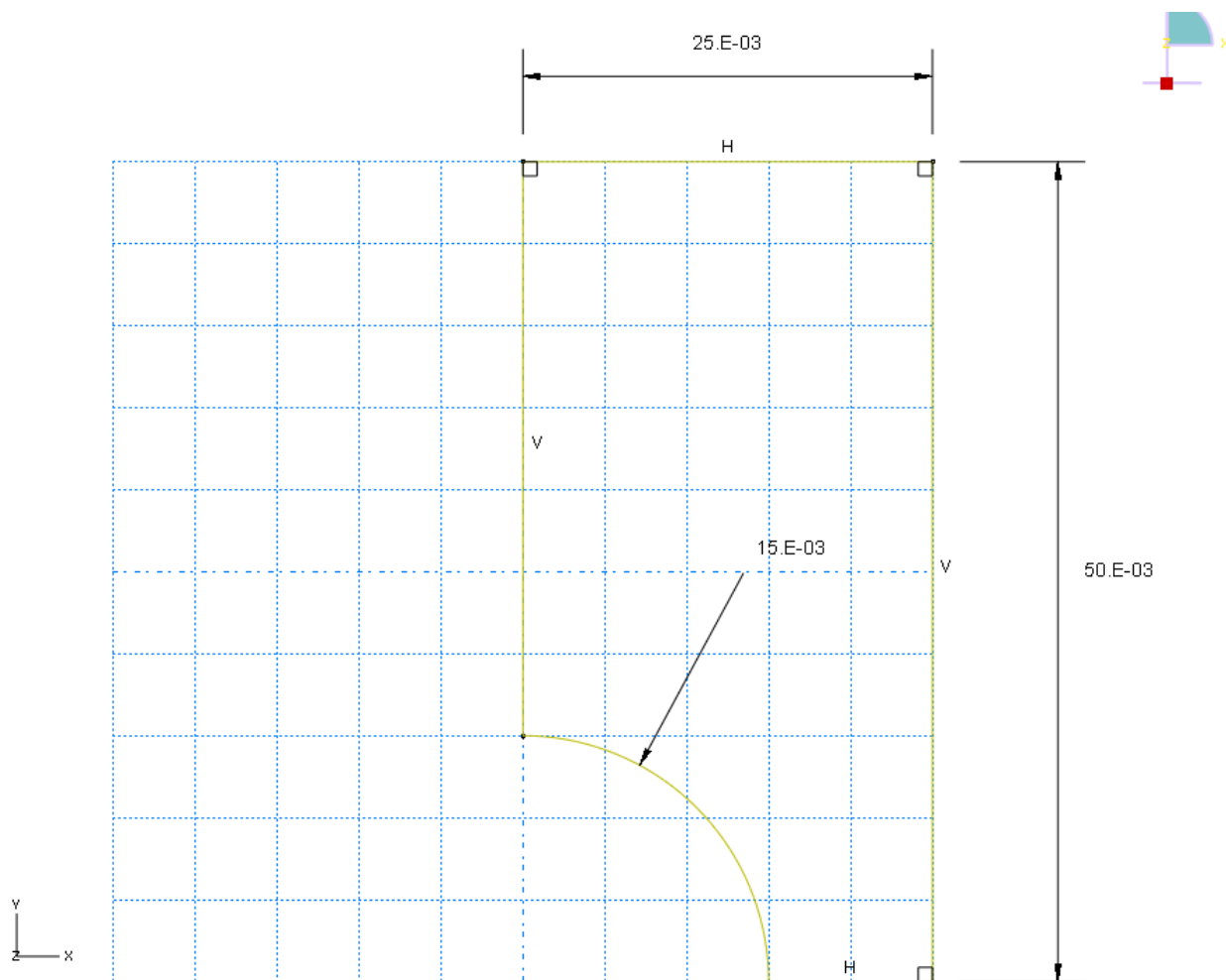
W opcjach szkicownika ustaw wartość odległości między liniami siatki szkicownika na 0.005 (0.5 cm)



W opcjach szkicownika wybrać odpowiednią ikonkę- Sketcher Options



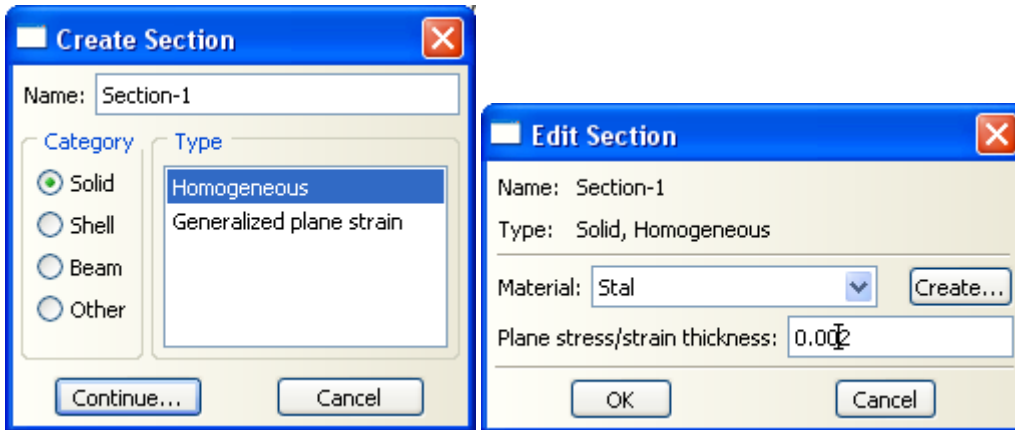
Ze względu na symetryczny kształt i symetrię obciążenia analizowana jest ¼ część płyty. Naszkicuj ¼ części według wymiarów jak na rysunku (jedna kratka szkicownika to 0.5 cm)



W module Property zdefiniuj materiał sprężysty Stal (patrz instrukcja 1)

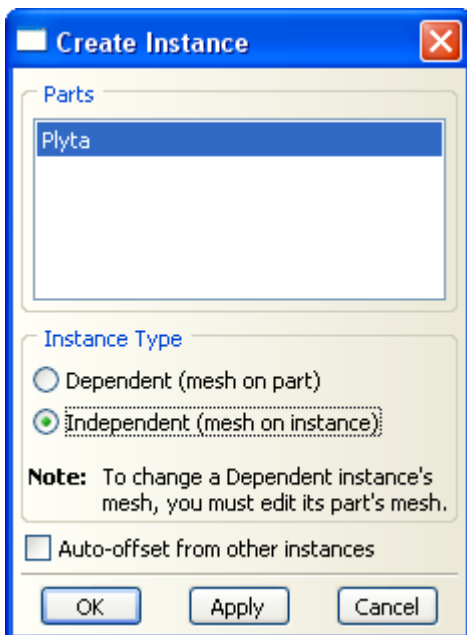
Data		
	Young's Modulus	Poisson's Ratio
1	200E9	0.3

