

DWUWYMIAROWE ZADANIE TEORII SPRĘŻYSTOŚCI. BADANIE WSPÓŁCZYNNIKÓW KONCENTRACJI NAPRĘŻEŃ.

1. Spróbuj rozwiązać zadanie

Celem ćwiczenia jest analiza MES naprężeń i odkształceń powstałych w cienkiej tarczy duralowej obciążonej stałym rozkładem naprężeń rozciągających o wypadkowej P .

Spróbuj powtórzyć ciąg komend na swoim komputerze, aby uzyskać rozwiązanie zadania.

Dane:

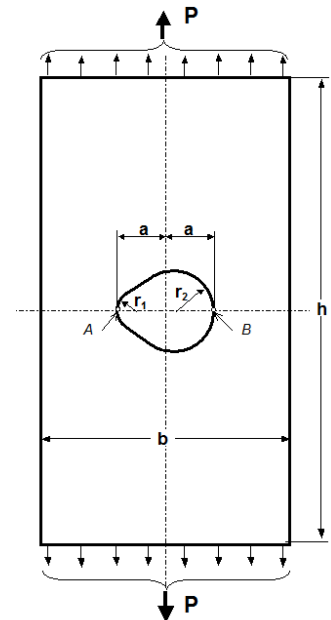
$b=500\text{mm}$, $h=800\text{mm}$, $\delta=2\text{mm}$ (grubość),

$r_1=25\text{mm}$, $r_2=50\text{mm}$, $a=60\text{mm}$,

$E=7\cdot 10^4\text{ MPa}$, $\nu=0.32$

$P=20\text{kN}$

W zadaniu należy porównać wyniki uzyskane dla różnych gęstości siatek (wpływ dyskretyzacji) i różnych typów elementów skończonych (wpływ aproksymacji wewnątrz elementu – funkcji kształtu).



Rys.1. Model tarczy z korbami

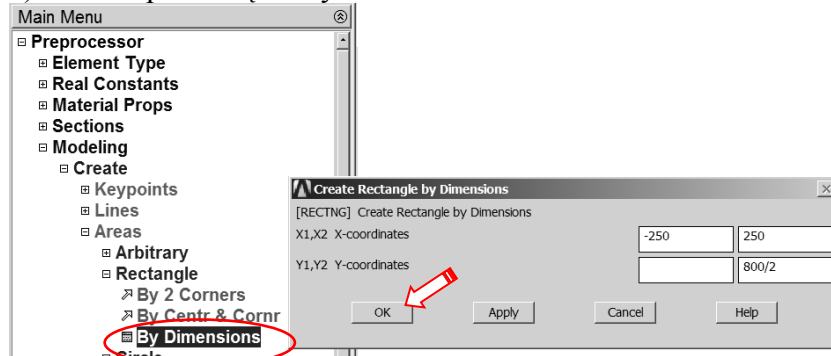
3. Typowy przebieg analizy numerycznej

Biorąc pod uwagę symetrię tarczy (kształtu i obciążenia) do obliczeń można przyjąć jedynie połowę analizowanego obiektu. Wygodnymi jednostkami są: *mm*, *N*, *MPa*.

3.1. Preprocessor

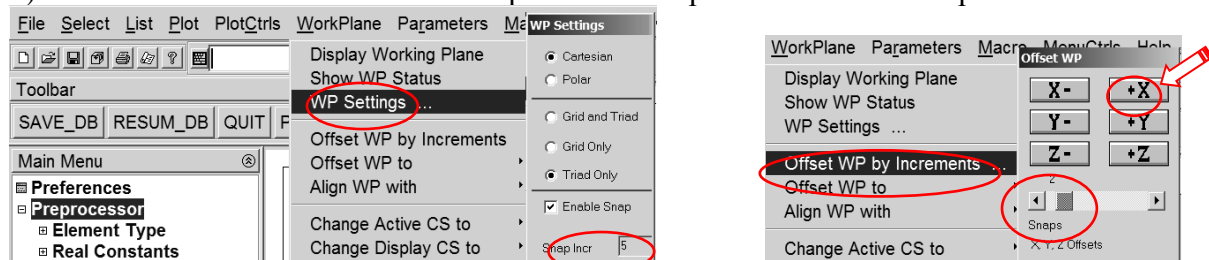
Budowa modelu geometrycznego (solid model) zostanie przeprowadzona techniką *Up_bottom*, tzn. wykorzystane zostaną tzw. prymitywy:

a) Utwórz prostokąt o wymiarach 500 na 800/2 mm:



Rys. 2. Ustalenie wymiarów prostokąta

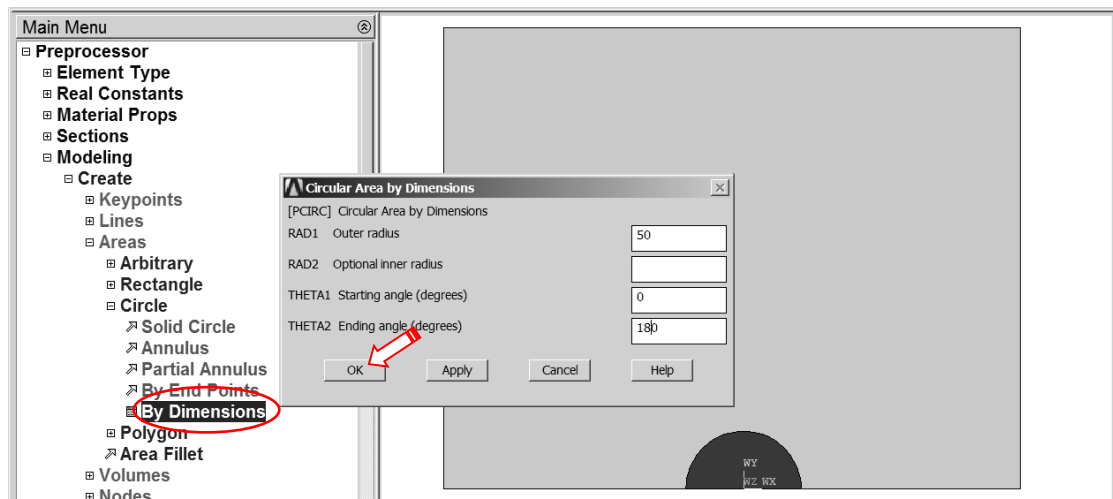
b) Ustaw krok=5mm dla WorkPlane i przesuń Workplane o dwa kroki w prawo:



