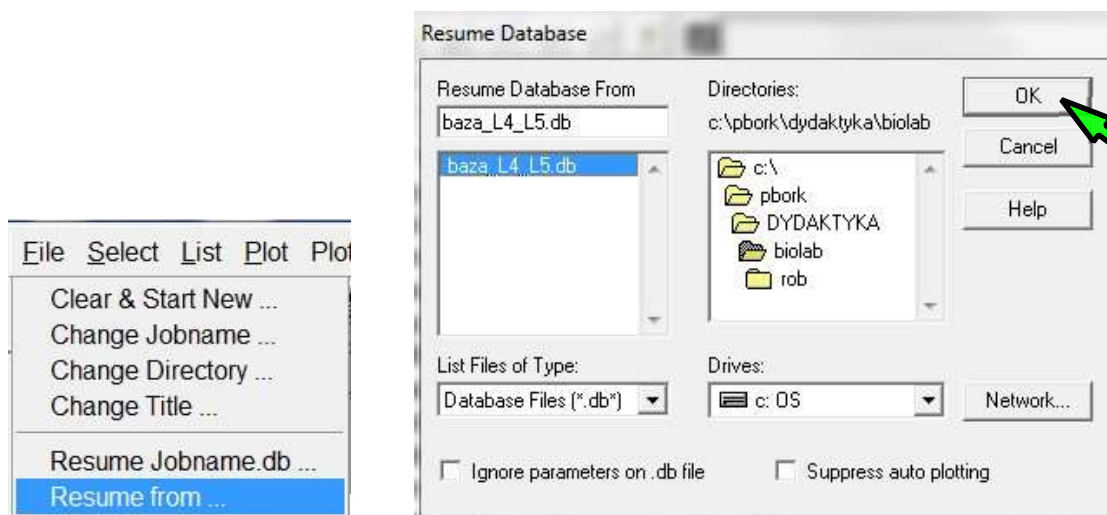
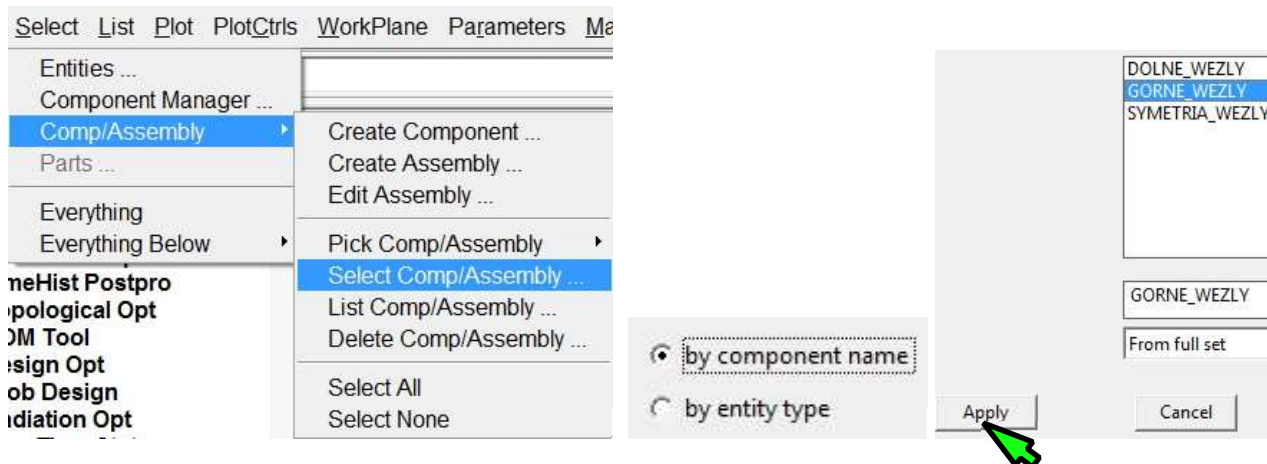


# ANALIZA UPROSZCZONEGO SEGMENTU KRĘGOSŁUPA L4-L5

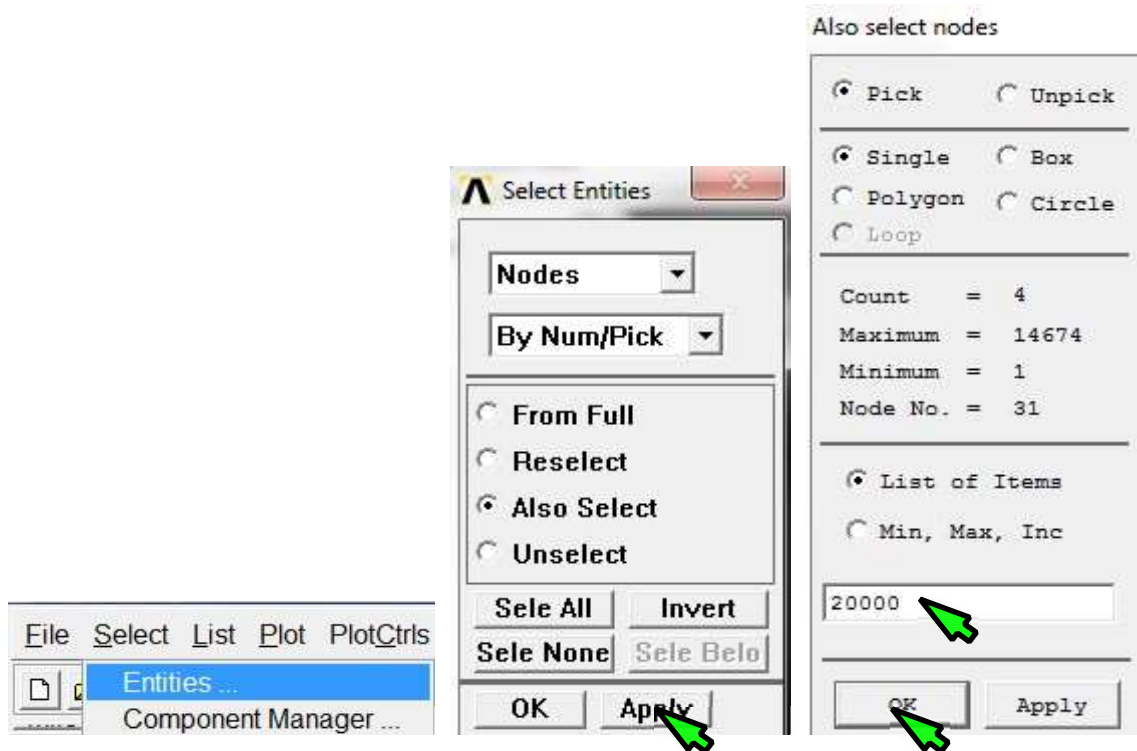
## 1. Wczytanie bazy danych



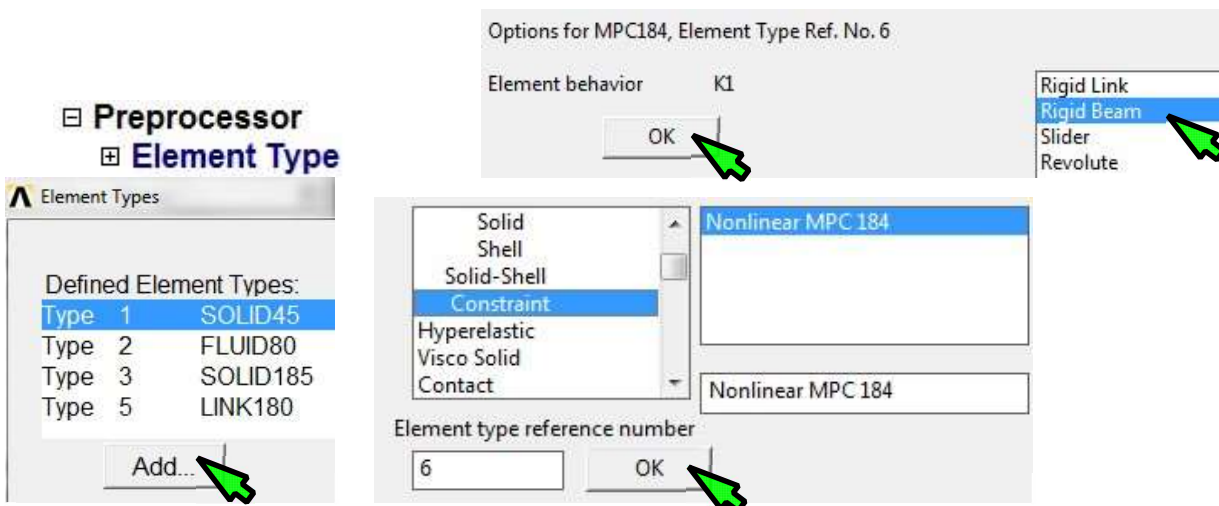
## 2. Wyselekcjonowanie zbioru GORNE\_WEZLY