Utworz przekrój Section-1, i w polu Plane stress/strain thickness wpisz grubosc plyty 0.002 (2 mm):



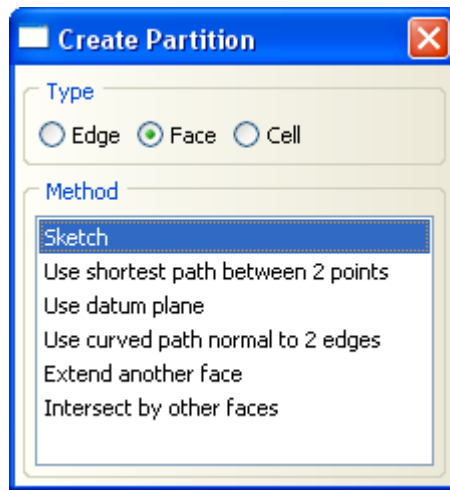
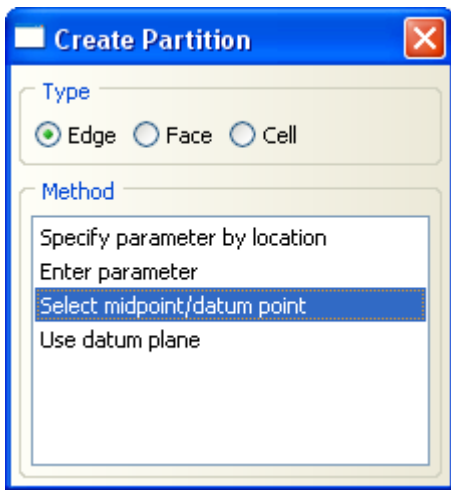
Przypisz przekrój do elementu (funkcja Assign Section- patrz instrukcja 1)

W module Assembly → Create Instance -utwórz niezależną instancje części , czyli siatkę skończenie elementową można będzie utworzyć tylko na instancji a nie na części.

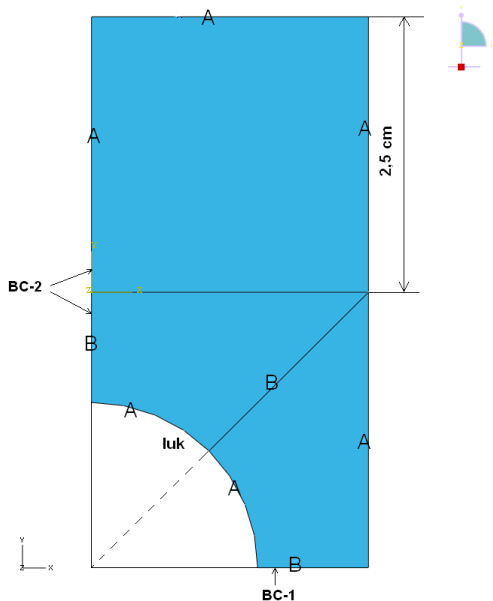


Za pomoca narzędzia Tools partition:  
Podziel łuk na dwie równe części

a następnie plyte na trzy czesci używając do tego celu szkicownika (ponownie wybierz funkcję szkicownika)



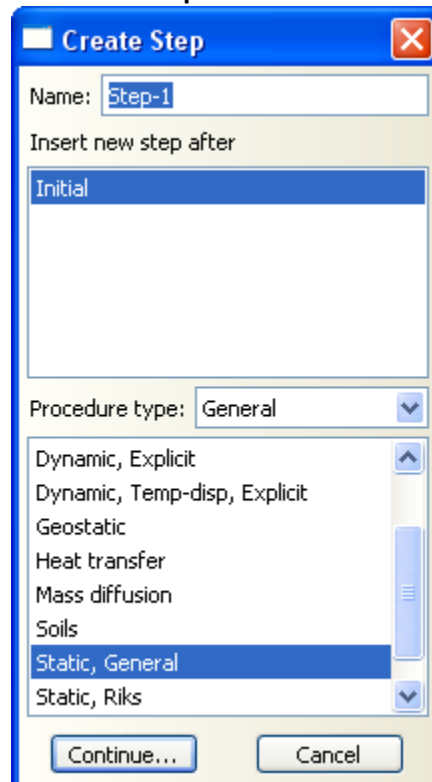
Płyta po podziale



1. Należy przesunąć siatkę, ułatwi to rysowanie krawędzi podziału.
2. Narysować poziomą linię podziału oraz pozostałe linie  
(przy łuku najpierw należy go zaznaczyć a potem wybrać punkt znajdujący się w jego środku)

Rys.1

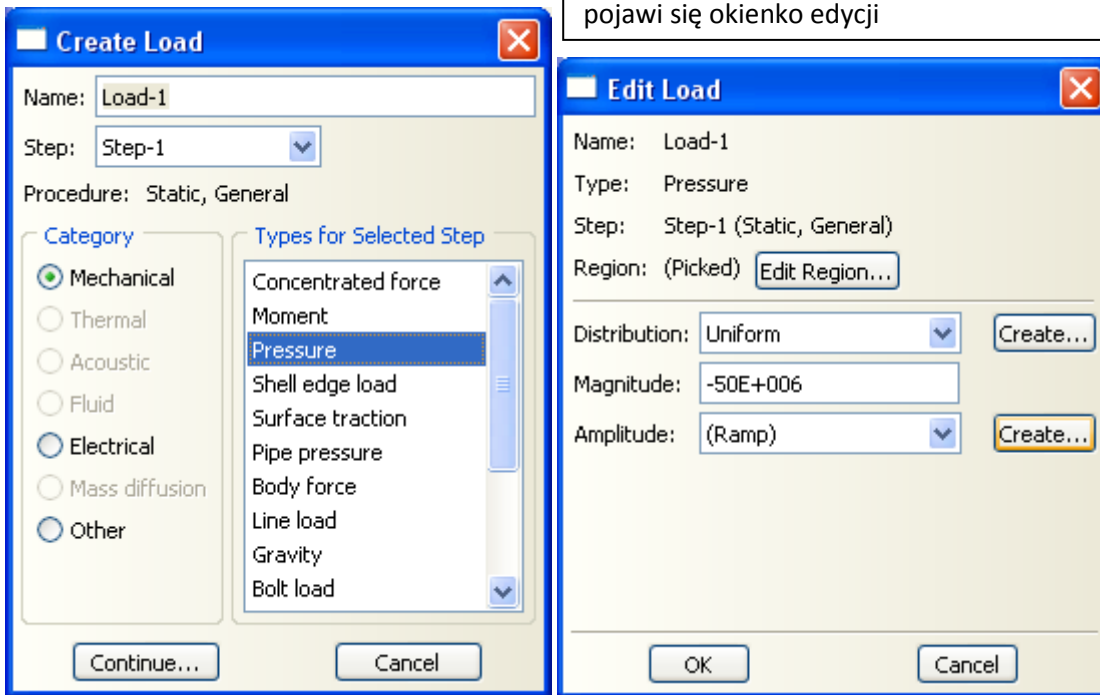
W module Step



zdefiniuj rodzaj analizy (statyczna)