Rys. 3. Ustalenie kroku dla WorkPlane

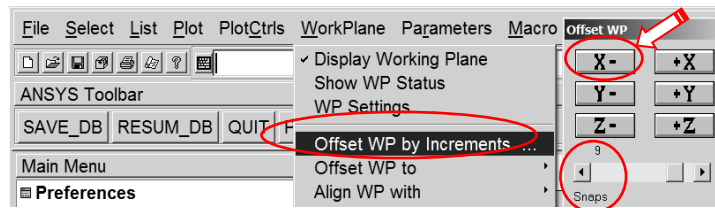
Rys. 4. Przesunięcie WorkPlane o dwa kroki w prawo

c) Utwórz półkole o promieniu $r_2=50\text{mm}$ w miejscu WorkPlane:



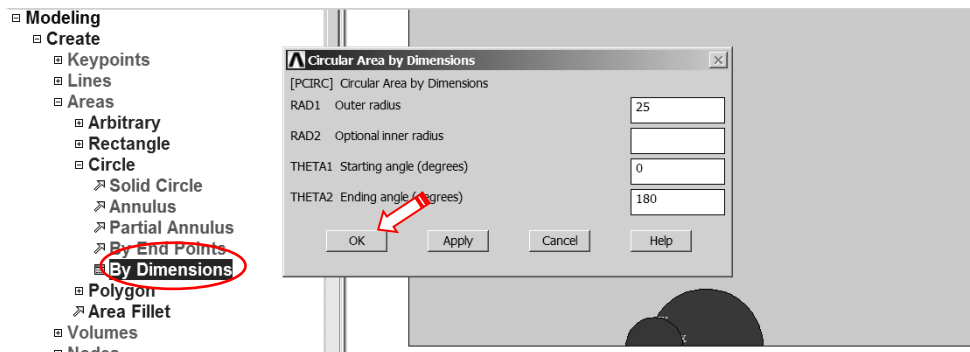
Rys. 5. Utworzenie półkola o promieniu r_2

d) Przesuń WorkPlane o dziewięć kroków w lewo:



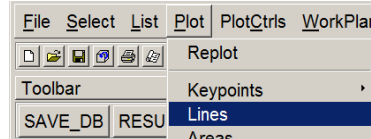
Rys.6. Przeniesienie WorkPlane o dziewięć kroków w lewo

e) Utwórz półkole o promieniu $r_1=25\text{mm}$ w miejscu WorkPlane:



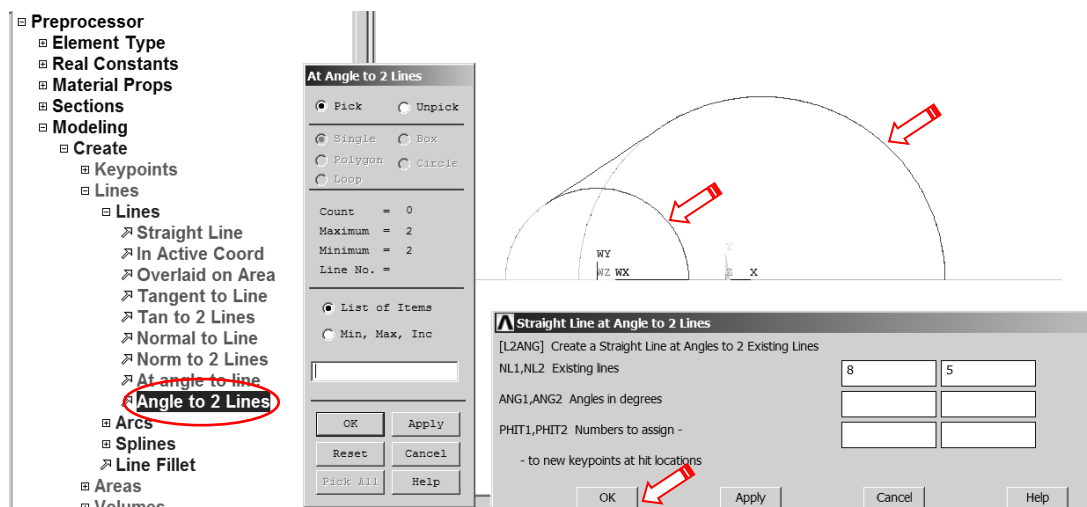
Rys.7. Utworzenie półkola o promieniu r_1

f) Pokaż linie modelu:



