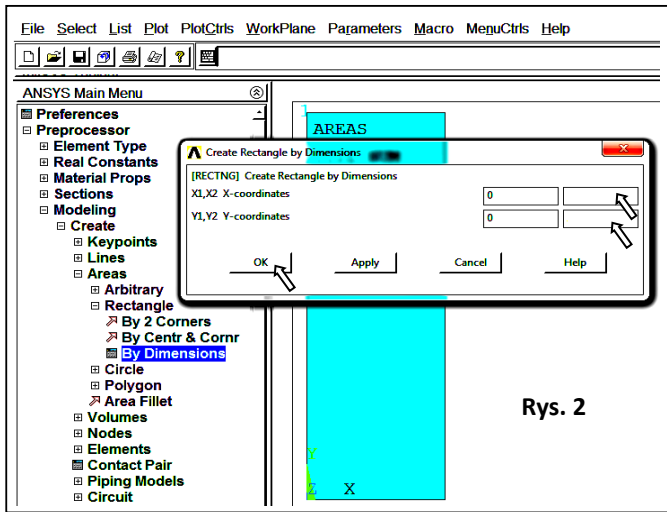


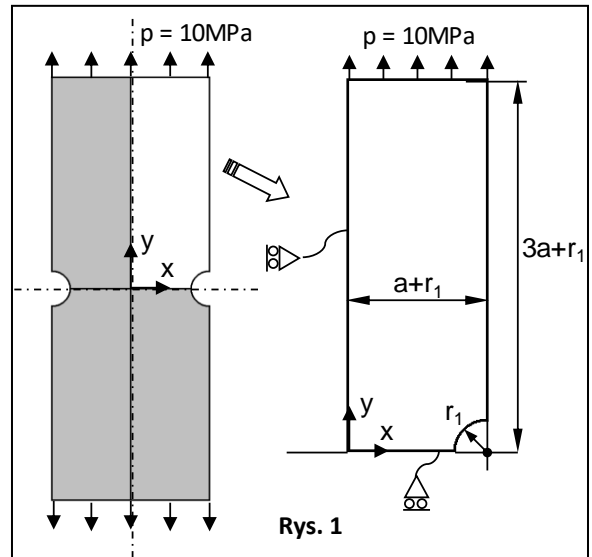
LAB 1. Model 2D tarczy z karami ($\frac{1}{4}$). Współczynnik koncentracji naprężeń w funkcji promienia karbu.

1. Model geometryczny cienkiej tarczy (jednej czwartej powierzchni) z karbem r_1 (Rys. 1):

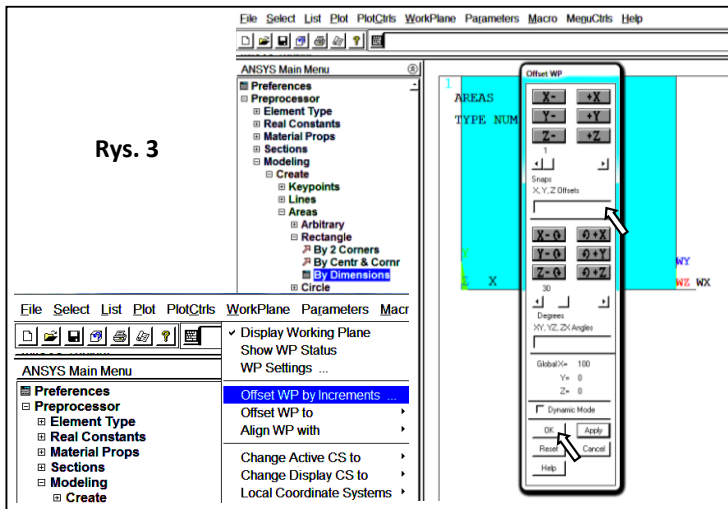
- a) utworzenie prostokąta (X- coordinates: 0 do $a+r_1$, Y- coordinates: 0 do $3a+r_1$, Rys. 2)
- b) wyświetlenie i przesunięcie płaszczyzny pracy (X, Y, Z Offsets) : $a+r_1, 0, 0$ (Rys. 3)
- c) utworzenie koła (Outer radius: r_1) (Rys. 4)