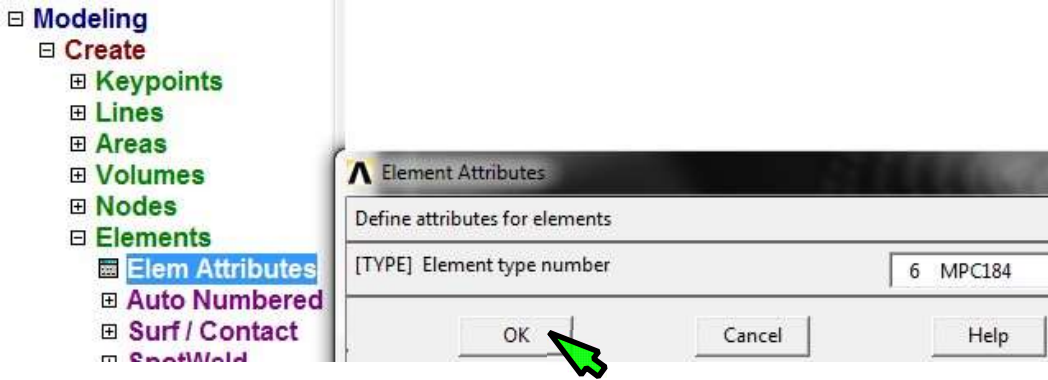
3. Dodatkowe wyselekcjonowanie węzła 20000



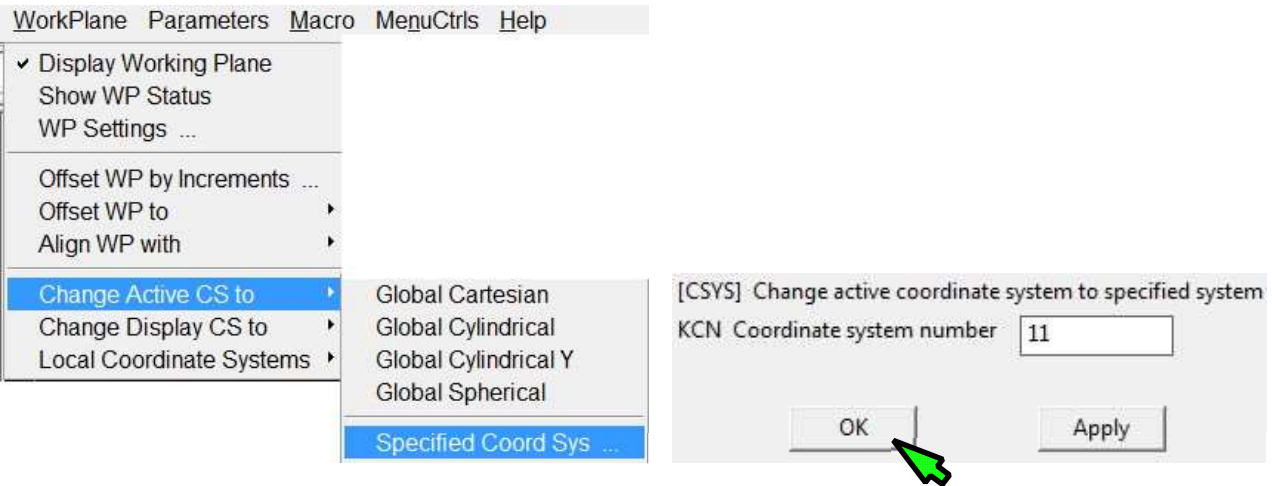
4. Zdefiniowanie elementu MPC 184 (z opcją *Lagrange Multiplier*)



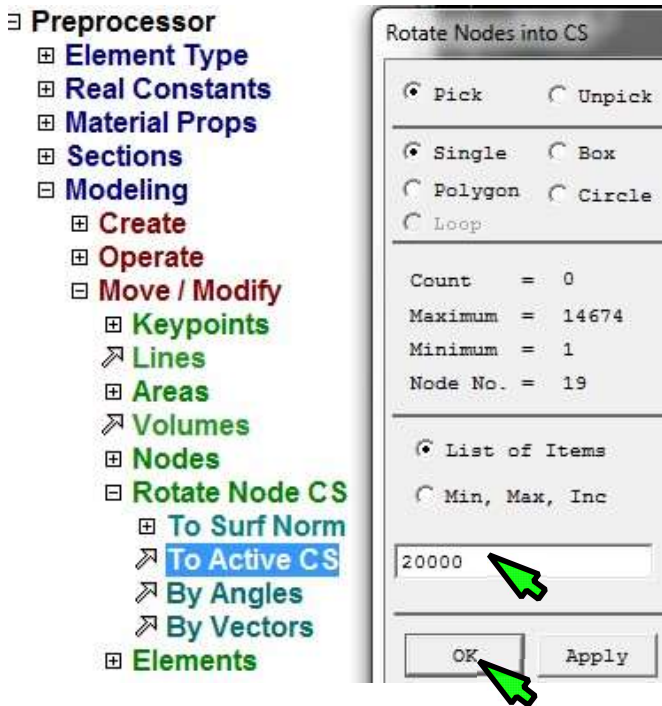
5. Zdefiniowanie atrybutów przy tworzeniu elementów



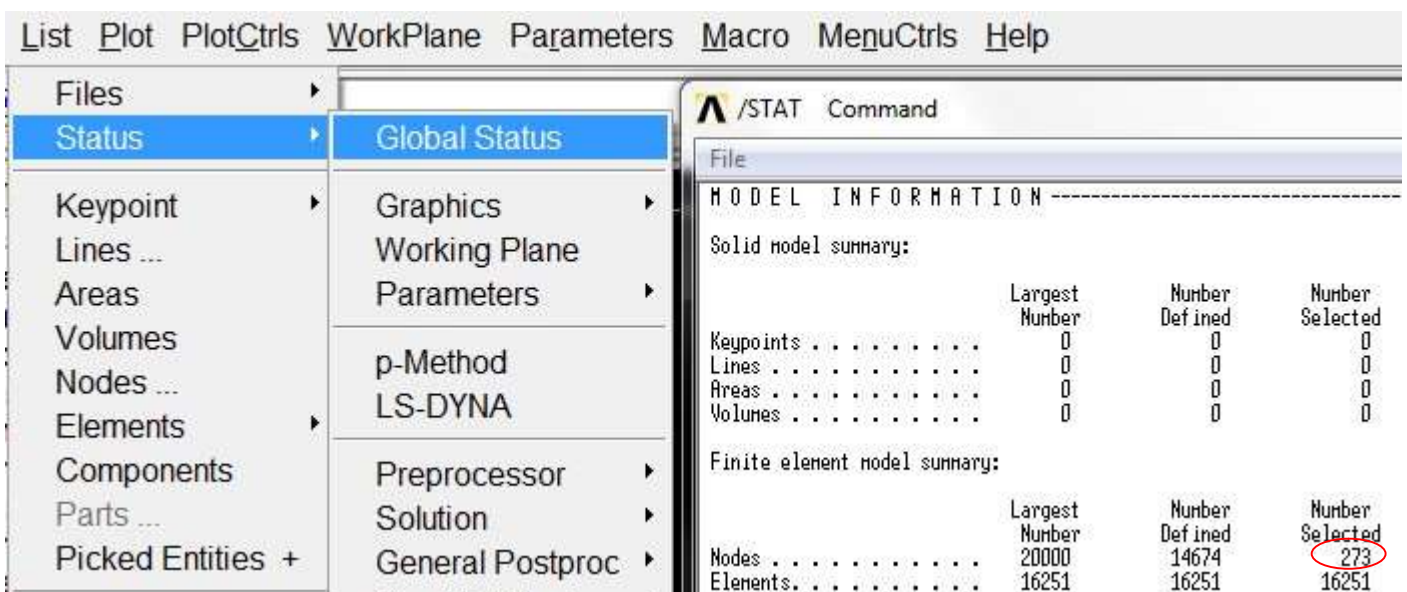
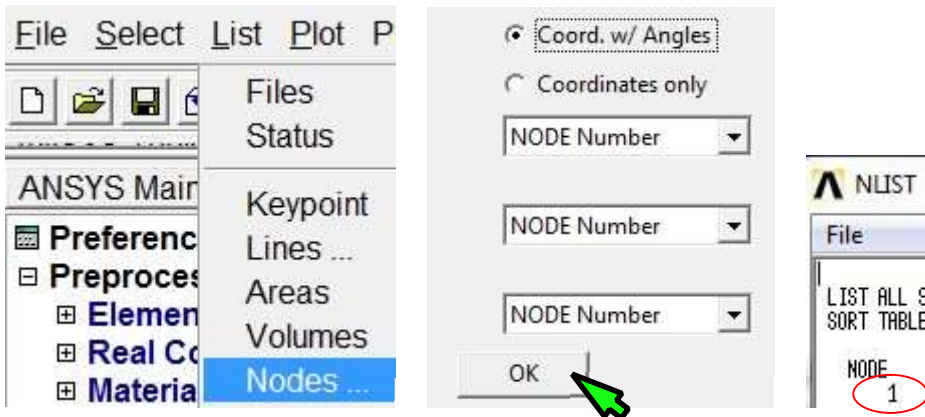
6. Uaktywnienie układu współrzędnych 11