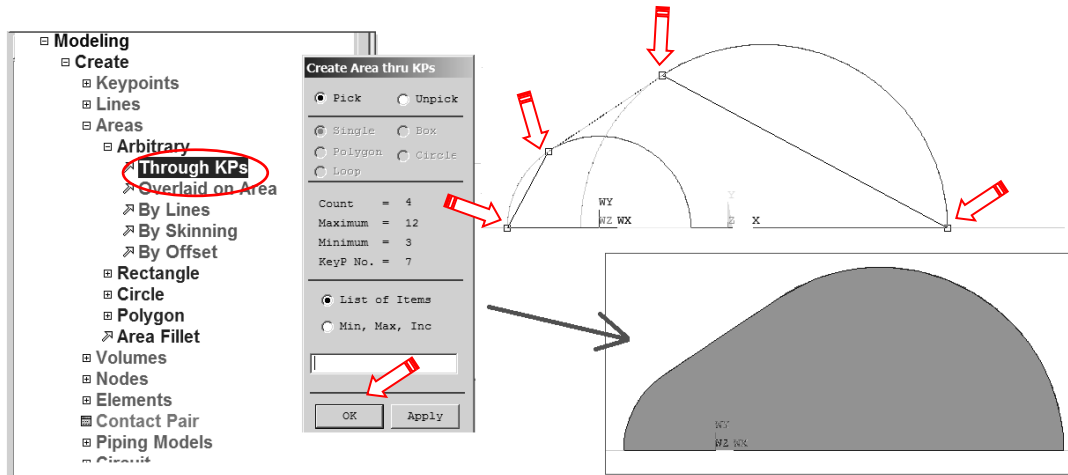
Rys.8. Wskazanie polecenia rysowania linii

g) Wykonaj powiększenie okolicy półkole i utwórz linię styczną do obu okręgów:



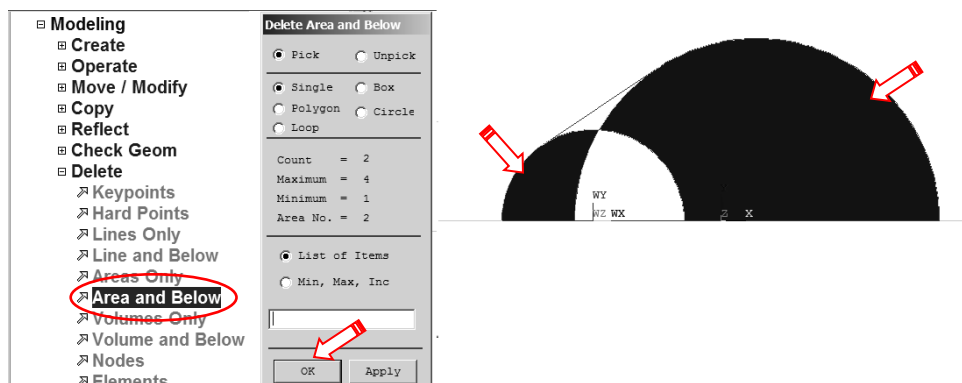
Rys.9. Utworzenie linii stycznej do okręgów

h) Utwórz pole wykroju w tarczy przez wskazanie punktów:



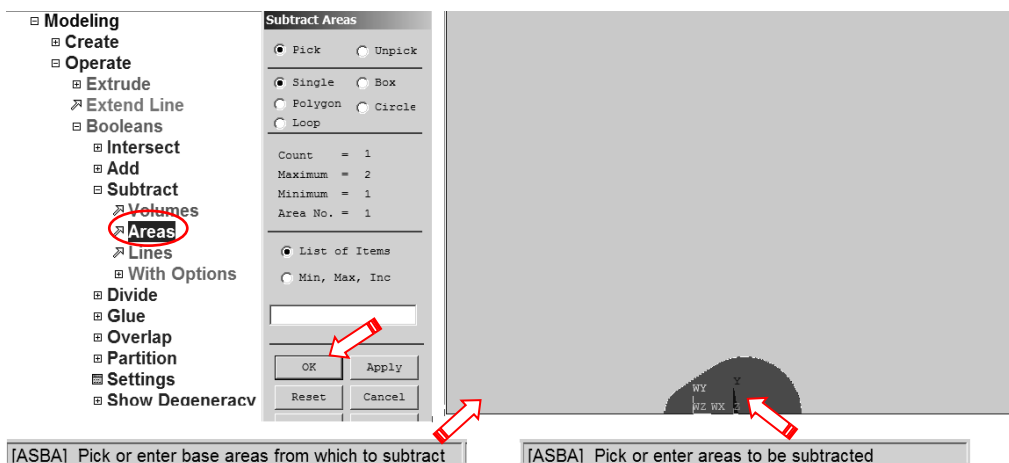
Rys.10. Utworzenie pola wykroju w tarczy

i) Usuń pola obu półkoli (wraz z ich liniami i punktami geometrii):



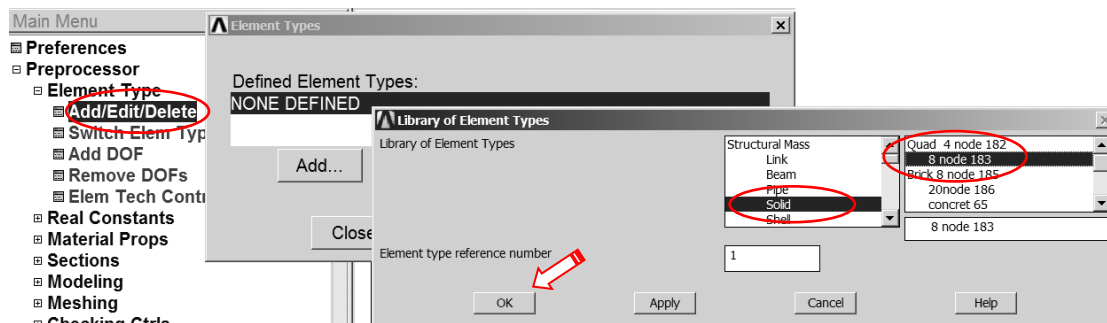
Rys.11. Usunięcie niepotrzebnych półkoli

j) Odejmij od dużego prostokąta uzyskaną w punkcie h) figurę:

