

Piotr Helman

promotor Cyprian T. Lachowicz

Model konstrukcji włazu.

Opis rzeczywistej konstrukcji.

Modelowany właz to tuleja o średnicy zewnętrznej $\phi 890$ [mm], grubości 45 [mm] i wysokości 180 [mm]. W górnej części znajdują się odpowiednio ukształtowanych część zazębiana połączenia - elementy zamykające właz oraz rowek pod uszczelniającą zespolenie uszczelkę.

Pokrywa zamykająca posiada podobną konstrukcję zębów zamykających, dodatkowo posiadają one większą zbieżność oraz dodatkowe sfrezowanie – spełniające funkcję zabezpieczenia zamknięcia.

Ponadto konstrukcja posiada jeszcze szereg różnych otworów mocujących, otworów doprowadzających sprężone powietrze domykające / uszczelniające pokrywę włazu, blokujących, zabezpieczających zamknięcie. Dolna część włazu posiada również rowek pod uszczelkę drugiego zamykającego włazu.

Uproszczenia modelu w stosunku do geometrii rzeczywistej.

W celu zmniejszenia czasu oraz stopnia skomplikowania zrezygnowano z niektórych charakterystycznych elementów budowy włazu. Uproszczenia zostały dokonane w takim stopniu aby nie powodowały żadnych zmian w rozkładzie naprężeń / odkształceń – były to głównie miejsca nie obciążone oraz miejsca w których można w sposób bezpośredni określić względnie małe naprężenia lokalne w stosunku do miejsc najbardziej obciążonych / zagrożonych zniszczeniem.

Podstawowe uproszczenia które zastosowano to :

- zrezygnowanie z fazy $2 \times 45^\circ$ w górnej - zewnętrznej części włazu,
- zrezygnowanie z szczegółów wyprofilowania w dolnej części włazu w miejscu mocowania dolnej pokrywy eliptycznej,
- zrezygnowanie z rowka pod uszczelkę pokrywy bagnetowej (górnej),
- zrezygnowanie z otworów wykonanych w bocznej ścianie włazu,
- zrezygnowanie z promienia $R0.5$ w dolnej części wytoczenia mocowania bagnetowego.

Podział geometrii modelu na podobszary / sektory

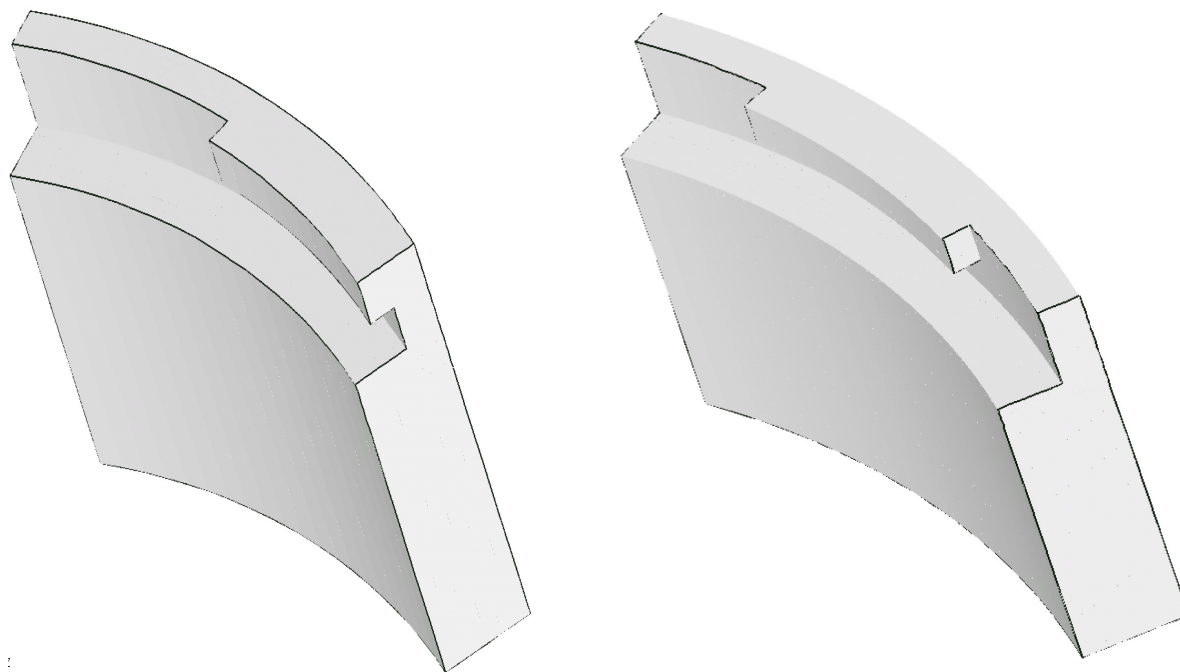
Modelowany właz podzielono w sposób taki, aby otrzymać dokładny rozkład zmiany wartości naprężeń / odkształceń w miejscu największej ich koncentracji tj. u podstawy zębów. W tym celu zlokalizowano w tych miejscach największe zagęszczenie siatki elementów skończonych – fakt ten zdeterminował cały pozostały podział przekroju. Dodatkowym elementem wpływającym na podział było odpowiednie zamodelowanie – podział na obszary - w miejscu oddzielającym element zęba z pozostałą częścią tulei, tak aby możliwe było manipulowanie utworzonymi wolumenami odpowiednio bez i z elementem zęba. Cały obszar jest tak podzielony, aby na każdą powierzchnię przypadają dokładnie cztery krawędzie (linie), albowiem tylko tak jest możliwe ich wygenerowanie.