**W module Load** zdefiniuj obciążenia typu pressure (ciśnienie) o intensywności 50 MPa, przyłożone na górnej krawędzi płyty

Zaznaczyć cały element, następnie nacisnąć Done- wtedy pojawi się okienko edycji



Warunki brzegowe

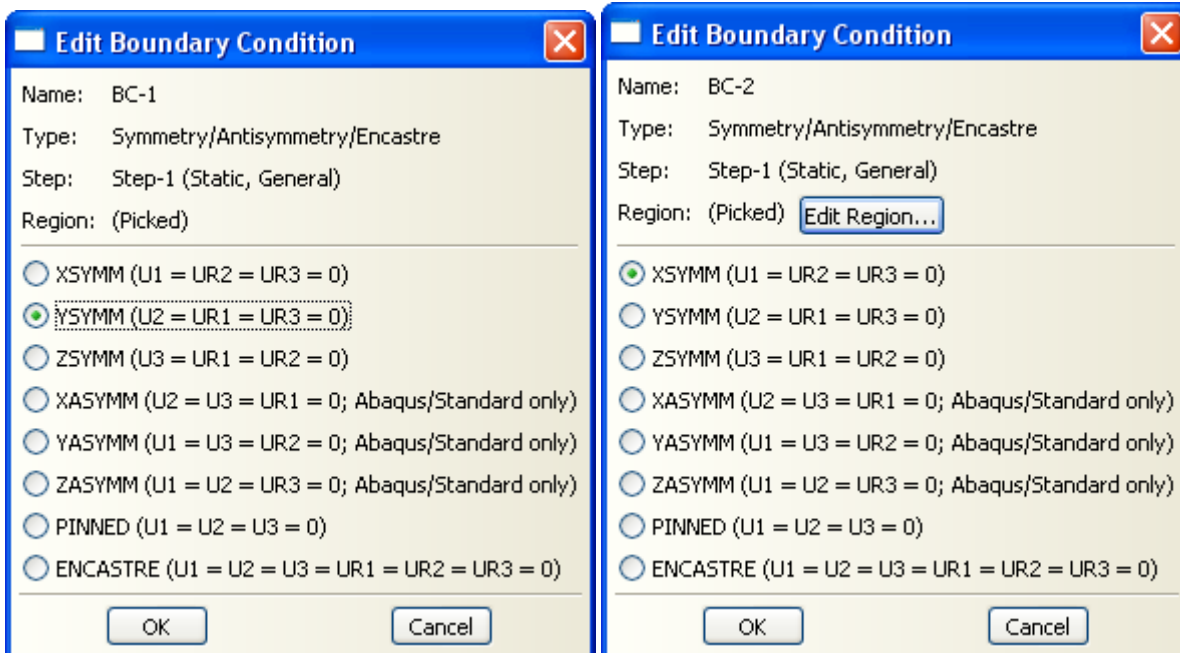
Odziaływania pozostałych części będą zastąpione odpowiednimi warunkami brzegowymi

BC, Create, Symmetry/ Antisymmetry/Encastre

Aby zdefiniować warunki brzegowe dotyczące danej krawędzi należy ją najpierw zaznaczyć.  
( wykorzystamy tu gotowe narzędzia programu- zaznaczając odpowiednie opcje)