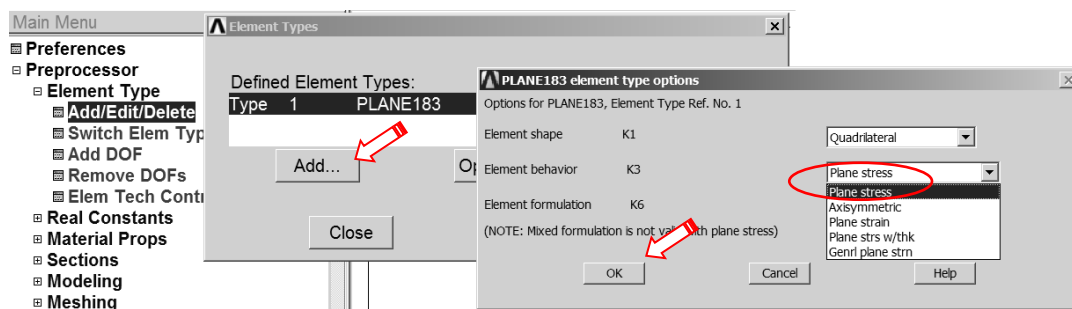


Rys.12. Odjęcie od prostokąta zbudowanego w punkcie a) figury utworzonej w punkcie h)

Wybór typu elementu skończonego (element 8-węzłowy: PLANE183 lub element 4-węzłowy: PLANE182) i jego odpowiedniego wariantu (*Plane stress*):

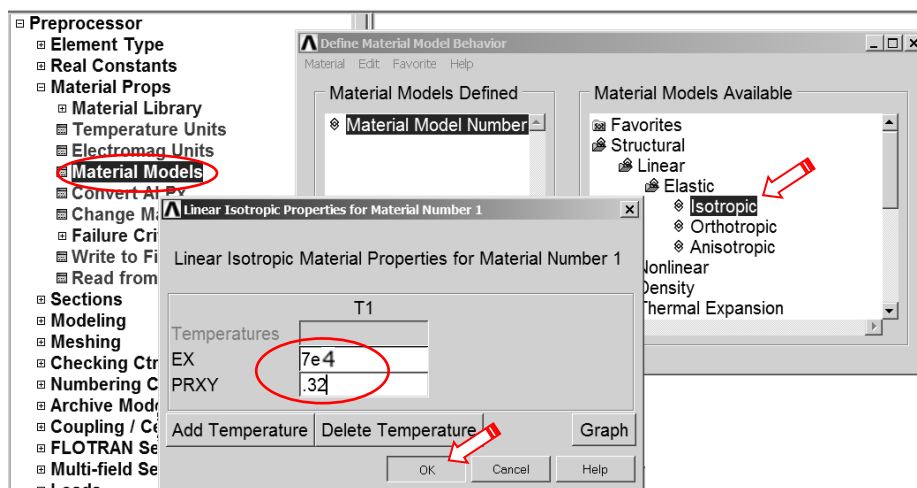


Rys.13. Wskazanie typu elementu z biblioteki



Rys.14. Ustalenie opcji elementu

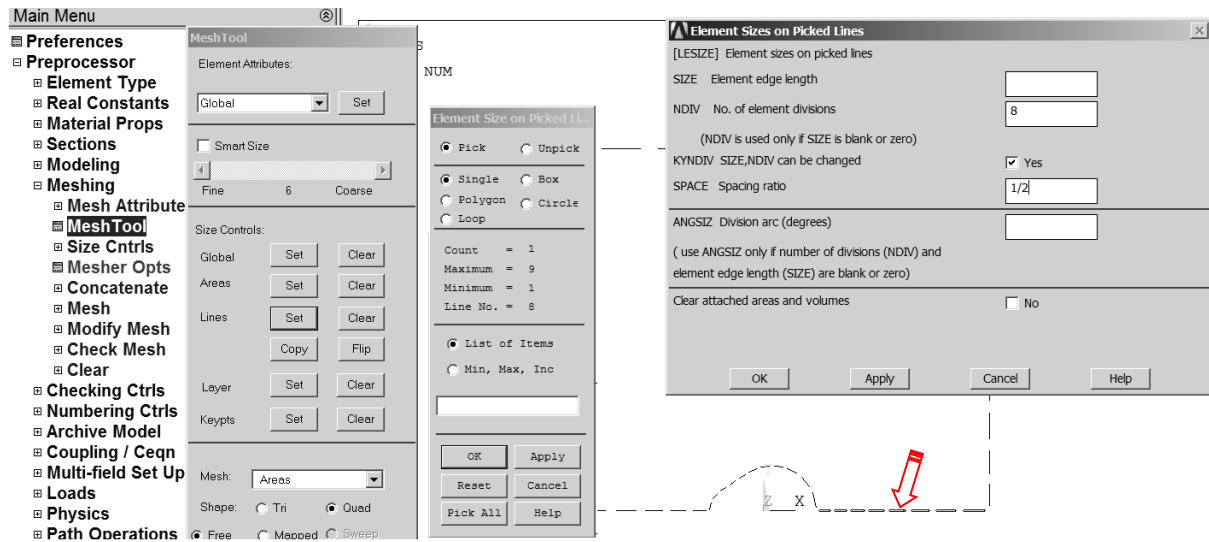
Wprowadzenie danych materiałowych - modułu Younga (EX) i stałej Poissona ($PRXY$):