Wyciągnięcia w kierunku promieniowym (wokół punktów obrotu) zostały podzielone na kilka sekcji aby zapobiec zbyt długim krzywiznom aby umożliwić późniejszą, poprawną generację elementów skończonych.

Niezmiernie ważną operacją która kończy etap tworzenia geometrii i poprzedza moment wygenerowania siatki elementów skończonych jest zabieg sprawdzenia ewentualnego występowania koincydencjalnych elementów geometrii modelu (punktów, linii, powierzchni). Operacja jest wykonywana komendą 'merg'.

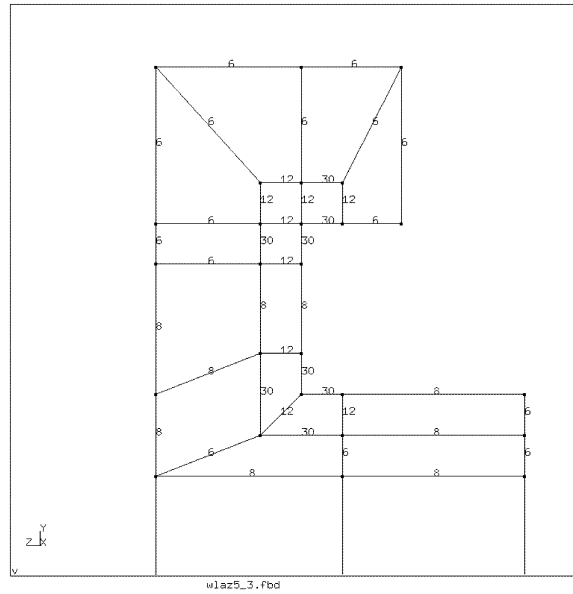
Budowa kołowo-symetryczna konstrukcji pozwoliła na wykorzystanie komendy *CYCLIC SYMMETRY tj. zamodelowania tylko jednego sektora (1/10 całego modelu) i zadanie reszty konstrukcji (pozostałych sektorów) w pliku *.inp powyższą komendą (symetria kołowa wokół odpowiednio zadeklarowanej osi). Podział taki pozwoli na 10-krotne zwiększenie ilości elementów przy tym samym czasie obliczenia.