BC-1 , dolna krawędź, patrz rys. 1

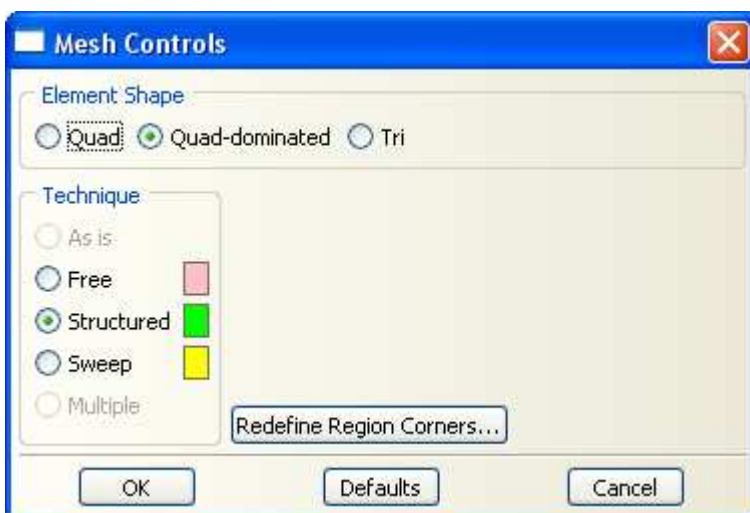
BC-2, lewa krawędź, patrz rys 1



Objaśnienie: UR- to kąty obrotu

**Moduł Mesh, Controls**, zmień technikę generacji siatki na Structured:

Zaznacz całość +Enter



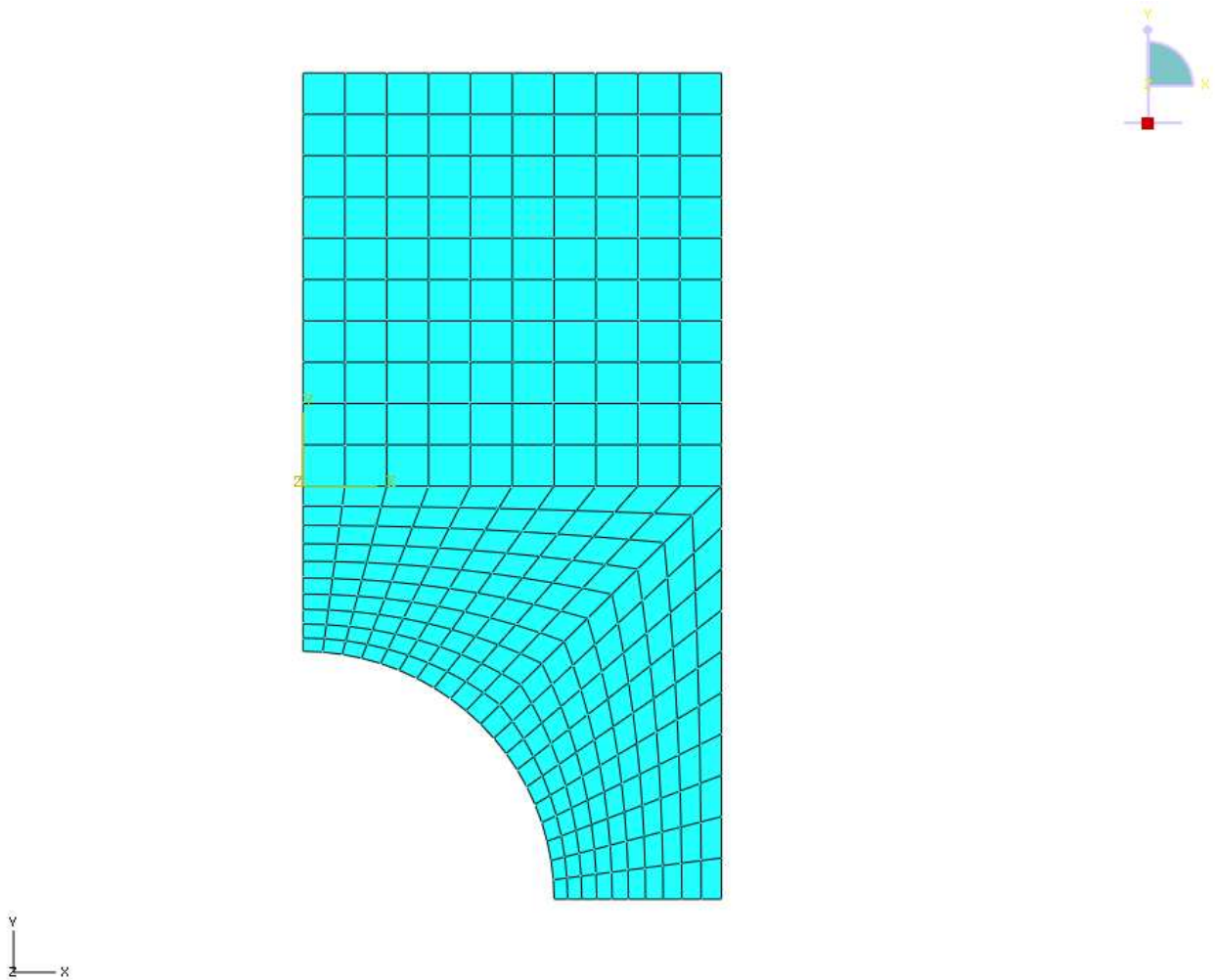
**Moduł Seed**, definicja gęstości siatki elementów skończonych

- Do generacji podziału na krawędziach A, rys 1 → użyj metody :  
Seed by number 10 (10 równej długości stron elementów na krawędzi)
- Dla definicji gęstości na krawędziach B rys 1 → użyj metody  
Edge Biased – siatka zagęszczona w wybranym kierunku

Uwaga! W tej metodzie kierunek zagęszczania siatki zależy od miejsca wybrania krawędzi, przy zaznaczeniu krawędzi kliknij na krawędzie w pobliżu łuku (siatka będzie zagęszczona w kierunku łuku a nie odwrotnie). Patrz rysunek poniżej

Z parametrem długości strony pierwszego element/ długości ostatniego element Bias ratio=1.5 , i liczba stron elementu na krawędzi Number of elements along the edges = 10

**Mesh → Instans → Yes**

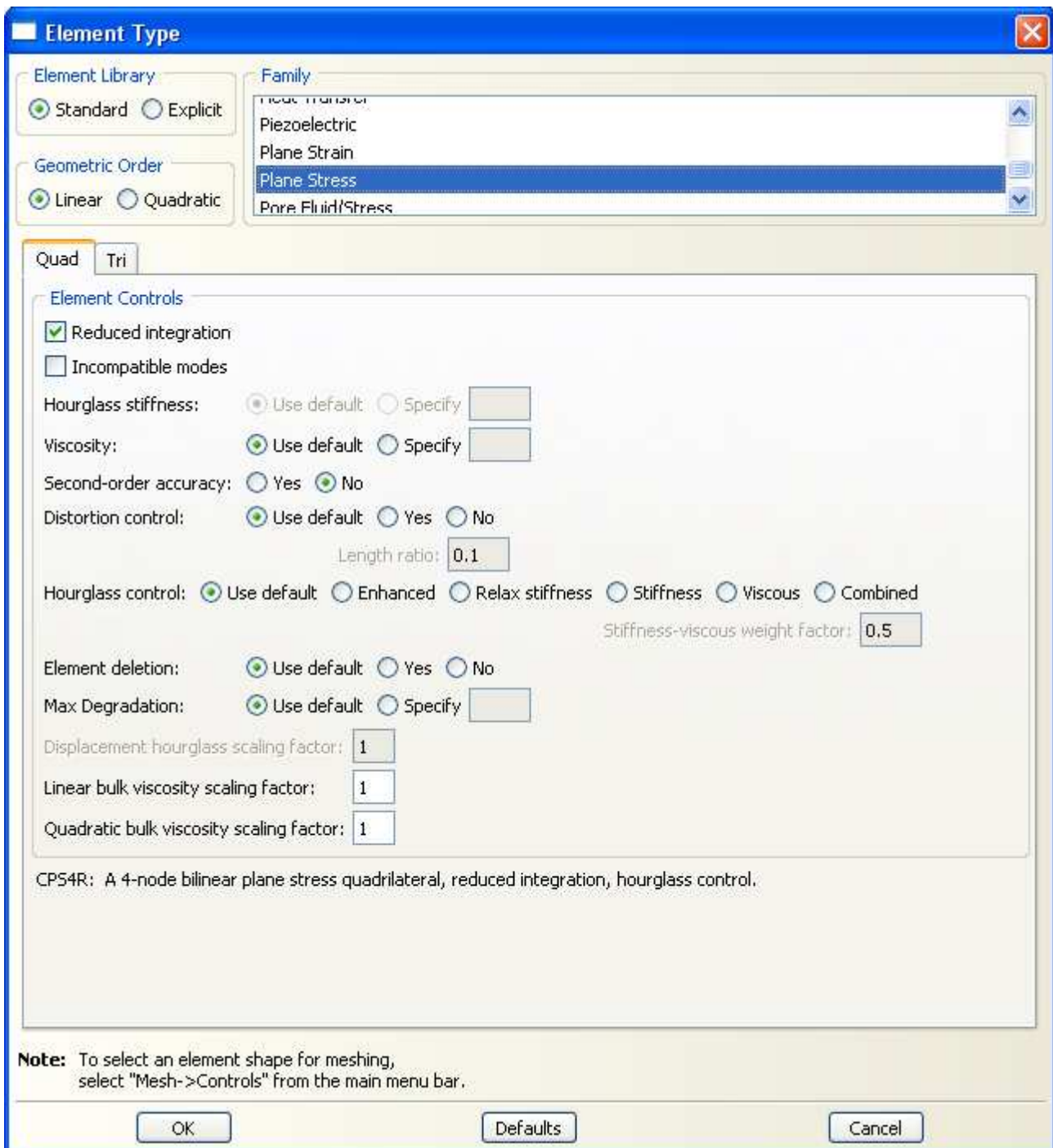


**Mesh → Element Type**

Przypisz do instancji czterowzlowy, płaski liniowy (Quad Linear) element skończony CPS4R z opcją Plane Stress, (płaski stan naprężenia). Założenie płaskiego stanu naprężenia jest słuszne dla płyt cienkich. W zadaniu stosunek grubości do szerokości wynosi  $5/0.2=25$

Przypomnieć:

- Tensor naprężenia w p.s.n ?
- Tensor odkształcenia w p. s.n.?