Rys. 15. Wprowadzenie danych materiałowych

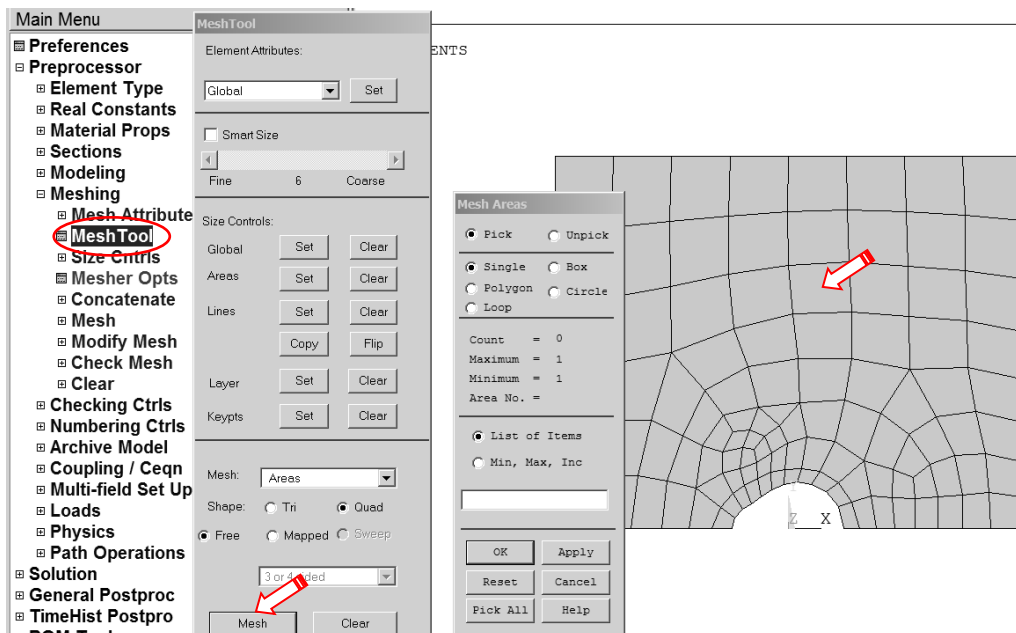
Określenie gęstości dyskretyzacji:

W przykładzie definiujemy gęstości podziału na kolejnych liniach zewnętrznych analizowanego obszaru. Sterowanie kierunkiem zagęszczania podziału linii odbywa się za pomocą parametru *SPACE*:



Rys. 16. Ustalanie parametrów sterowania gęstością siatki elementów dla przykładowej linii

Podział na elementy skończone (np. *free meshing*).

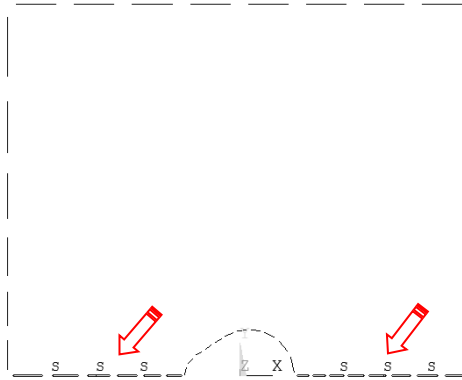
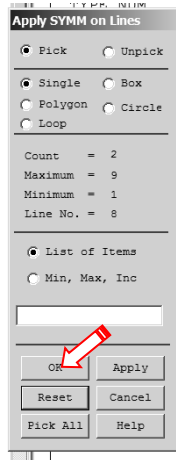
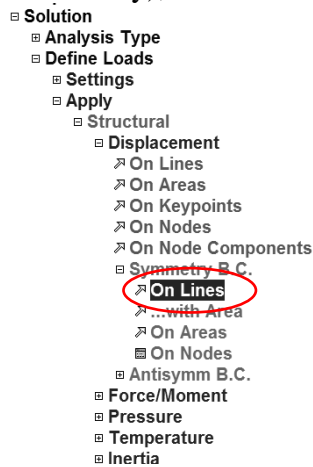


Rys. 17. Siatka elementów skończonych w obszarze tarczy

3.2. Solution – moduł rozwiązujący

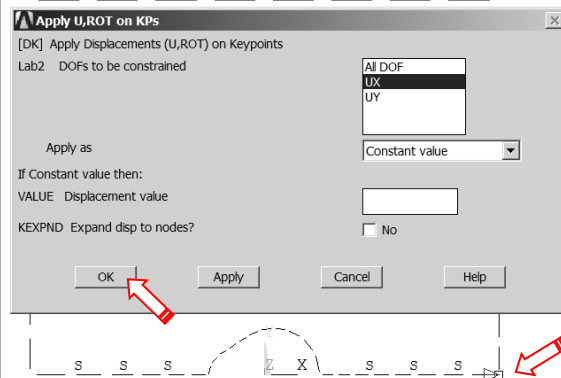
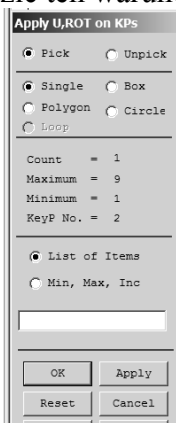
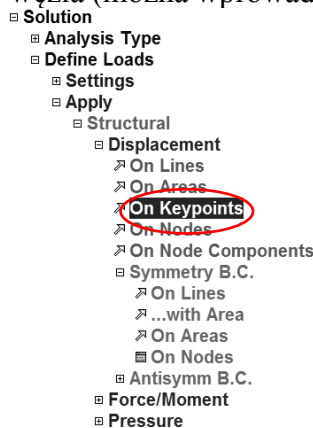
Określenie warunków podparcia:

a) warunek symetrii na linii łączącej dna karbów (odebranie swobody przemieszczeń w kierunku y),