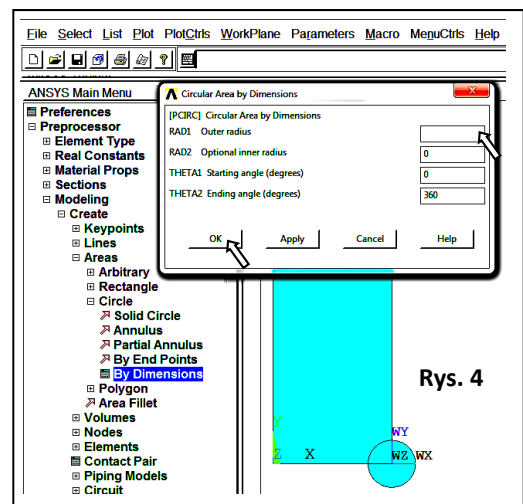
Rys. 2



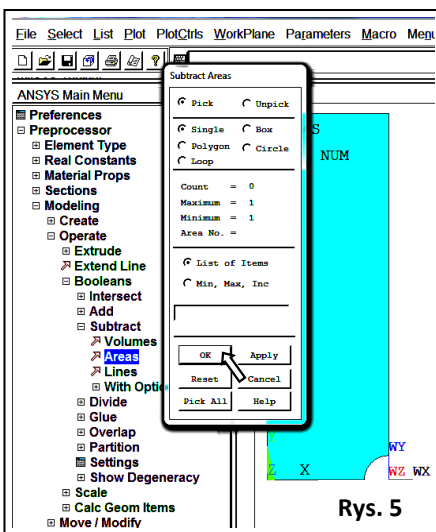
Rys. 1



Rys. 3



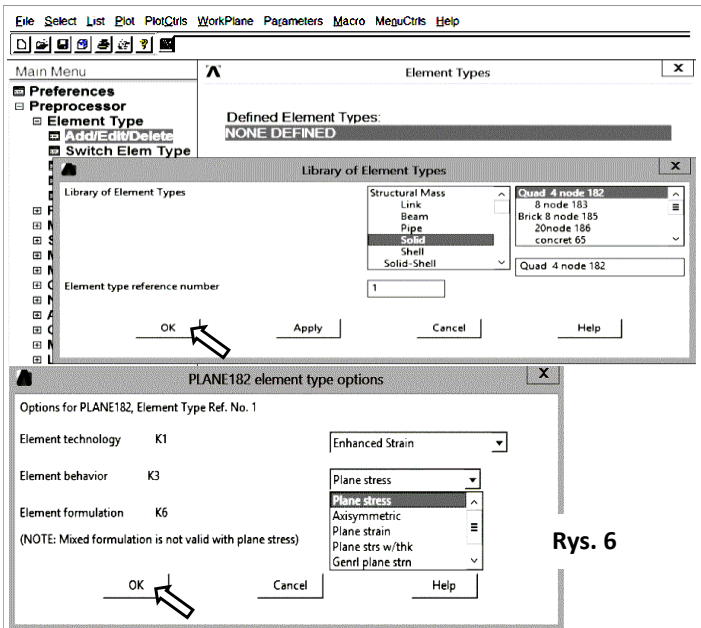
Rys. 4



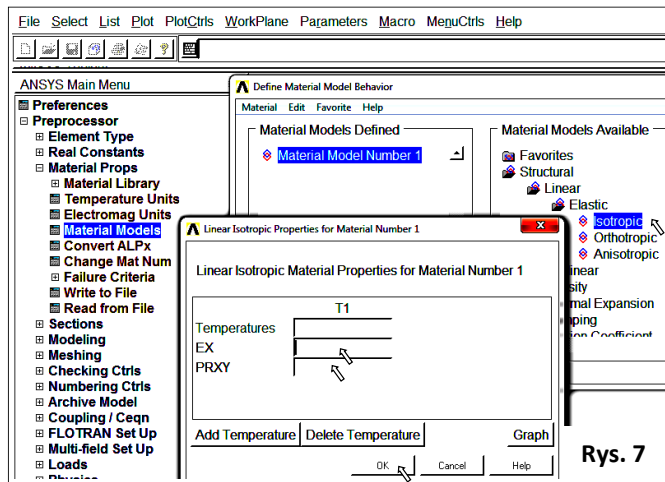
Rys. 5

d) odjęcie koła od prostokąta (Rys. 5): (pick or enter base areas from which to subtract -> zaznaczenie prostokąta (-> ok), pick or enter areas to be subtracted -> zaznaczenie koła (-> ok)

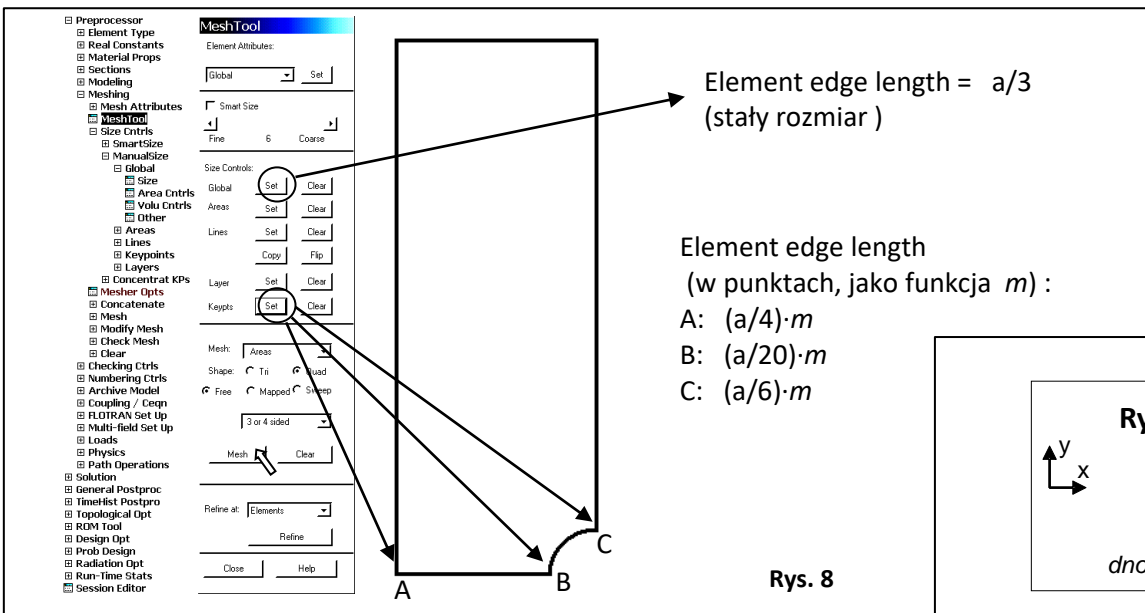
- 2. Wybór elementu skończonego: PLANE182 (Quad 4 node) w płaskim stanie naprężenia oraz z opcją enhanced strain (Rys. 6) :
- 3. Zdefiniowanie liniowo sprężystych, izotropowych właściwości materiału: E (moduł Younga) and ν (liczba Poissona) (Rys. 7)
- 4. Zapisanie bazy danych (Utility Menu>File>Save As..., *.db)
- 5. Zdefiniowanie gęstości dyskretyzacji: obliczenie rozmiaru elementu w funkcji parametru m (z Tabeli 1 i 2, wartość początkowa $m = 1$) i utworzenie siatki elementów skończonych (Rys. 8)
- 6. Zapisanie siatki w postaci obrazu (Plot> Elements, PlotCtrls> Redirect Plots-> To JPEG File ...)
- 7. Zapisanie w Tabeli 1:
 - liczby elementów (NOE), liczby węzłów (NON) (Utility Menu>List> Status> Global Status) i odległości pomiędzy sąsiednimi węzłami w dnie karbu (Utility Menu>List>Picked Entities+) (Rys. 9)
- 8. Zadanie warunku symetrii (Rys. 10) i ciśnienia: - 10 MPa (Rys. 11)
- 9. Obliczenie modelu (Solution-> Solve-> Current LS)



