

**LAB 3. Model powierzchniowy zbiornika ciśnieniowego (¼). Stan naprężenia w cienkościennym powłoce obrotowej.**

1. Opracowanie modelu geometrycznego zbiornika techniką "from the Bottom Up" (Rys. 1):

a) ustawienie globalnego sferycznego układu współrzędnych jako aktywnego: (Utility Menu > Working Plane > Change Active CS to > Global Spherical)

b) utworzenie sześciu punktów od 1 do 6 (Fig. 1) (Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > In Active CS).

Zamiast  $1000/\cos 20^\circ$  należy wpisać  $1000/\cos(20 \cdot 4 \cdot \text{ATAN}(1.0)/180)$

c) utworzenie czterech linii pomiędzy punktami (1-2), (2-3), (4-5) i (5-6) (Preprocessor > Modeling > Create > Lines > In Active Coord)

d) ustawienie globalnego kartezjańskiego układu współrzędnych jako układu aktywnego: (Working Plane > Change Active CS to > Global Cartesian)

e) skopiowanie punktu 4 o wymiar  $a = 100$  mm wzdłuż osi x układu globalnego (Preprocessor > Modeling > Copy > Keypoints)

f) utworzenie dwóch linii pomiędzy punktami (3-4) i (4-7) (Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Straight Line)

g) utworzenie powierzchni obrotowej przez wyciągnięcie południka powłoki (5 linii) wokół osi wyznaczonej przez punkty 1 i 6: Arc length in degrees: 90, No. of area segments: 1 (Preprocessor > Modeling > Operate > Extrude > Lines > About Axis) (Rys. 2)

h) utworzenie pierścienia wzmacniającego przez wyciągnięcie linii pomiędzy punktami (4-7) wokół osi (1-6) (Rys. 2)

i) scalenie punktów i linii o tych samych współrzędnych: Preprocessor > NumberingCtrls > Merge Items > All,

j) zapisanie bazy danych (Utility Menu > File > Save As..., zbiornik\_geom.db)

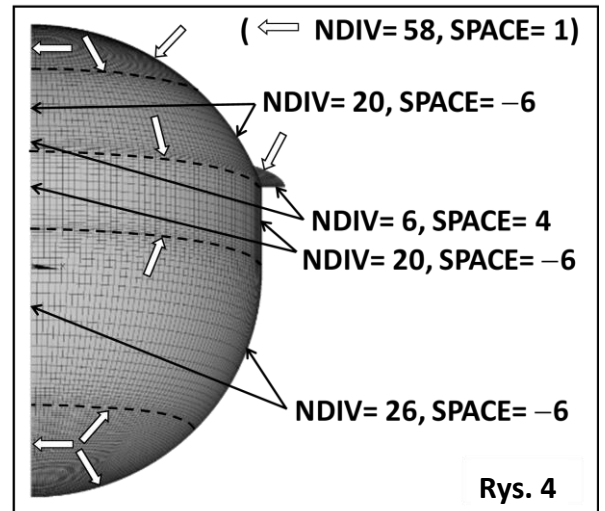
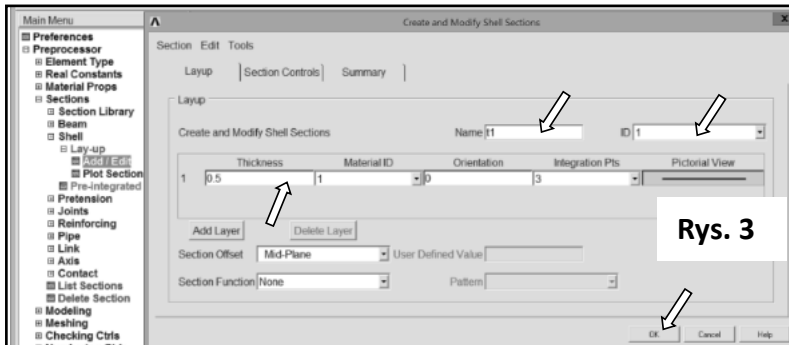
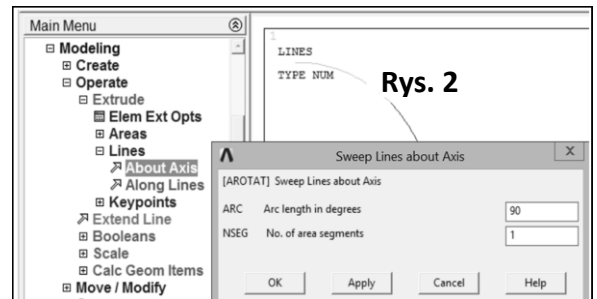
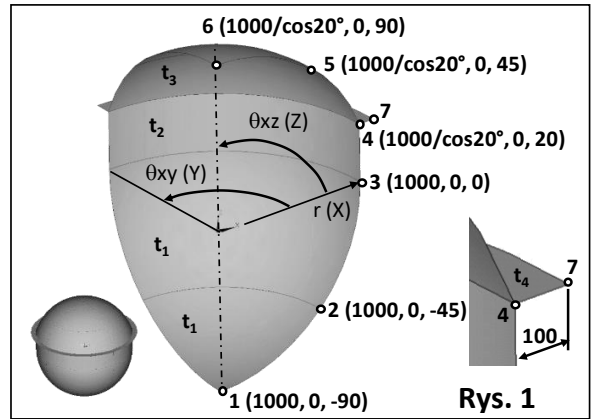
2. Wybór powłokowego elementu skończonego SHELL 281 (Shell 8 node) (Preprocessor > Element Type > Add >)