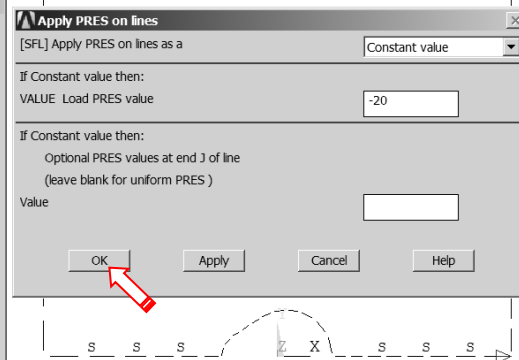
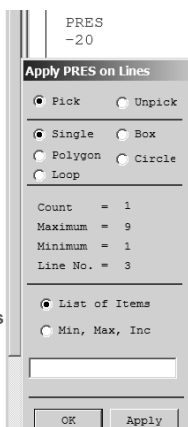
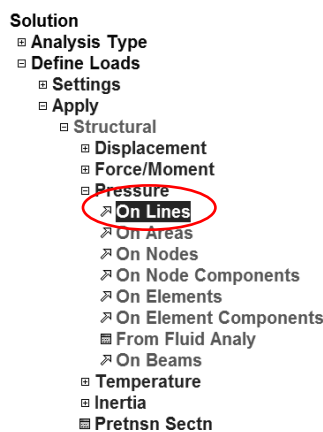
Rys. 18. Określenie warunków symetrii na liniach

b) dodatkowo trzeba odebrać możliwość przemieszczenia w kierunku x dowolnie wybranego węzła (można wprowadzić ten warunek bezpośrednio w węzeł lub punkt geometrii).



Rys. 19. Odebranie swobody przemieszczenia w kierunku X wybranego punktu geometrii

Wprowadzenie obciążenia w postaci ciśnienia na linii ED: $p = -20000/500/2$ MPa:

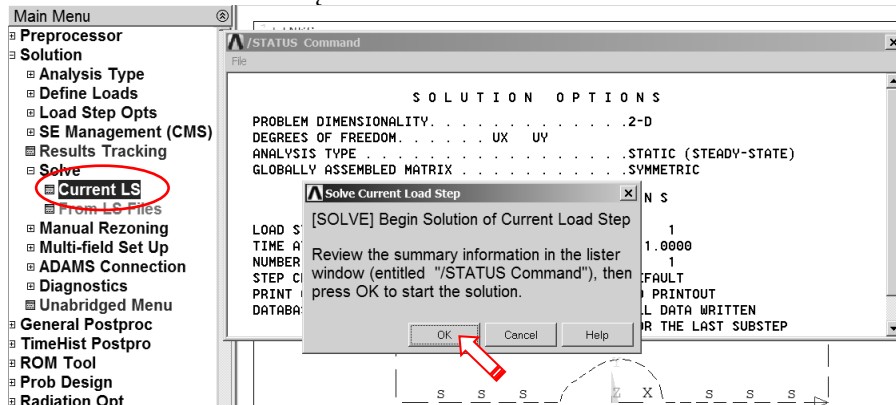


Rys. 20. Zadanie obciążenia ciągłego na linii

Uruchomienie obliczeń.

Przed uruchomieniem procesu obliczeniowego warto zapisać bazę danych. Można tego dokonać komendą SAVE w okienku ANSYS Toolbar (patrz punkt 3.2.1).

Uruchomić obliczenia komendą: *Solve > Current LS*.