7. Obrócenie układu współrzędnych węzła 20000 do układu 11



## 8. Edycja pliku loop

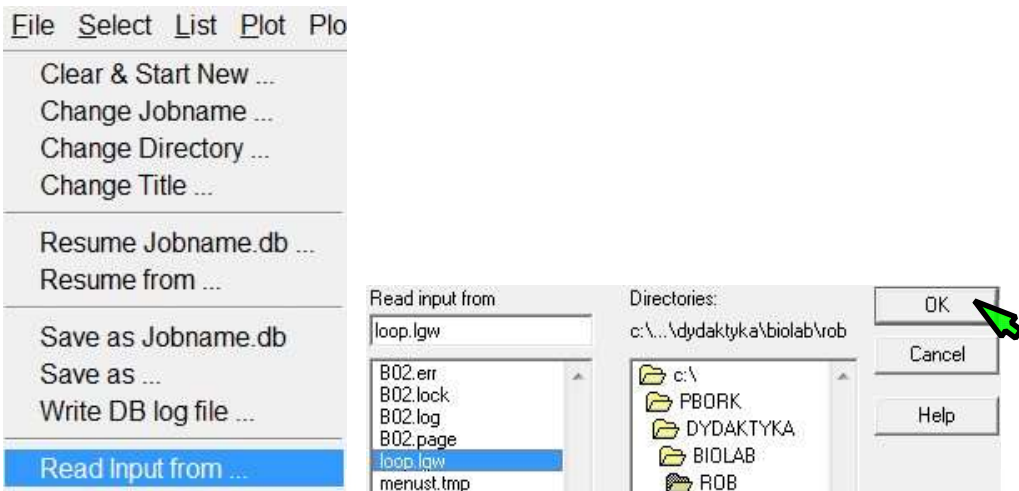


Plik należy uzupełnić:

```

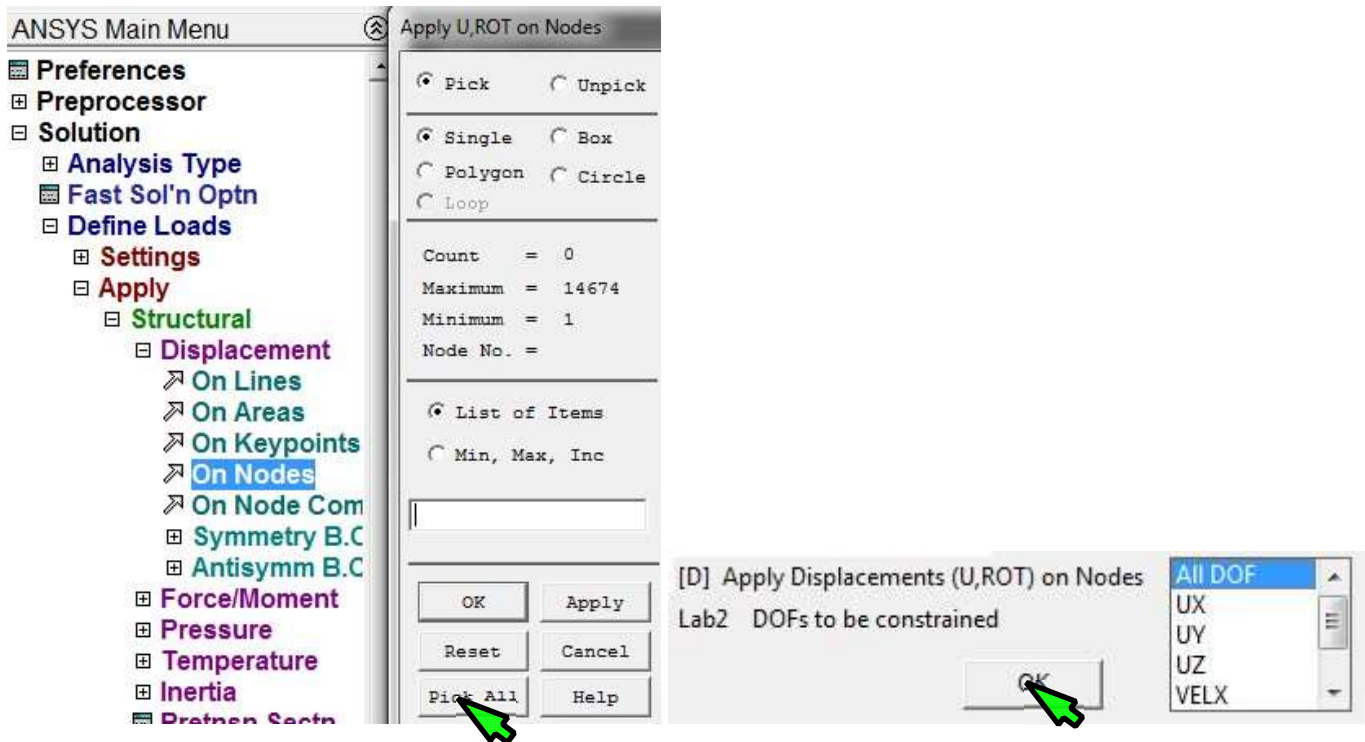
numer_wspolny= 20000
najnizszy_wezel=1
liczba_wezlow=273
wezel=najnizszy_wezel
*do,i,1,liczba_wezlow-1,1
E,numer_wspolny,wezel
*GET,nastepny,NODE,wezel,NXTH
wezel=nastepny *enddo
    
```

9. Wczytanie pliku loop (utworzenie elementów MPC 184)

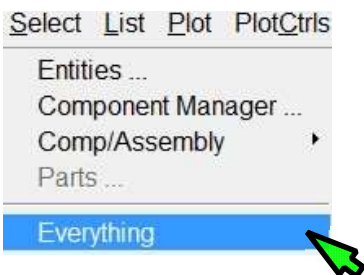


10. Wyselekcjonowanie zbioru DOLNE\_WEZLY (→ pkt 2))

11. Utwierdzenie modelu od dołu (zaznaczony tylko zbiór DOLNE\_WEZLY)



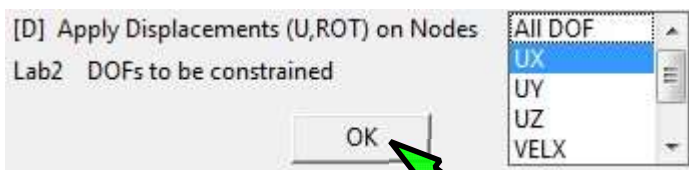
12. Zaznaczenie całego modelu



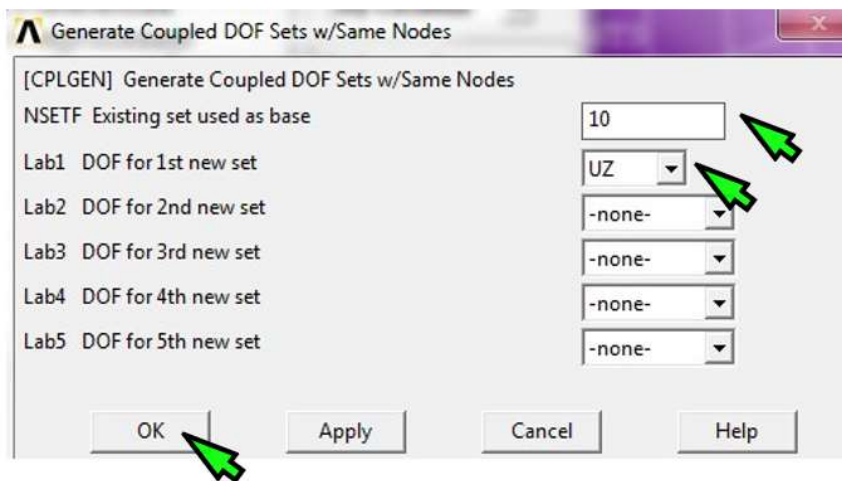
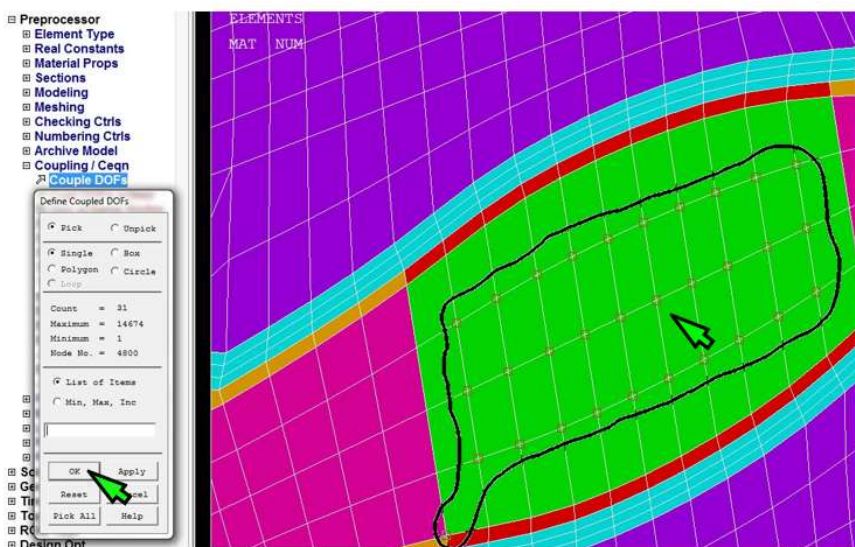
13. Utwierdzenie węzła 20000 (→ pkt. 11.)