W celu uniknięcia błędów obliczeniowych na brzegach sektorów przyjęto podział na sektory składający się z dwóch bocznych połówek elementu „bez zęba” i centralnie umieszczonym elementem tulei z zębem (rys XXX).

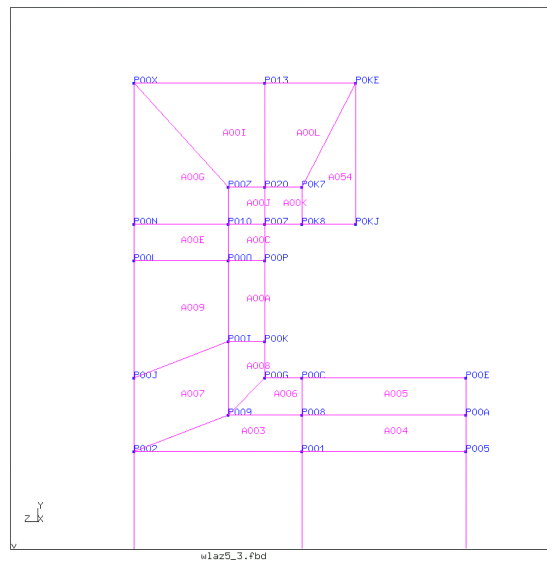
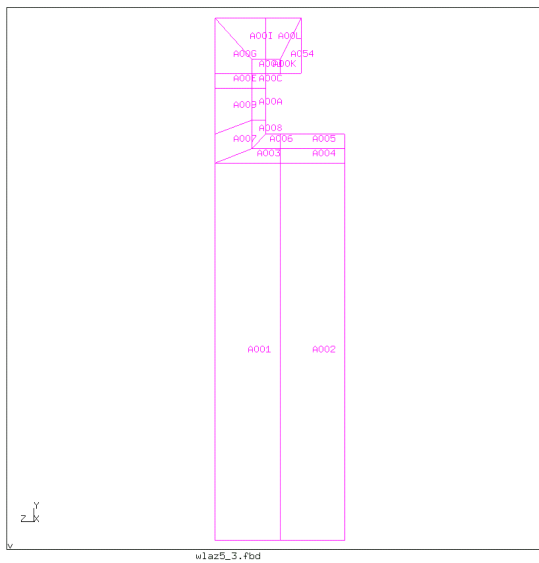


Rys. Sektory kołowo-symetryczne wydzielone z modelu (1/10 część konstrukcji)

- zadanie wartości wirtualnego podziału obszarów na elementy skończone.
komenda : 'qdiv'