Job, uruchom analize zadania nazwij zadanie Plyta-sprezysta (patrz instrukcja 1)

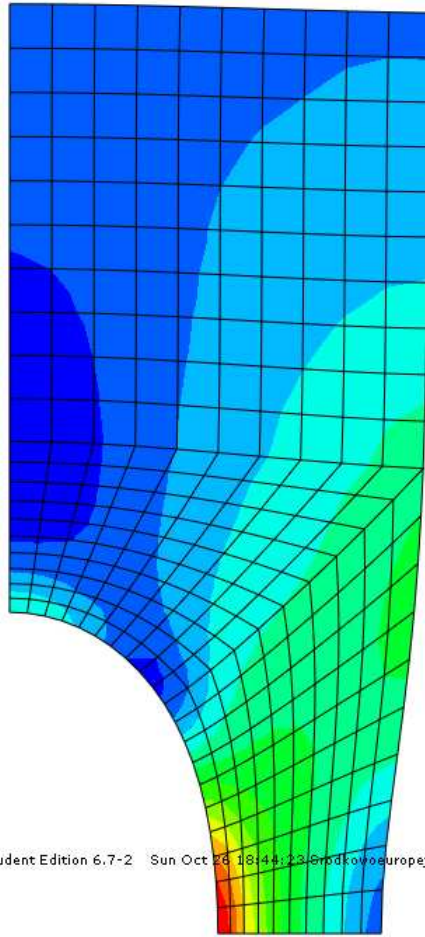
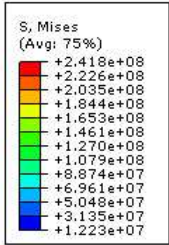
Postprocessing

**Results** → **Field output Mises**

Wyswietl w postaci kolorowych pasm rozklad naprezen zredukowanych wedlug hipotezy Misesa

Field output Mises oraz wszystkie skadowe tensora naprezenia w plaskim stanie naprezenia tzn S11, S22, S12





ODB: PLYTA.odb Abaqus/Standard Student Edition 6.7-2 Sun Oct 26 18:44:23 Grodkowoeuropejski czas stand. 2008

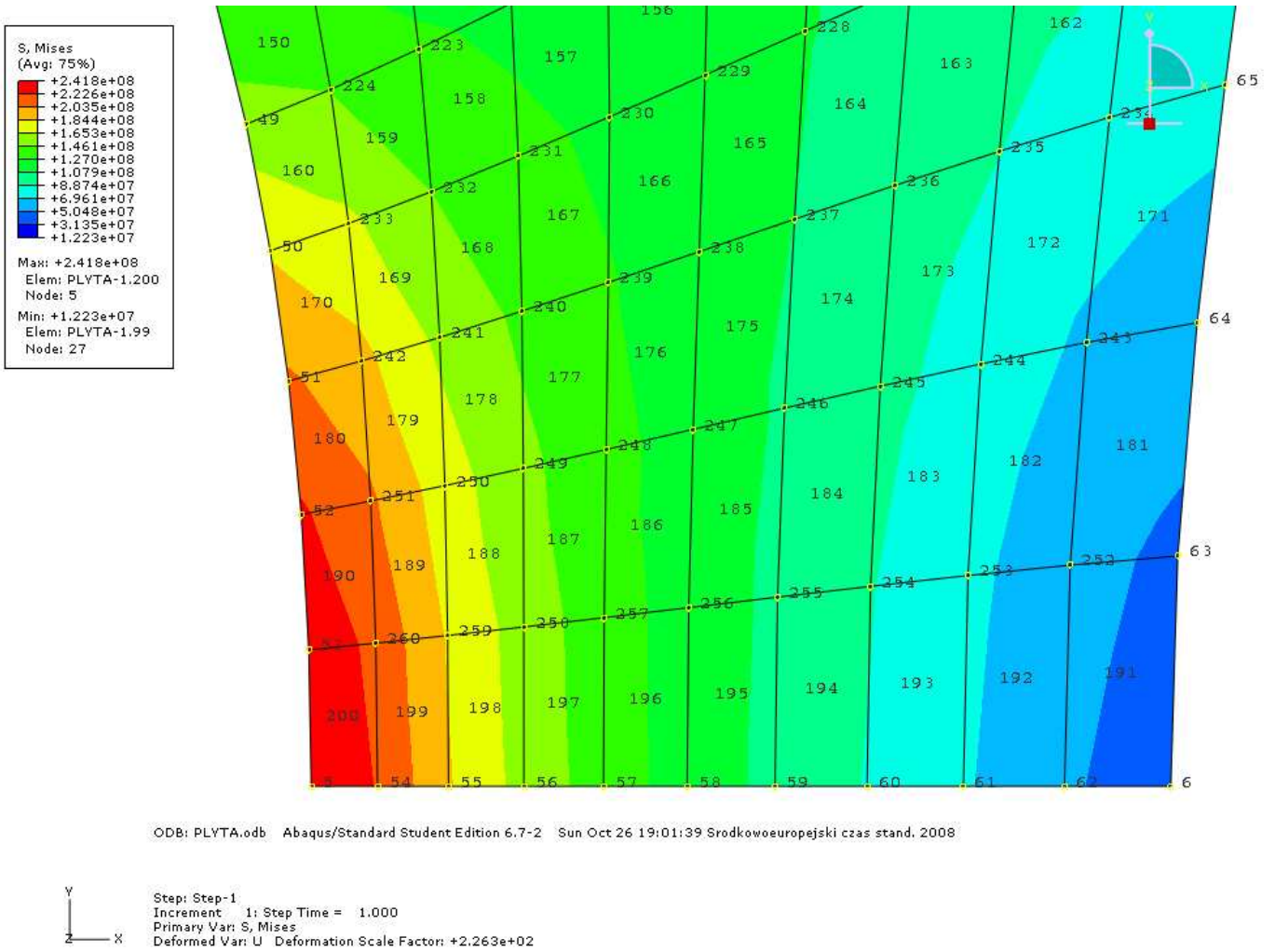


Step: Step-1  
Increment 1: Step Time = 1.000  
Primary Var: S, Mises  
Deformed Var: U Deformation Scale Factor: +2.263e+02

**Znajdz element o największym wytezeniu**

**Viewport → Viewport Annotation Options**

**Legend → Show min/max values**



Wydrukuj do pliku raportu składowe stanu napreżenia I napreżenie zredukowane. Dla elementu o największej wyteżeniu sprawdź wartość napreżenia Misesa.