14. Wyselekcjonowanie zbioru SYMETRIA\_WEZLY (→ pkt 2)

15. Zadanie warunku symetrii (równoważne odebraniu przemieszczeń UX w węzłach → pkt. 11.)

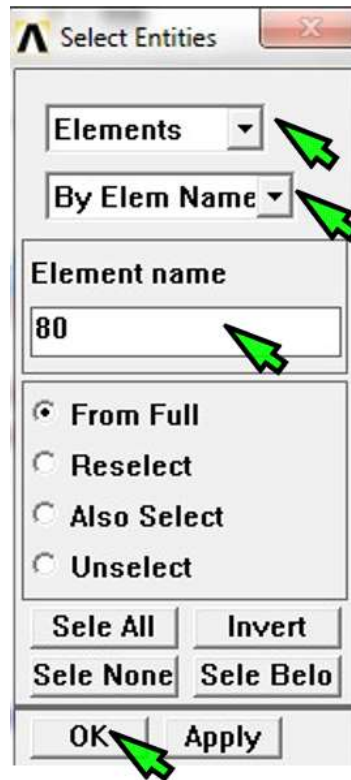


16. Powiązanie stopni swobody UY i UZ w przekroju jądra miazdzystego z jednym węzłem wspólnym dla jądra i osnowy pierścienia włóknistego (po zaznaczeniu węzłów)



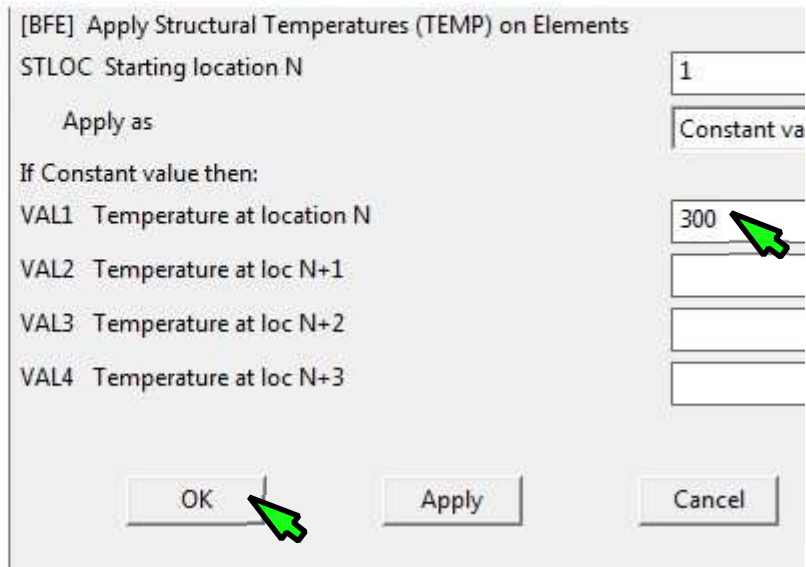
- Coupling / Ceqn
- Couple DOFs
- Cupl DOFs w/Mstr
- Gen w/Same Nodes

17. Wyselekcjonowanie elementów FLUID80

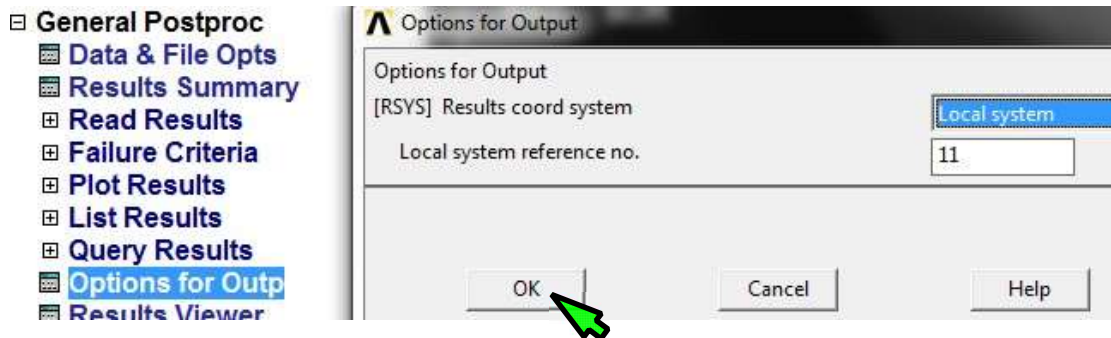


18. Zadanie temperatury w elementach FLUID80 np: 300 °C

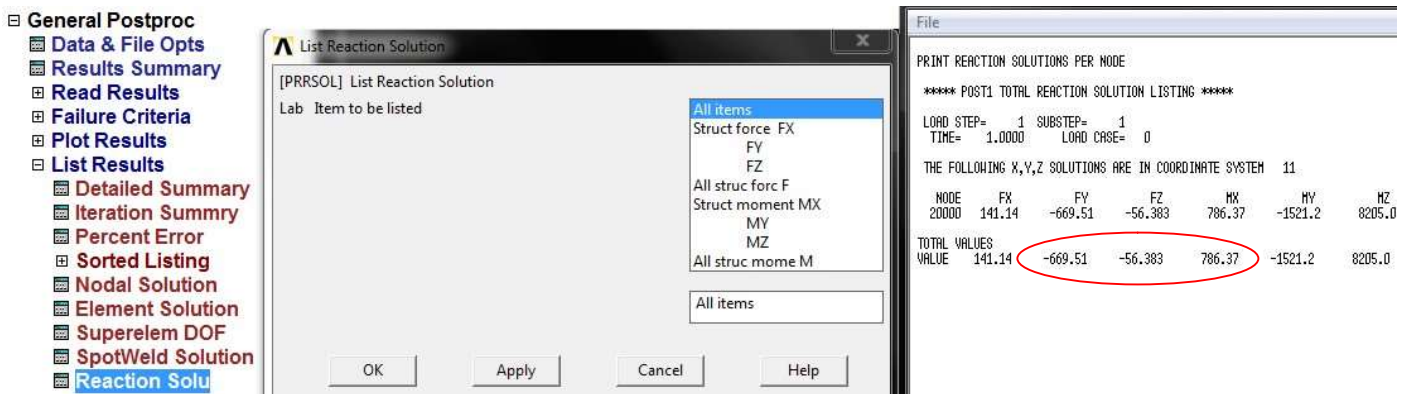
- [-] Solution
  - [+] Analysis Type
  - [+] Fast Sol'n Optn
  - [-] Define Loads
    - [+] Settings
    - [-] Apply
      - [-] Structural
        - [+] Displacement
        - [+] Force/Moment
        - [+] Pressure
        - [-] Temperature
          - [+] On Lines
          - [+] On Areas
          - [+] On Volumes
          - [+] On Keypoints
          - [+] On Nodes
          - [+] On Node Com
          - [+] From Therm A
          - [+] Uniform Temp
          - [+] On Elements
          - [+] On Element C



19. Zaznaczenie całego modelu (→ pkt. 12.)
20. Zapisanie bazy danych File/ Save As : (np.: model\_0.db)
21. Obliczenie modelu (Solve)
22. Ustawienie lokalnego układu 11 do prezentacji wyników.



23. Wyselekcjonowanie węzła 20000 (→ pkt. 3., z opcją *From Full*)
24. Odczytanie reakcji w węźle 20000, zapisanie okna z reakcjami do pliku tekstowego (File > Save As...)