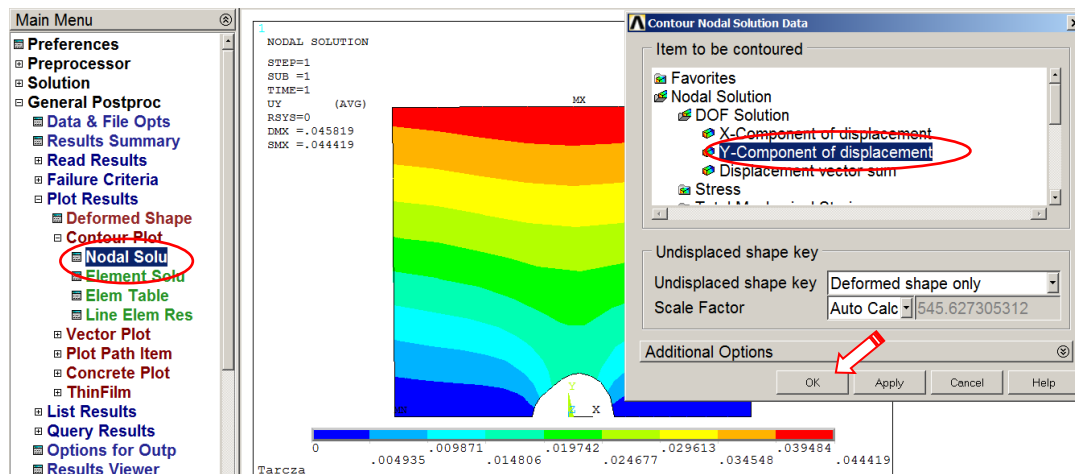


Rys. 21. Uruchomienie procesu rozwiązania

3.3. General postprocessor

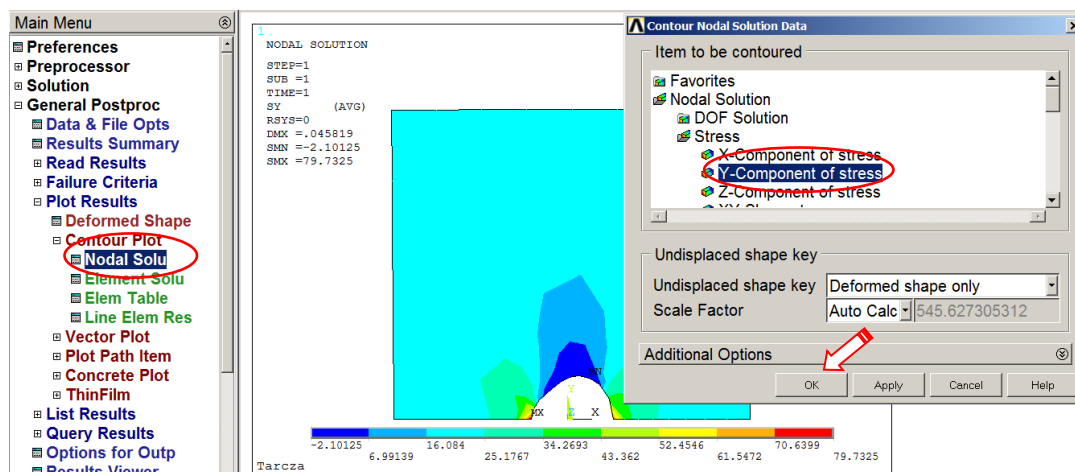
Prezentacja wyników w postaci map warstwowych.

a) Pokaż mapę przemieszczeń pionowych UY (na kierunek Y):



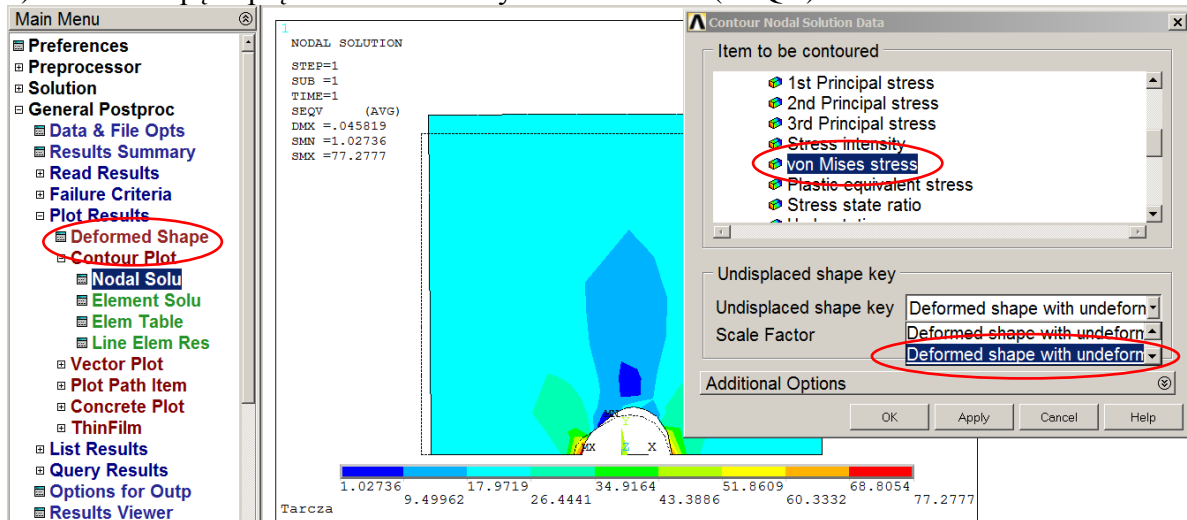
Rys. 22. Uruchamianie polecenia rysowania mapy składowej UY przemieszczenia

b) Pokaż mapę naprężeń rozciągających SY (na kierunek Y):



Rys. 23. Uruchamianie polecenia rysowania mapy składowej SY stanu naprężenia

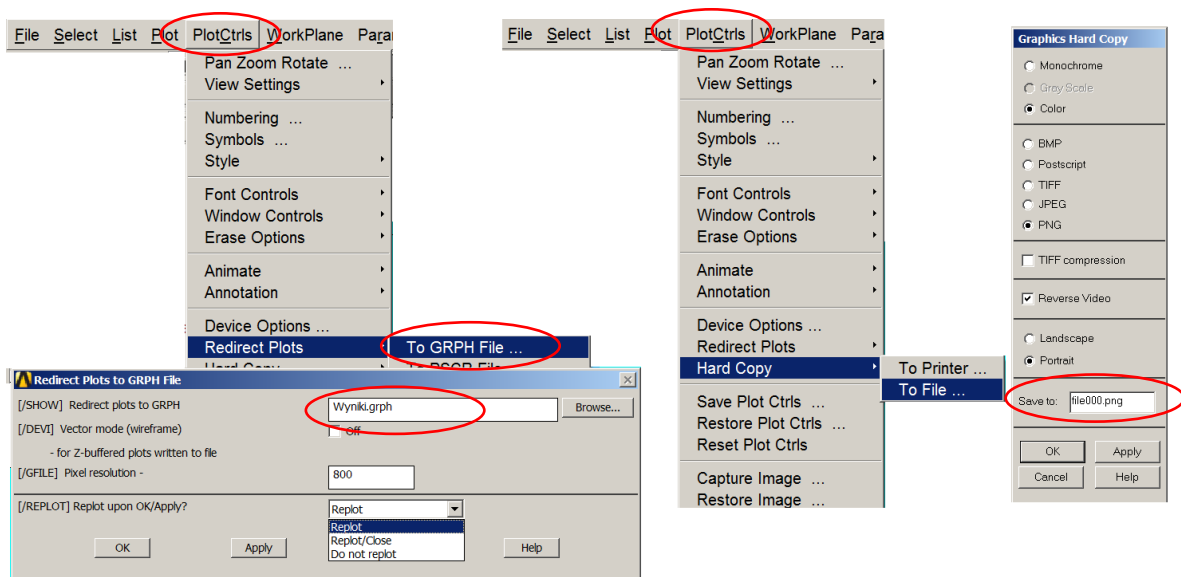
c) Pokaż mapę naprężeń zredukowanych - von Mises (SEQV).