Field Output reported at integration points for part: PLYTA-1

Element	Int	S.Mises	S.S11	S.S22	S.S33	S.S12
Label	Pt	@Loc 1	@Loc 1	@Loc 1	@Loc 1	@Loc 1
200	1	241.77E+06	5.87891E+06	244.25E+06	0.	-8.08115E+06

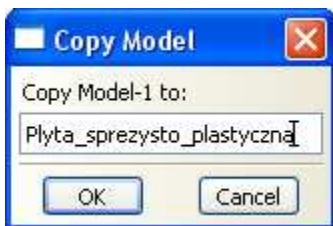
Hipoteza Misesa

$$\sigma_{red} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_{11} - \sigma_{22})^2 + (\sigma_{22} - \sigma_{33})^2 + (\sigma_{33} - \sigma_{11})^2 + 6(\sigma_{12}^2 + \sigma_{23}^2 + \sigma_{31}^2)}$$

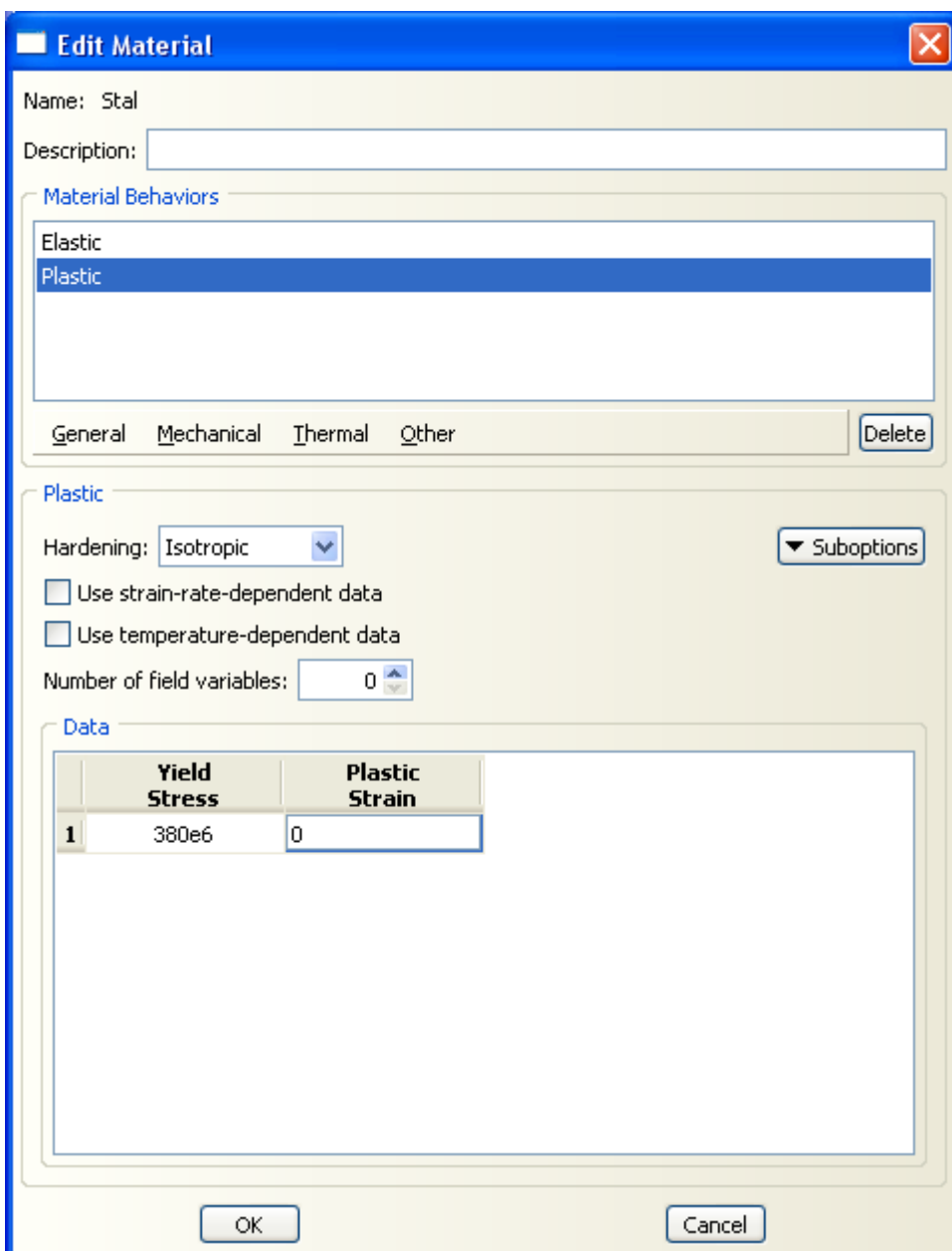
## II CZĘŚĆ ĆWICZENIA

Skopiuj Model-1 do modelu o nazwie Plyta\_sprezysto-plastyczna

Model, Copy Model



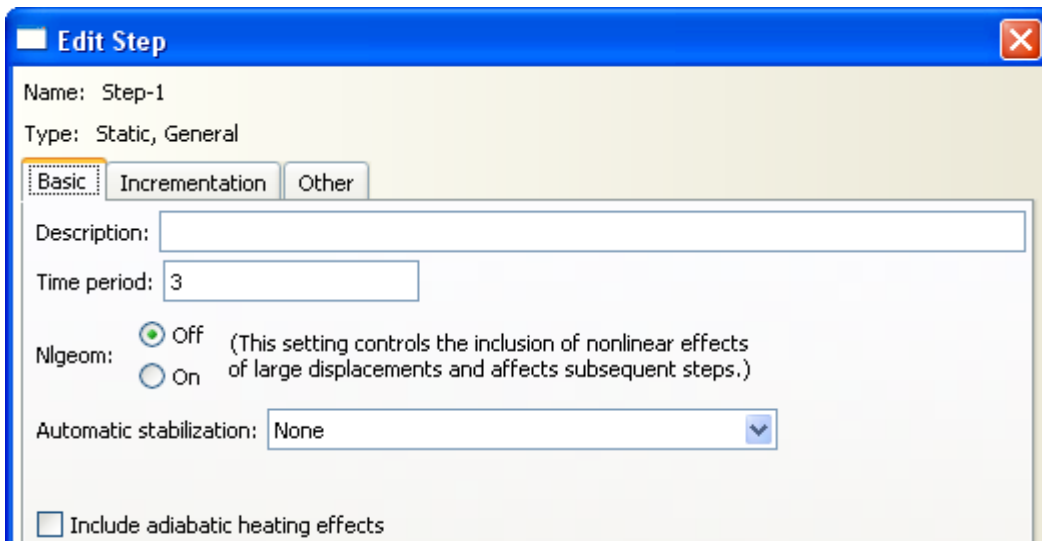
W module Property, edytuj material Stal, DODAJ czesc Plasticity, Plastic.