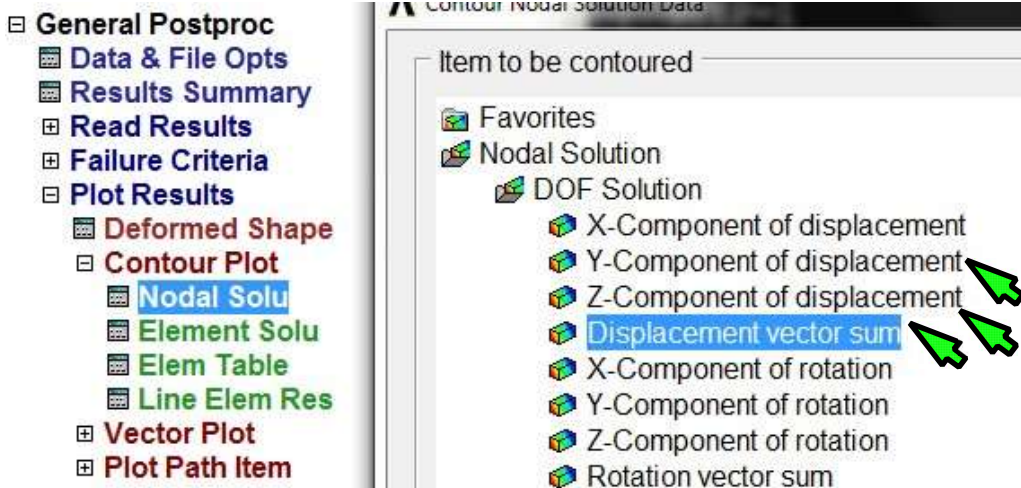


25. Dobór temperatury, aby uzyskać siłę  $F_Y = -500\text{N}$  – zakładamy, że wartość ta odpowiada pozycji neutralnej kręgosłupa:

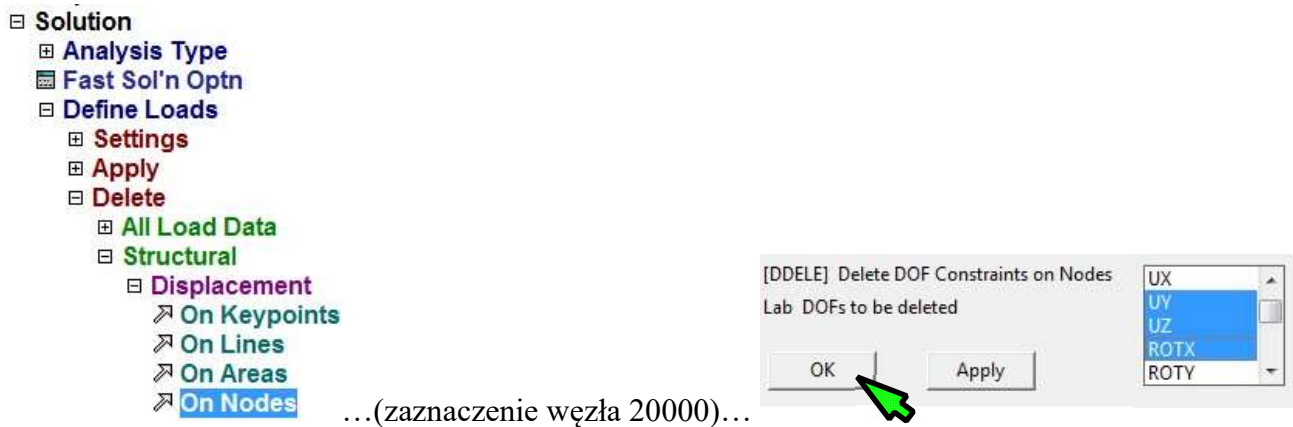
$$(-500\text{N})/(-669.51\text{N}) \cdot 300^\circ\text{C} = 224.045^\circ\text{C}$$



26. Zapisanie mapy konturowej przemieszczeń UY, UZ (układ 11) i sumarycznych USUM



27. Usunięcie więzów UY, UZ i ROTX z węzła 20000 (stopni swobody w płaszczyźnie symetrii)



28. Zamiana utwierdzenia: UY, UZ i ROTX w węźle 20000 na siły FY, FZ oraz moment MX, równe odczytanym reakcjom (po dobraniu temperatury, dla której siła FY=-500N)

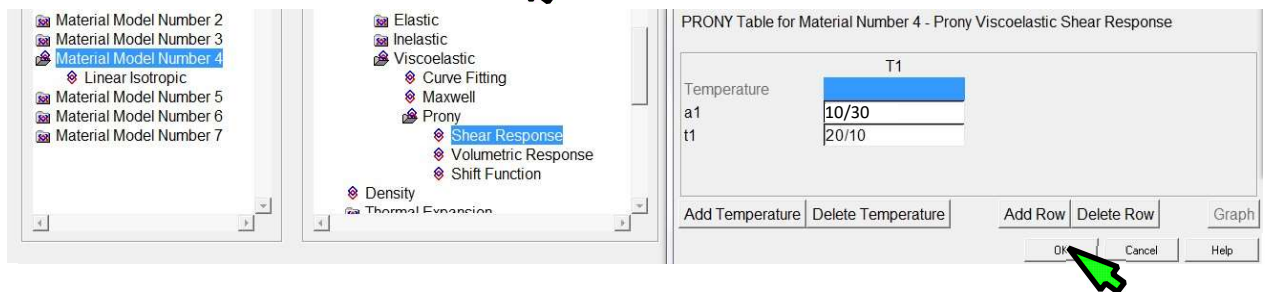
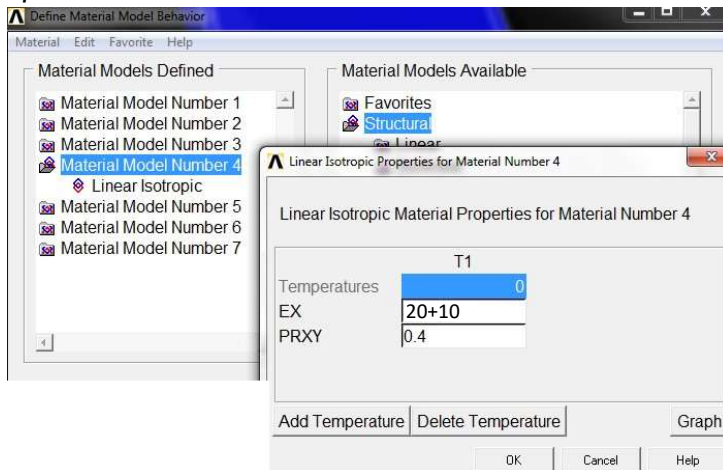


29. Obliczenia sprawdzające (*Solve*)

30. Zapisanie mapy konturowej przemieszczeń UY (układ 11) i przemieszczeń sumarycznych USUM

31. Porównanie wyników z otrzymanymi w pkt. 26.

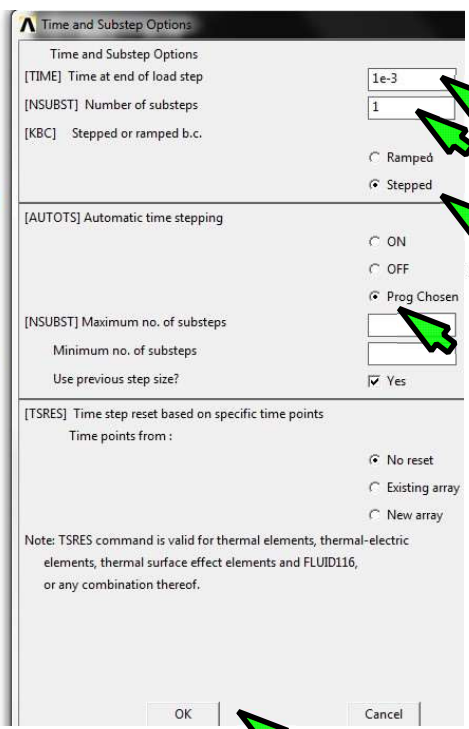
32. Zadanie modelu lepkosprężystego w materiale pierścienia włóknistego:  $E_{\infty} = 20 \text{ MPa}$ ,  $E_I = 10 \text{ MPa}$ ,  $\eta_I = 20 \text{ MPa}\cdot\text{s}$



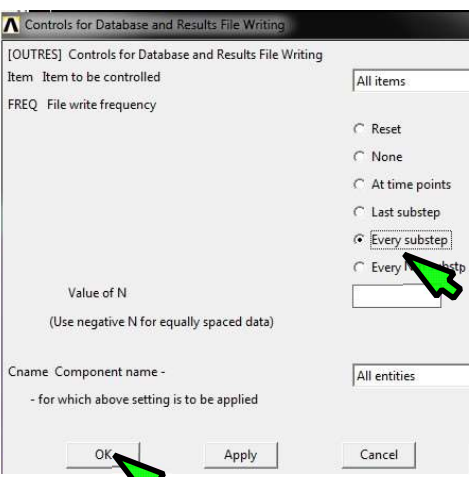
33. Zdefiniowanie obliczeń w sześciu krokach czasowych