Rys.24. Uruchamianie polecenia rysowania mapy naprężeń zredukowanych w obszarze tarczy

Zapisywanie oglądanego obrazu do zbioru graficznego:

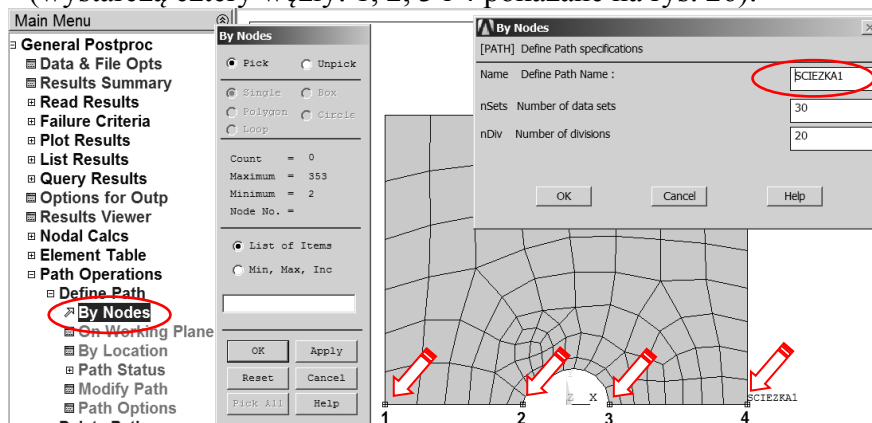
Każdy obraz wyświetlony w okienku graficznym można zapisać w wybranym pliku graficznym. Po zakończeniu pracy z programem zarchiwizowane w ten sposób rysunki dostępne są bezpośrednio (np. formaty JPEG, TIFF) lub można je edytować przy pomocy programu *Display* (dotyczy to zbiorów typu GRPH).



Rys. 25. Skierowanie obrazu do zbioru graficznego

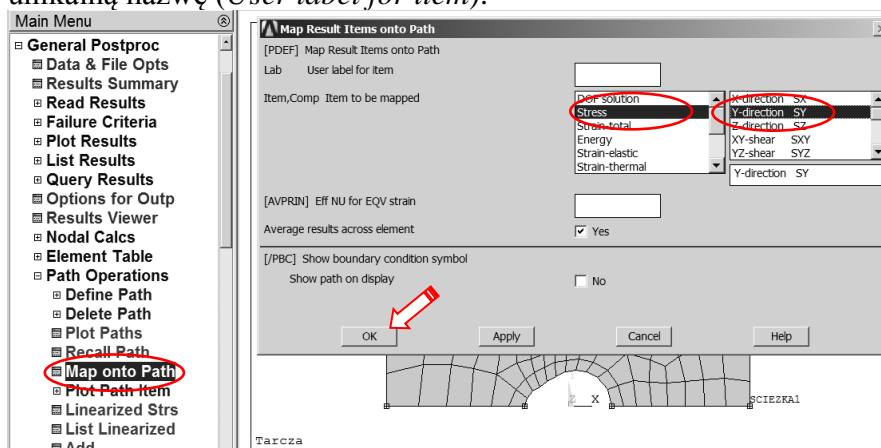
Sporządzanie wykresów naprężeń SY, SX i SEQV wzdłuż płaszczyzny symetrii tarczy:

- a) Wskaż ścieżkę, wzdłuż której będzie mierzona zmienna niezależna wykresu (s) (wystarczą cztery węzły: 1, 2, 3 i 4 pokazane na rys. 26):



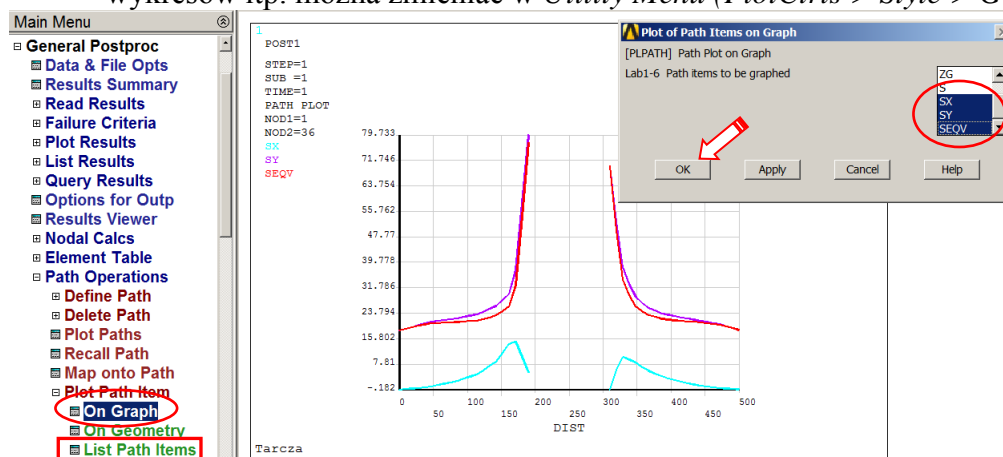
Rys. 26. Określenie ścieżki i jej parametrów

- b) Zdefiniuj żądane funkcje (np.: $SY(s)$, $SX(s)$, $SEQV(s)$). Każdej z funkcji można nadać unikalną nazwę (*User label for item*):



Rys. 27. Wskazanie wielkości fizycznych do prezentacji wzdłuż ścieżki

- c) Narysuj na wykresie wskazane funkcje. Skalę osi na wykresie, grubości i kolory linii wykresów itp. można zmieniać w *Utility Menu* (*PlotCtrls > Style > Graphs*).



Rys. 28. Prezentacja wykresów wskazanych składowych stanu naprężenia wzdłuż ścieżki

- d) Listuj wskazane funkcje (komenda zaznaczona ramką na rys.28).