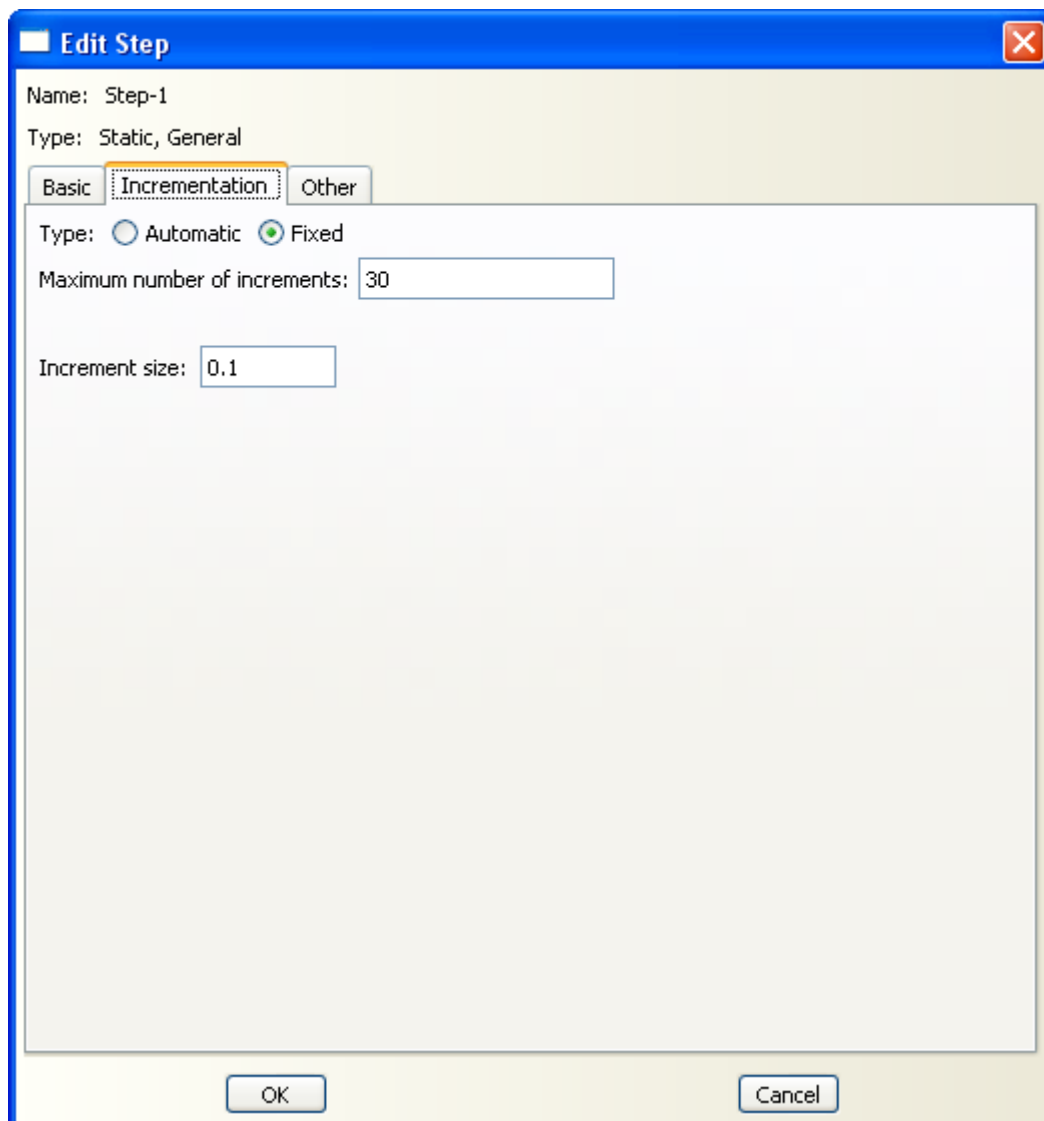
Yield Stress- granica plastyczności

**W module Load**, zmien wartosc obciazenia na 150 MPa

**W module Step** edytuj Step-1, Edit. Analiza przyrostowa w 30 krokach (Oznacza to ze obciazenia bedzie dodawana stopniowo) po 0.1p\* w kazdym kroku.



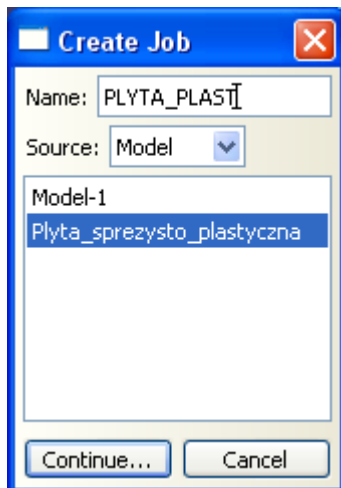
The screenshot shows the 'Edit Step' dialog box with the 'Basic' tab selected. The 'Name' is 'Step-1' and the 'Type' is 'Static, General'. The 'Description' field is empty. The 'Time period' is set to '3'. The 'Nlgeom' option is set to 'Off', with a note: '(This setting controls the inclusion of nonlinear effects of large displacements and affects subsequent steps.)'. The 'Automatic stabilization' dropdown is set to 'None'. There is an unchecked checkbox for 'Include adiabatic heating effects'.



The screenshot shows the 'Edit Step' dialog box with the 'Incrementation' tab selected. The 'Name' is 'Step-1' and the 'Type' is 'Static, General'. The 'Type' for incrementation is set to 'Fixed'. The 'Maximum number of increments' is set to '30'. The 'Increment size' is set to '0.1'. At the bottom, there are 'OK' and 'Cancel' buttons.