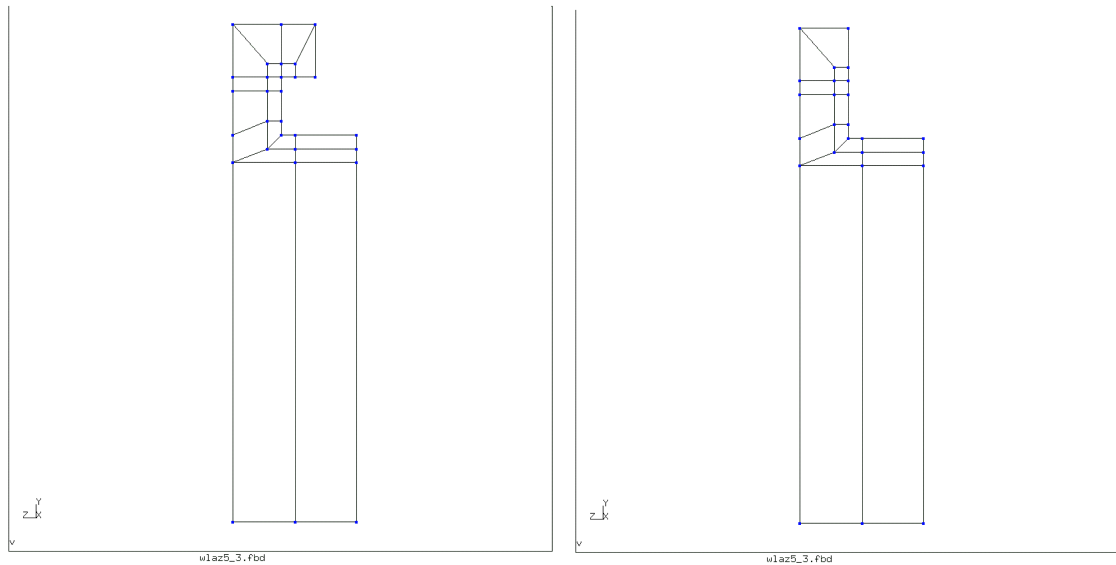


- wygenerowanie płaszczyzn na krawędziach (liniach) obszarów.
komenda : 'qsur'



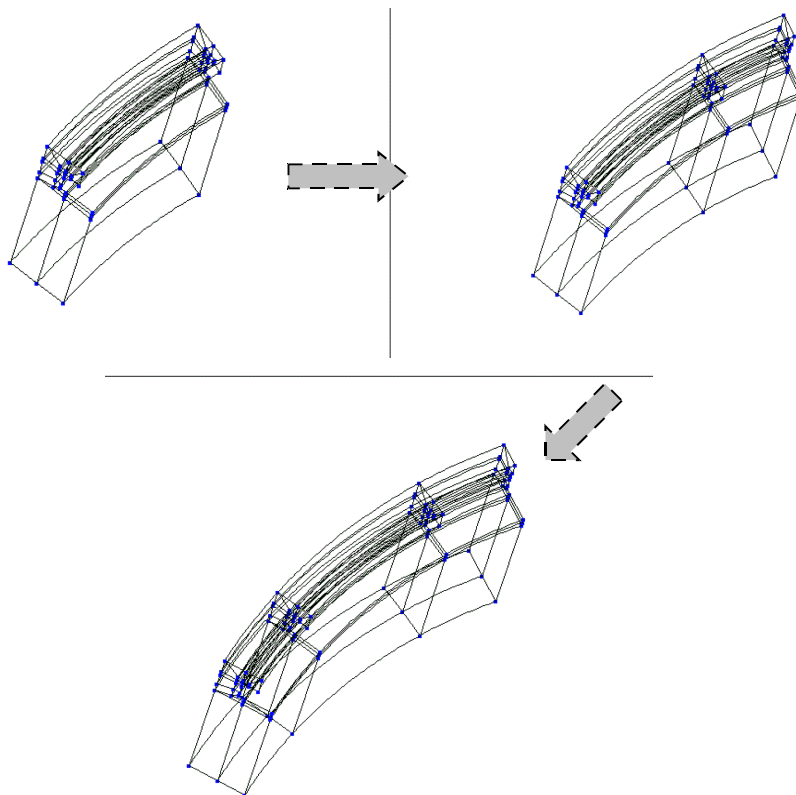
- zdefiniowanie dwu zbiorów zawierających odpowiednio powierzchnie całego konturu (przekroju) oraz konturu bez elementu zęba.

komenda : 'qadd'

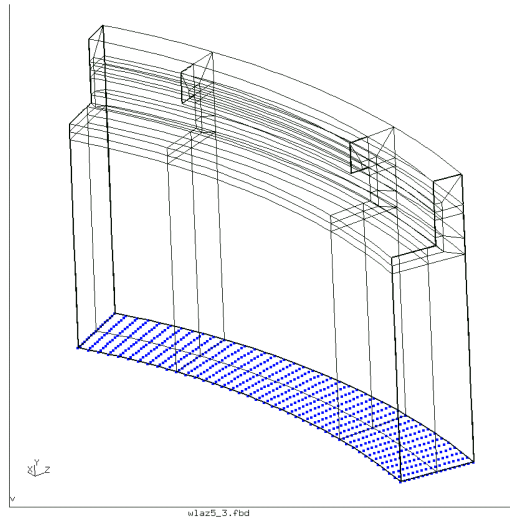


- utworzenie wolumenów sektora poprzez 'wyciągnięcie' poprzednio zdefiniowanych zbiorów w odpowiednim kierunku, dookoła danej osi obrotu (zdefiniowana przez dwa punkty x_1, x_2).