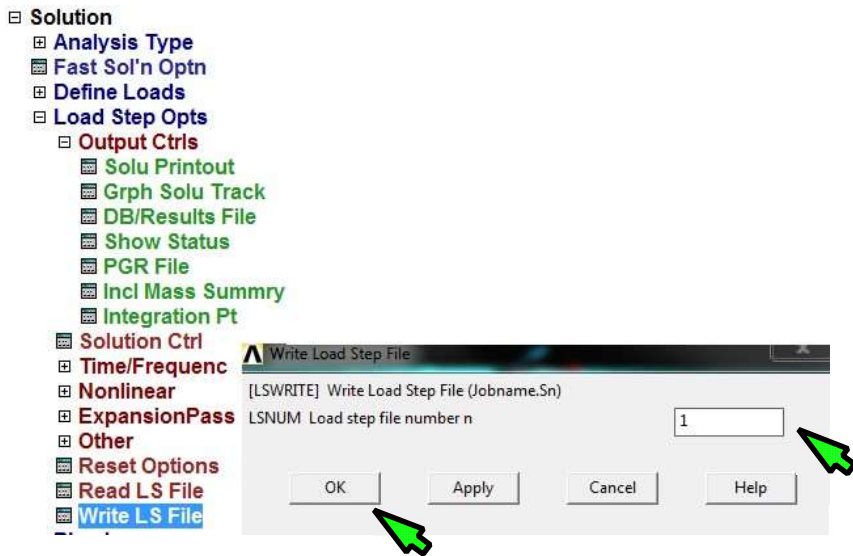
0–0.001s: pozycja neutralna kręgosłupa (*ramped, 1 substep*)

- ▣ Solution
  - ▣ Analysis Type
  - ▣ Fast Sol'n Optn
  - ▣ Define Loads
  - ▣ Load Step Opts
  - ▣ Output Ctrl
  - ▣ Solution Ctrl
  - ▣ Time/Frequenc
  - ▣ Time - Time Step
  - ▣ Time and Substps
  - ▣ Nonlinear
  - ▣ ExpansionPass
  - ▣ Other
  - ▣ Reset Options
  - ▣ Read LS File
  - ▣ Write LS File
  - ▣ Physics
  - ▣ SE Management (CMS)
  - ▣ Results Tracking
  - ▣ Solve
  - ▣ Manual Rezoneg
  - ▣ FLOTRAN Set Up
  - ▣ Run FLOTRAN
  - ▣ Multi-field Set Up
  - ▣ ADAMS Connection
  - ▣ Diagnostics
  - ▣ Abridged Menu
  - ▣ General Postproc
  - ▣ TimeHist Postpro
  - ▣ Topological Opt
  - ▣ ROM Tool
  - ▣ Design Opt
  - ▣ Prob Design
  - ▣ Radiation Opt
  - ▣ Run-Time Stats
  - ▣ Session Editor



- ▣ Solution
  - ▣ Analysis Type
  - ▣ Fast Sol'n Optn
  - ▣ Define Loads
  - ▣ Load Step Opts
  - ▣ Output Ctrl
  - ▣ Solu Printout
  - ▣ Grph Solu Track
  - ▣ DB/Results File
  - ▣ Show Status
  - ▣ PGR File
  - ▣ Incl Mass Summary
  - ▣ Integration Pt
  - ▣ Solution Ctrl
  - ▣ Time/Frequenc
  - ▣ Nonlinear
  - ▣ ExpansionPass
  - ▣ Other
  - ▣ Reset Options
  - ▣ Read LS File
  - ▣ Write LS File
  - ▣ Physics
  - ▣ SE Management (CMS)





0.001–20s : odpowiedź lepkosprężysta (*stepped, 10 substeps*)

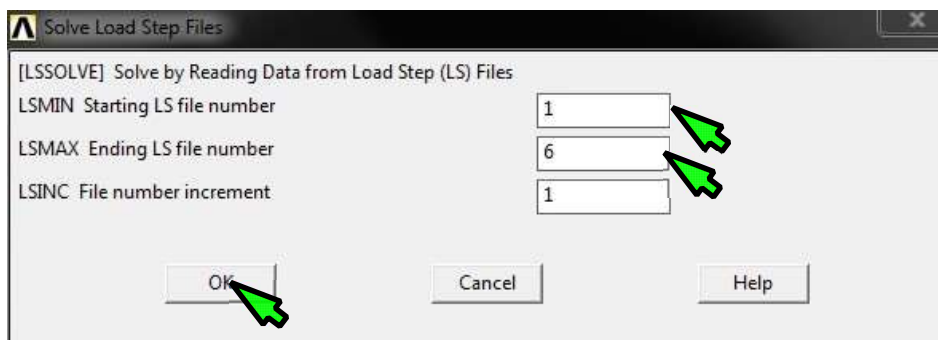
20–20.001s : przyłożenie dodatkowej siły: obciążenie węzła 20000 siłą FY: -1500N (*ramped, 1 substep*)

20.001–40s : odpowiedź lepkosprężysta (*stepped, 10 substeps*)

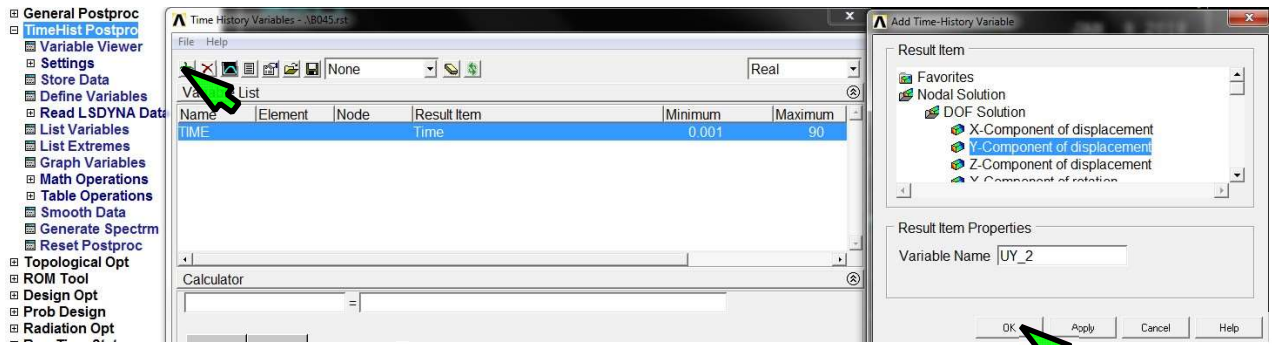
40–40.001s : przyłożenie dodatkowego momentu: obciążenie węzła 20000 momentem MX=10000Nmm (*ramped, 1 substep*)

40.00–60s : odpowiedź lepkosprężysta (*stepped, 10 substeps*)

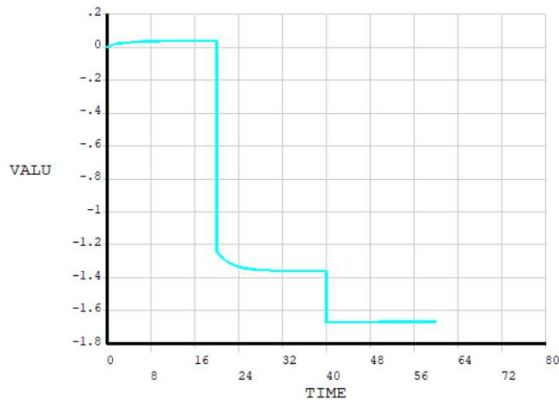
#### 34. Uruchomienie obliczeń



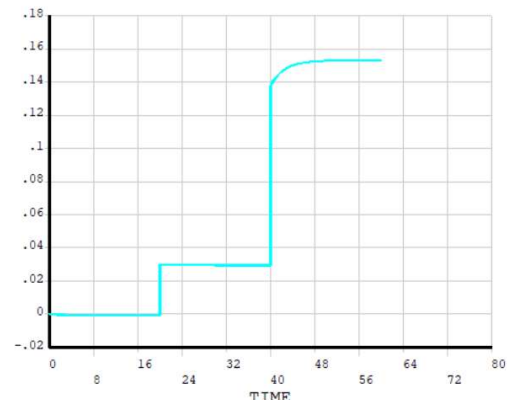
35. Przegląd wyników w Time History Post (przemieszczenie i obrót węzła 20000 w czasie, siły w dwóch wybranych elementach LINK 180 (z przodu i z tyłu krążka))