Rys. 6

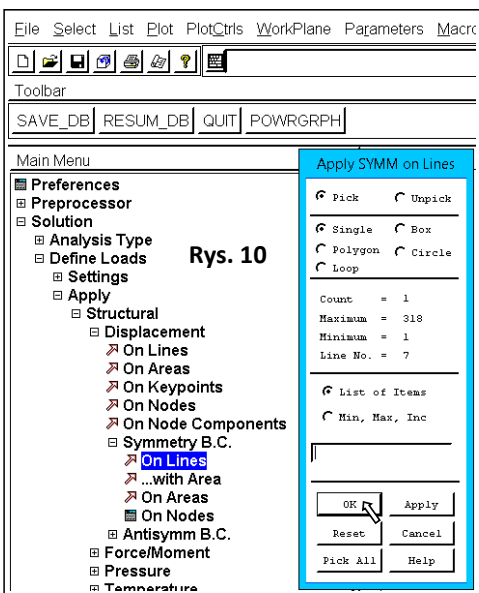


Rys. 7

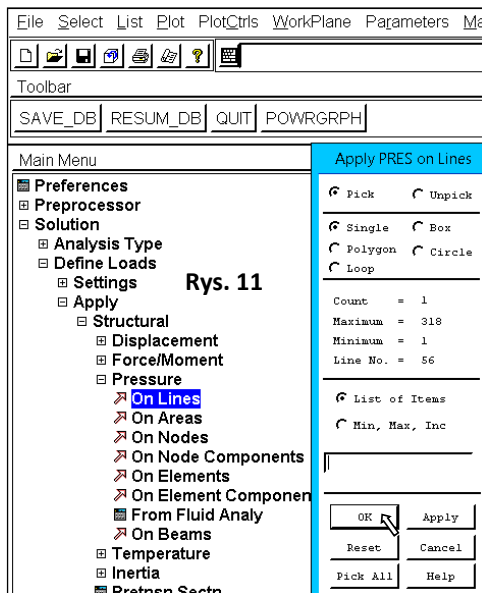


Rys. 8

Rys. 9



Rys. 10



Rys. 11

10. Wyświetlenie mapy konturowej przemieszczeń sumarycznych (Main Menu>General Postproc>Read Results>First Step, Main Menu>General Postproc>Plot Results>Contour Plot>Nodal Solu>DOF Solution>Displacement Vector sum 'USUM') i wpisanie maksymalnej wartości USUM do **Tabeli 1**.

11. Wyświetlenie składowych naprężeń SX, SY, SXY (Main Menu>General Postproc>Plot Results>Contour Plot>Nodal Solu>Stress ...)

12. Odczytanie wartości SX, SY, SXY dla węzła w dnie karbu (punkt B, Rys. 8) (Main Menu>General Postproc>Query Result>Subgrid Solu) i zapisanie danych w **Tabeli 1**:

13. Zmniejszenie wartości *m* and powtórzenie kroków od 5 do 12.

14. Zmiana elementu skończonego na PLANE 183 ('Quad 8 node' z węzłami pośrednimi jest elementem wyższego rzędu względem PLANE 182)

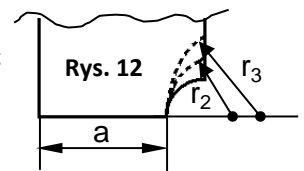
15. Powtórzenie kroków od 4 do 13 (bez punktu 6) i uzupełnienie **Tabeli 2**, zaczynając od *m* = 1.