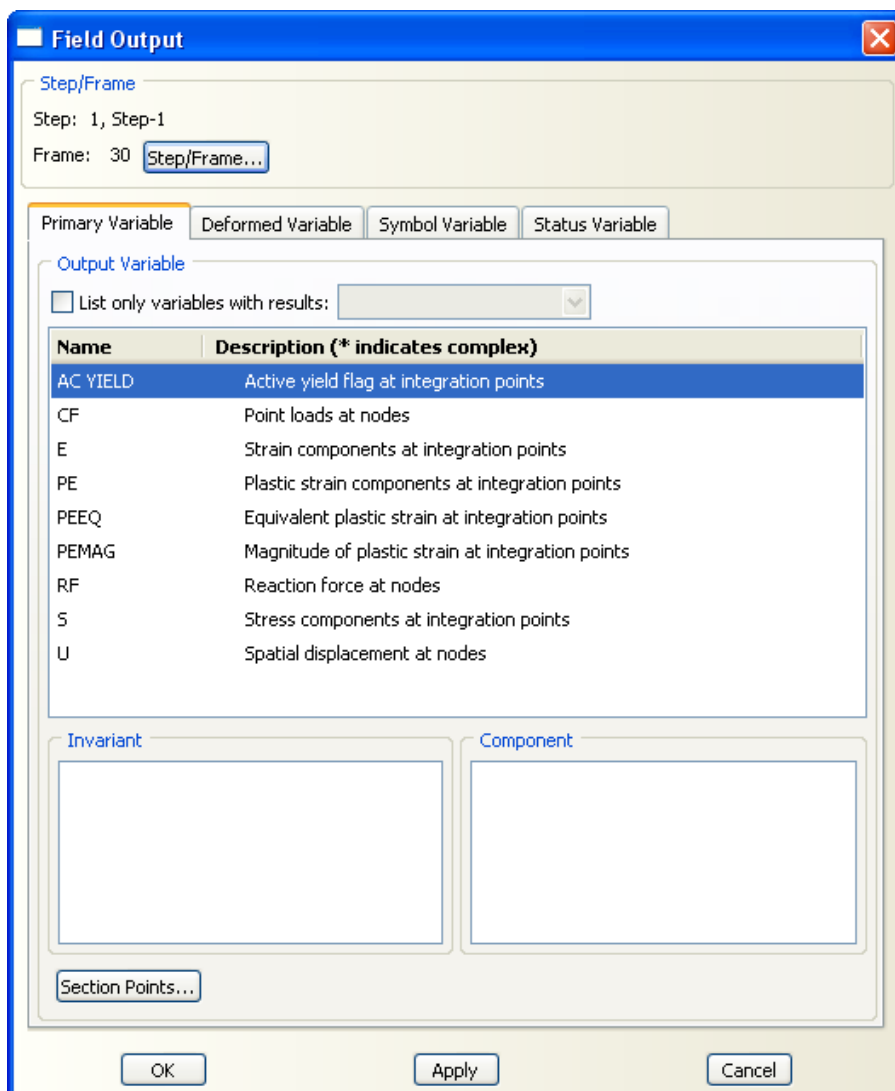
Zapisz plik

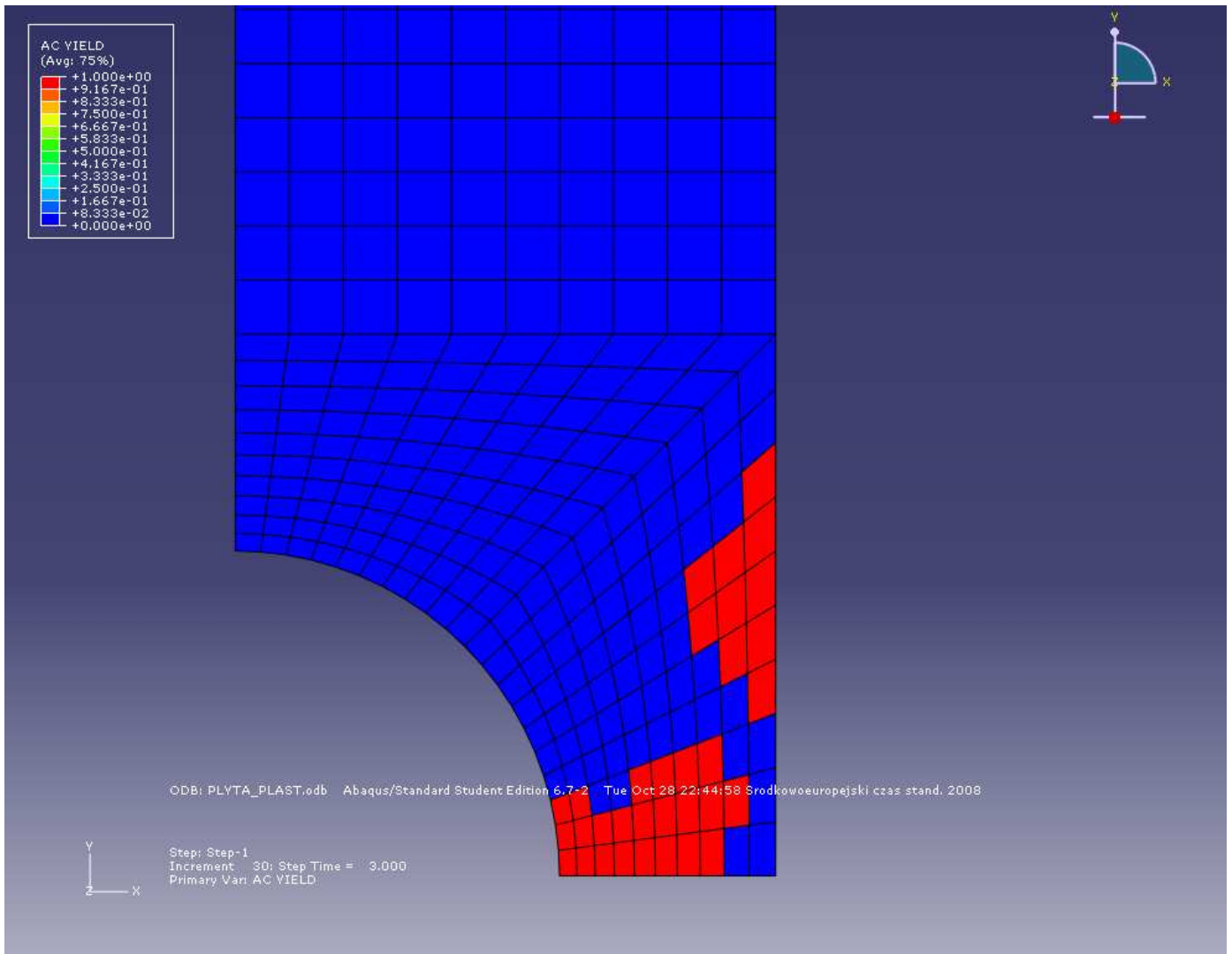
W module Job utwórz nowe zadanie



I rozwiąż je.

Postprocessing





1. Przy jakim obciążeniu pojawiają się pierwsze uplastycznienia i w którym elemencie?
2. Czy możliwe jest przewidzieć dokładnie wartość tego obciążenia z analizy zadania z materiałem sprężystym? Jeśli tak to jak? Jeśli nie to dlaczego?
3. Czy stan naprężeń zależy od modułu Younga? Czy zależy od modułu Younga stan przemieszczeń?
4. Czy grubość płyty ma w tym zadaniu wpływ na rozwiązanie?
5. Czy po zdjęciu obciążenia do zera, stan naprężeń będzie również zerowy? Czy zerowy będzie stan przemieszczeń?