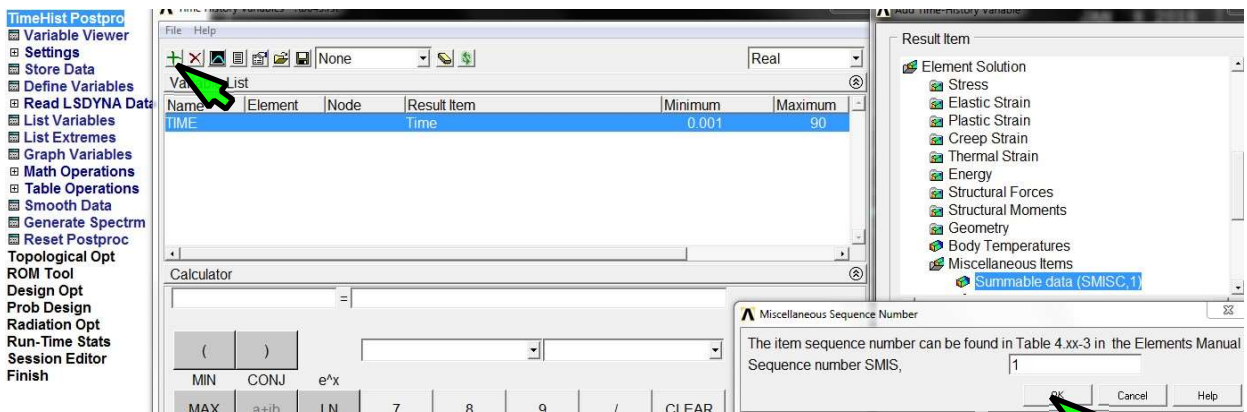
(należy wskazać węzeł 20000)



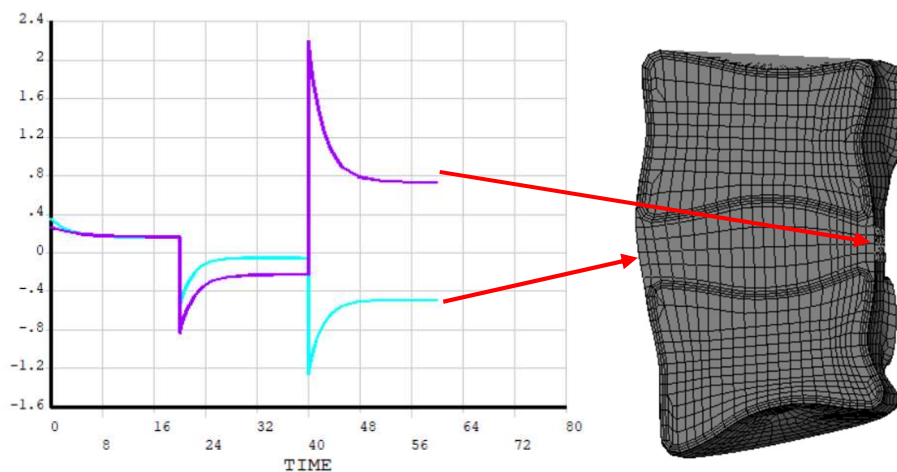
przeszczenie (t) [mm]



obrót (t) [rad]

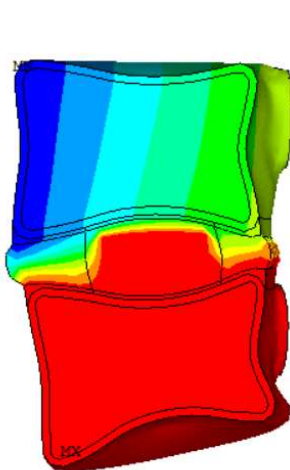
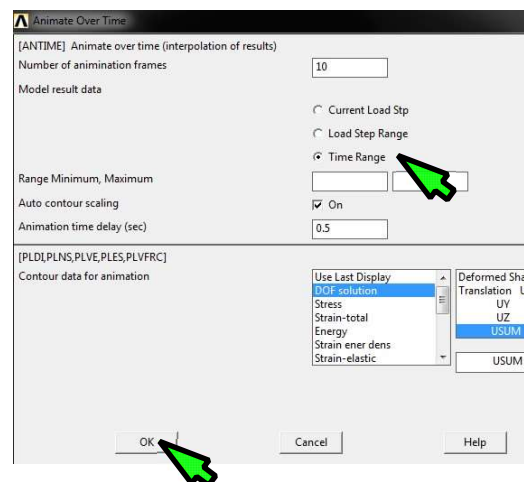
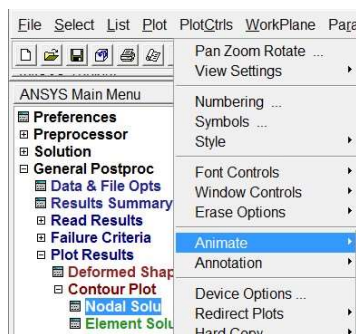
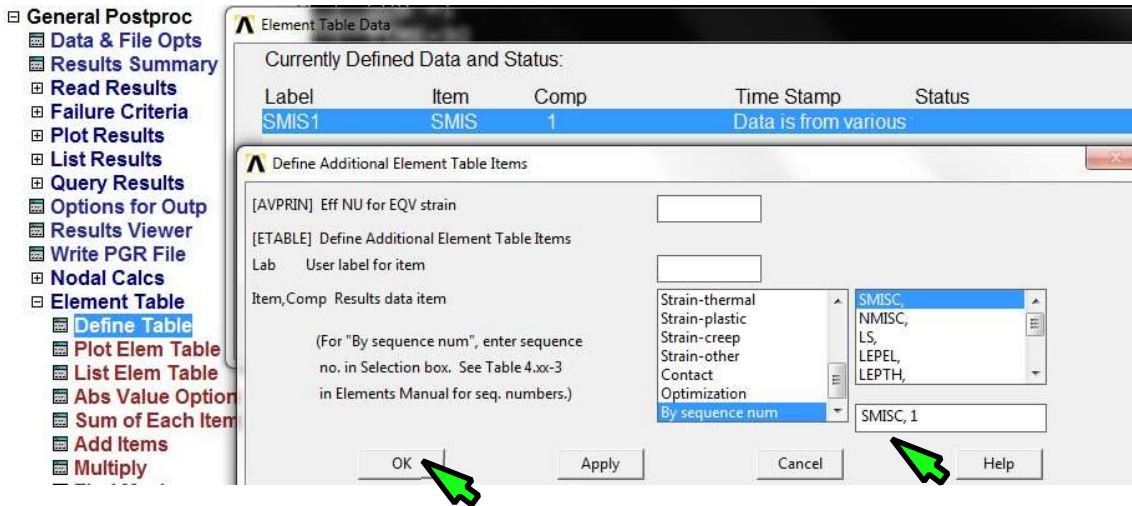


(należy wskazać element, a potem jeden z węzłów należących do elementu)



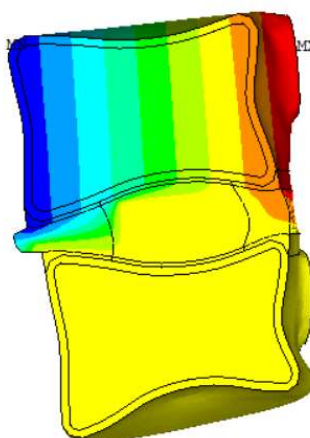
siły we włóknach pierścienia włóknistego (t) [N]

36. Przegląd wyników w postprocesorze *General Postprocessor* dla wybranych chwil czasowych na końcach kroków (przeszczenia UY, UZ, USUM, naprężenia zredukowane SEQV w kości korowej i gąbczastej, siły we włóknach pierścienia włóknistego (SMISC, 1), ciśnienie w jądrze miążdżystym (SMISC, 1), animacje przemieszczeń sumarycznych USUM).