3. Zdefiniowanie liniowo sprężystych właściwości materiału:  $E = 2 \cdot 10^5$  MPa (moduł Younga),  $\nu = 0.3$  (liczba Poissona),

4. Zdefiniowanie grubości w powłoce jako przekrojów (Preprocessor > Sections > Shell > Lay-up > Add/Edit) (Rys. 3):

$$t_1 \geq \frac{|p|R}{2\sigma_a} = 0.5 \text{ mm}; t_2 \geq \frac{\sqrt{3}|p|R}{2\sigma_a} = 0.866 \text{ mm}; t_3 \geq \frac{|p|R}{2\sigma_a \cos 20^\circ} = 0.532 \text{ mm}; t_4 \geq \frac{|p|R^2 \tan 20^\circ}{2a\sigma_a} = 1.82 \text{ mm}$$

gdzie: ciśnienie  $p = 0.1$  MPa, promień  $R = 1000$  mm, naprężenia dopuszczalne  $\sigma_a = 100$  MPa, szerokość pierścienia  $a = 100$  mm (grubości zostały obliczone przy założeniu błonowego stanu naprężeń w powłoce)



5. Zadeklarowanie gęstości dyskretyzacji na liniach i utworzenie regularnej siatki z czworokątnymi elementami skończonymi (Rys. 4)

6. Zapisanie siatki elementów skończonych w postaci obrazu (Plot > Elements, PlotCtrls > Redirect Plots -> To JPEG File ...)

7. Zapisanie liczby węzłów i elementów w Tab. 1 (Utility Menu > List > Status > Global Status)

8. Zadanie warunków brzegowych: symetria w przekrojach zbiornika, przemieszczenie  $U_z = 0$  na wewnętrznej krawędzi pierścienia wzmacniającego i ciśnienie 0.1 MPa w powłoce (Rys. 5), Solution > Apply > Structural > Displacement > Symmetry B.C. > On Lines oraz Pressure > On Areas,

9. Obliczenie modelu (Solution -> Solve -> Current LS)

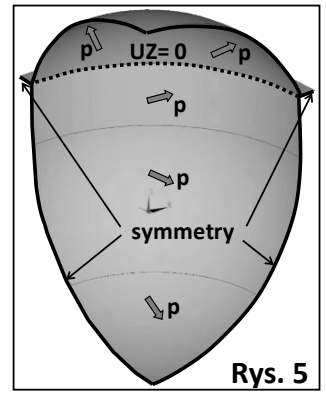
10. Wybór cylindrycznego układu globalnego do prezentacji wyników (Main Menu > General Postproc > Options for Output > [RSYS] -> Global Cylidric, [SHELL] -> Top layer) (Rys. 9).