16. Znalazienie i podkreślenie optymalnej wartości 'm' dla obu typów elementów skończonych. Należy uwzględnić następujące kryteria:

- naprężenia normalne (SX) w dnie karbu bliskie zeru,
- naprężenia styczne (SXY) w dnie karbu bliskie zeru,

(Raport z ćwiczenia powinien zawierać dodatkowo trzy wykresy: SX(d), SY(d), SXY(d) - dla obu typów elementów, dwie krzywe na każdym wykresie, gdzie d jest odległością pokazaną na Rys. 9)

17. Przeprowadzenie analiz MES dla tarcz z korbami o promieniu r_1 , r_2 , and r_3 . Należy zastosować jeden typ elementu skończonego (4-węzłowy lub 8-węzłowy) oraz przyjąć wartość parametru *m* taką, jak wyznaczona w pkt. 16. Dla każdej z analiz zapisać:



- liczby: węzłów i elementów skończonych,

- obraz siatki elementów skończonych,

- mapę konturową przemieszczeń sumarycznych (USUM),

- mapę konturową naprężeń zredukowanych z hipotezy Hubera (HMH) (SEQV),

- wykres z rozkładem naprężeń pomiędzy punktami A i B (SX, SY, SXY, SEQV). Utworzenie wykresu:

· wybór punktów A i B (Main Menu>General Postproc>Path Operations>Define Path>By Nodes (ok),

Name= path1, nSets =30, nDiv=200)

· wybór kolejnych składowych naprężeń (Main Menu>General Postproc>Path Operations>Map onto Path (ok) – pole 'Lab' zostawić puste)

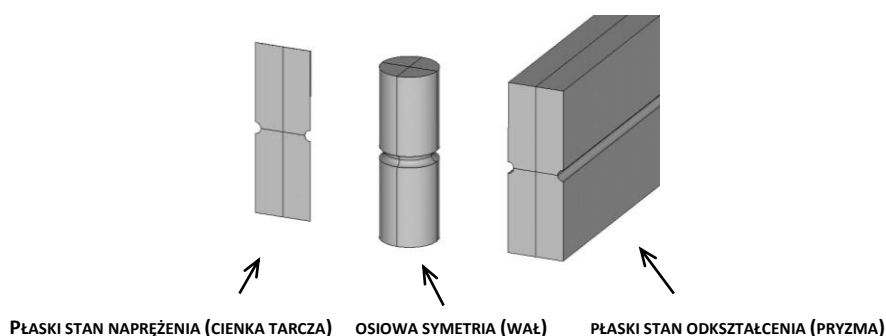
· zaznaczenie składowych naprężeń do wyświetlenia na wykresie (Main Menu>General Postproc>Path Operations>Plot Path Item>On Graph)

- obliczenie współczynnika koncentracji naprężeń α :

$$\alpha = \frac{SY_B}{p \cdot \left(\frac{a+r_1}{a} \right)} \quad (r_1 \text{ niezależnie od wartości promienia karbu})$$

18. Pokazanie zależności $\alpha(r)$ na wykresie (Excel).

19. Przeprowadzenie obliczeń MES modelu z korbem o promieniu r_1 dla płaskiego stanu odkształcenia i osiowej symetrii (Rys. 13). Należy zastosować ten sam typ elementu i wartości parametru *m*, co w pkt. 17. Porównać wartości współczynnika α dla trzech opcji elementu skończonego. Przy obliczeniu α dla przypadku osiowej symetrii naprężenie powinno być podzielone przez wyrażenie $p \cdot ((a+r_1)/a)^2$ zamiast $p \cdot (a+r_1)/a$.



Rys. 13

20. Dyskusja wyników i sformułowanie wniosków