TIME=40  
UY (AVG)  
RSYS=11  
PowerGraphics  
EFACET=1  
AVRES=Mat  
DMX =2.32472  
SMN =-1.93812  
SMX =.338E-03

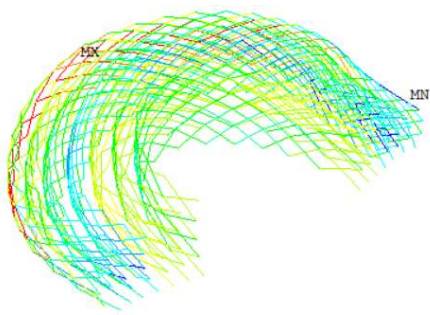
Blue	-1.72274
Cyan	-1.50736
Green	-1.29197
Light Green	-1.07659
Yellow	-.861201
Orange	-.645816
Red-Orange	-.430431
Red	-.215047
Dark Red	.338E-03



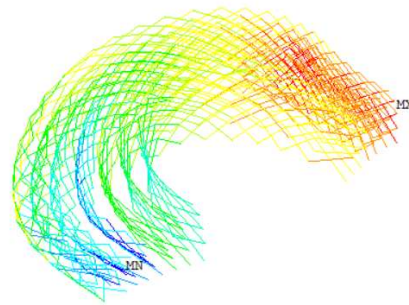
TIME=60  
UY (AVG)  
RSYS=11  
PowerGraphics  
EFACET=1  
AVRES=Mat  
DMX =6.81813  
SMN =-4.70478  
SMX =1.67979

Blue	-4.70478
Cyan	-3.99538
Green	-3.28599
Light Green	-2.57659
Yellow	-1.8672
Orange	-1.1578
Red-Orange	-.448403
Red	.260993
Dark Red	.97039
Dark Red	1.67979

Przemieszczenie UY [mm]

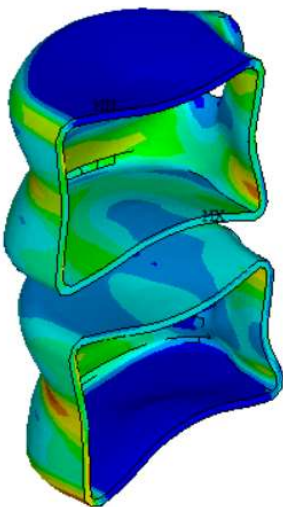


TIME=40  
 FORCE (AVG)  
 DMX =2.32472  
 SMN =-.682416  
 SMX =.244119  
 -.682416  
 -.579468  
 -.47652  
 -.373571  
 -.270623  
 -.167675  
 -.064726  
 .038222  
 .141171  
 .244119

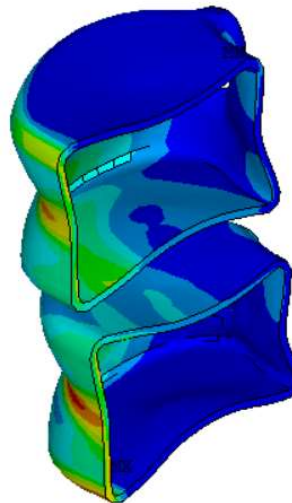


SUB =17  
 TIME=60  
 FORCE (AVG)  
 DMX =4.79572  
 SMN =-1.50583  
 SMX =-.784867  
 -1.50583  
 -1.25131  
 -.996785  
 -.742263  
 -.487742  
 -.23322  
 .021302  
 .275824  
 .530345  
 .784867

Siły we włóknach pierścienia [N]

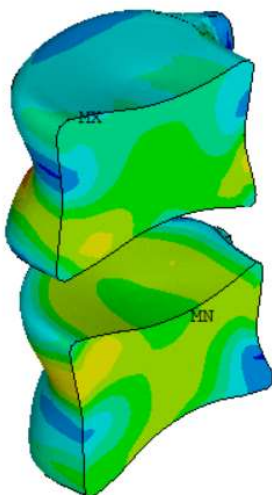


TIME=40  
 SEQV (AVG)  
 PowerGraphics  
 EFACET=1  
 AVRES=Mat  
 DMX =2.31457  
 SMN =.157645  
 SMX =39.847  
 .157645  
 4.56758  
 8.97751  
 13.3874  
 17.7974  
 22.2073  
 26.6172  
 31.0272  
 35.4371  
 39.847

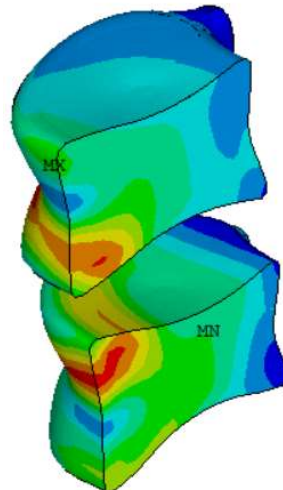


TIME=60  
 SEQV (AVG)  
 PowerGraphics  
 EFACET=1  
 AVRES=Mat  
 DMX =6.81813  
 SMN =.114305  
 SMX =63.8683  
 .114305  
 7.19809  
 14.2819  
 21.3657  
 28.4494  
 35.5332  
 42.617  
 49.7008  
 56.7846  
 63.8683

Naprężenia zredukowane w kości korowej [MPa]



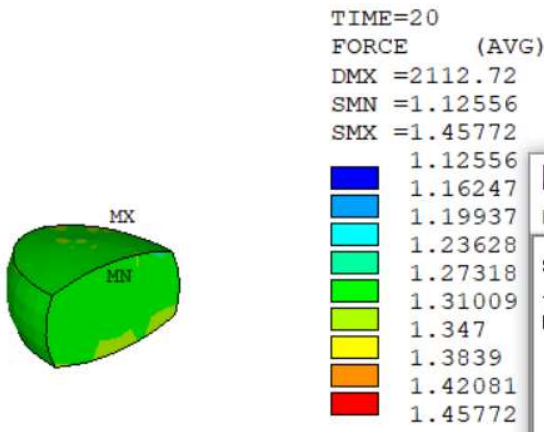
TIME=40  
 SEQV (AVG)  
 PowerGraphics  
 EFACET=1  
 AVRES=Mat  
 DMX =2.27547  
 SMN =.069668  
 SMX =1.6616  
 .069668  
 .246549  
 .42343  
 .600311  
 .777192  
 .954073  
 1.13095  
 1.30783  
 1.48472  
 1.6616



TIME=60  
 SEQV (AVG)  
 PowerGraphics  
 EFACET=1  
 AVRES=Mat  
 DMX =6.60488  
 SMN =.049912  
 SMX =2.15578  
 .049912  
 .283897  
 .517882  
 .751867  
 .985852  
 1.21984  
 1.45382  
 1.68781  
 1.92179  
 2.15578

Naprężenia zredukowane w kości gąbczastej [MPa]

- ▣ General Postproc
  - ▣ Data & File Opts
  - ▣ Results Summary
  - ▣ Read Results
  - ▣ Failure Criteria
  - ▣ Plot Results
  - ▣ List Results
  - ▣ Query Results
  - ▣ Options for Outp
  - ▣ Results Viewer
  - ▣ Nodal Calcs
  - ▣ Element Table
    - ▣ Define Table
    - ▣ Plot Elem Table
    - ▣ List Elem Table
    - ▣ Abs Value Option
    - ▣ Sum of Each Item



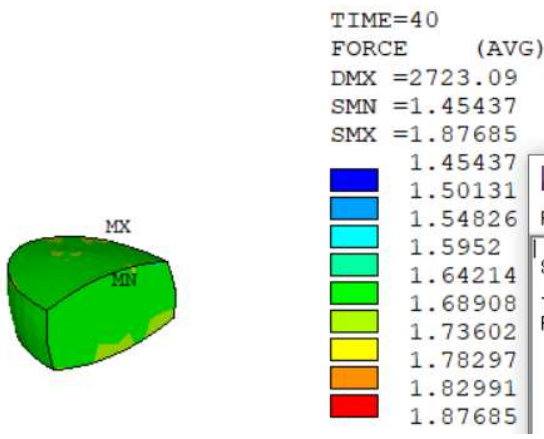
SSUM Command

File

SUM ALL THE ACTIVE ENTRIES IN THE ELEMENT TABLE

TABLE LABEL	TOTAL
FORCE	578.331

Ciśnienie w jądrze miażdżystym dla pozycji neutralnej (średnio 578.331/444 elementy = 1.3 MPa)



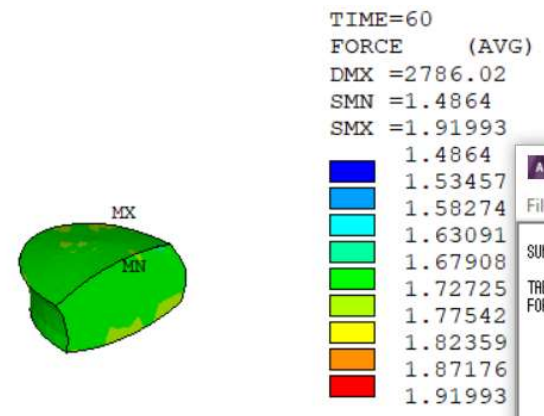
SSUM Command

File

SUM ALL THE ACTIVE ENTRIES IN THE ELEMENT TABLE

TABLE LABEL	TOTAL
FORCE	745.747

Ciśnienie w jądrze miażdżystym przy sile FY=-1500N (średnio 745.747/444 elementy = 1.67 MPa)



SSUM Command

File

SUM ALL THE ACTIVE ENTRIES IN THE ELEMENT TABLE

TABLE LABEL	TOTAL
FORCE	762.561

Ciśnienie w jądrze miażdżystym przy sile FY=-1500N i momencie MX=10000Nmm (średnio 762.561/444 elementy = 1.72 MPa)