11. Wyświetlenie mapy konturowej przemieszczeń promieniowych (Main Menu>General Postproc>Plot Results>Contour Plot> Nodal Solu> DOF Solution> X-Component of displacement, Scale Factor: Off) (Fig. 6). Zapisanie mapy konturowej jako obrazu oraz zapisanie wartości minimalnej i maksymalnej przemieszczenia UX w Tab. 1.

12. Wyświetlenie mapy konturowej naprężeń zredukowanych SEQV (Main Menu>General Postproc>Read Results>First Step, a później: Main Menu>General Postproc>Plot Results>Contour Plot>Nodal Solu>Stress > Von Mises stress, Scale Factor: Off) (Fig. 7). Zapisanie mapy konturowej jako obrazu i wartości maksymalnej w Tab. 1.

13. Zaznaczenie części połoki o grubości  $t_1$  (Utility Menu> Select> Entites> Areas > By Attributes > Section number > 1 -> Apply, Sele Belo). Wyświetlenie i zapisanie mapy konturowej naprężeń zredukowanych SEQV (Rys. 8) oraz zapisanie wyników w Tab. 1.

14. Powtórzenie zaznaczania dla pozostałych części powłoki. Zapisanie map konturowych z Rys. 8 i wyników w Tab. 1.



Rys. 5

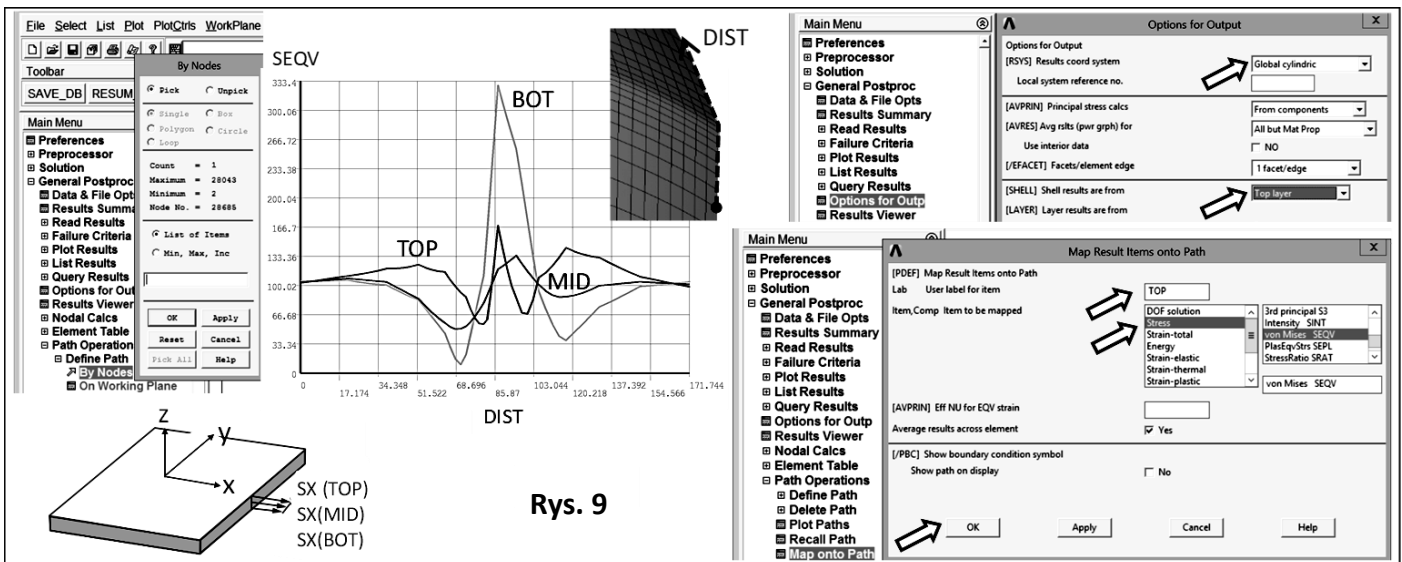
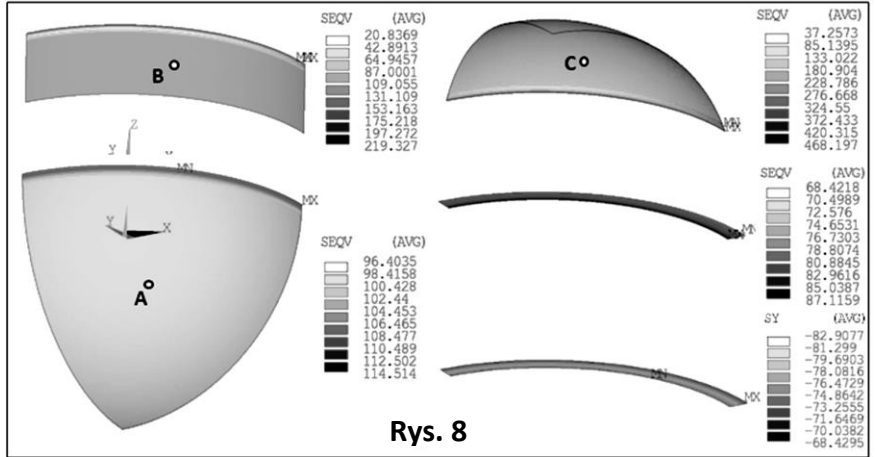
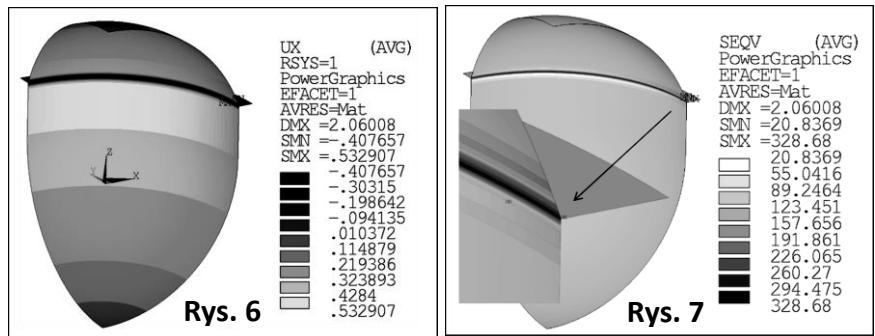
*Dla punktów A i C należy zmienić układ do prezentacji wyników na Globalny Sferyczny.*

15. Zaznaczenie całego zbiornika: Utility Menu> Select> Everything), a później odseparowanie pierścienia Select> Entites >... Unselect. Zdefiniowanie ścieżki pomiędzy częścią cylindryczną powłoki, a górną częścią sferyczną, wyświetlenie na wykresie oraz zapisanie naprężeń zredukowanych SEQV w warstwach górnej, średniej i dolnej (Rys. 9).

16. Ustalenie grubości:  $t_1 = 0.54$  mm i  $t_4 = 10$  mm i dobranie grubości  $t_2 = t_3$ , aby maksymalne naprężenia zredukowane SEQV w całej powłoce były mniejsze od dopuszczalnych ( $\sigma_a = 100$  MPa). Zapis map konturowych składowych naprężeń (Rys. 6 do 8) i wykresu (Rys. 9) do obrazów, a wyników do Tab. 2.

17. Zmiana grubości dolnej powłoki sferycznej  $t_1$  w celu spełnienia warunku stanu błonowego na połączeniu z częścią walcową:  $t_1 = (1-\nu)/(2-\nu) \cdot t_2$ . Pozostałe grubości zbiornika przyjąć na podstawie pkt. 16. Obliczenie modelu i zapisanie dwóch map konturowych, pokazanych po lewej stronie na Rys. 8, zapisanie wyników liczbowych w Tab. 3.

18. Zbadanie wpływu grubości pierścienia  $t_4$  (wg Tab. 4, pozostałe grubości z pkt. 17). Obliczenie modelu i zapisanie wyników w Tab. 4. Pokazanie maksymalnych naprężeń SEQV w zbiorniku w funkcji grubości  $t_4$  na wykresie (Excel).



Rys. 9

19. Dyskusja wyników i sformułowanie wniosków