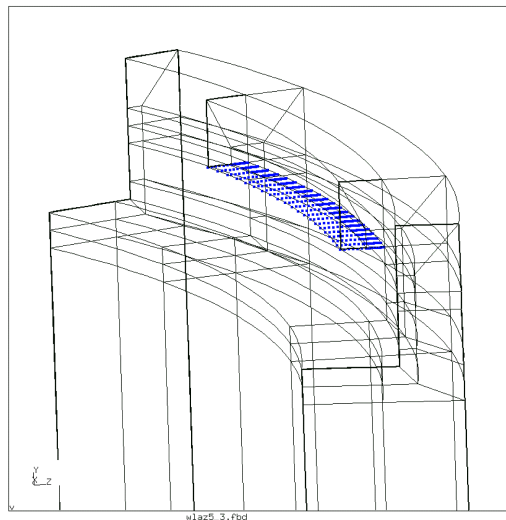
komenda : 'swep'



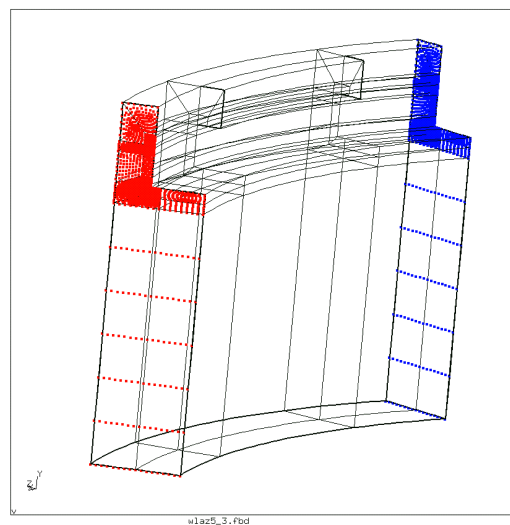
- zdefiniowanie zbioru zawierającego węzły
 - przewidziane do utwierdzenia



- przewidziane do obciążenia ciśnieniem



- przewidziane do definiowania powierzchni ograniczających modelowany sektor



- wysłanie danych definiujących wszystkie węzły, elementy skończone oraz zdefiniowane zbiory modelu na zewnątrz programu.

Wysłane pliki posiadają format programu *Abaqus*.
komenda : 'send

Tworzenia pliku wejściowego *.inp

Listing pliku wlaz.inp

```
.....  
*HEADING  
Analiza numeryczna włazu DN800  
*INCLUDE, INPUT=/home/piotr/Wlaz/Wlaz5_3/all.abq  
*INCLUDE, INPUT=/home/piotr/Wlaz/Wlaz5_3/fix.nam  
*TRANSFORM, TYPE=C, NSET=Nfix  
0.,0.,0.,0.,1.,0.  
*BOUNDARY  
Nfix,1,3  
*MATERIAL, NAME=EL  
*ELASTIC  
210000.,.3  
*DENSITY  
7.8E-9  
*SOLID SECTION, ELSET=Eall, MATERIAL=EL  
*INCLUDE, INPUT=/home/piotr/Wlaz/Wlaz5_3/left.nam  
*INCLUDE, INPUT=/home/piotr/Wlaz/Wlaz5_3/right.nam  
*SURFACE, NAME=left  
Nleft  
*SURFACE, NAME=right  
Nright  
*TIE  
right, left  
*CYCLIC SYMMETRY MODEL, N=10, NGRAPH=1  
0.,0.,0.,0.,4.,0.  
*STEP  
*STATIC, SOLVER=ITERATIVE SCALING  
*INCLUDE, INPUT=/home/piotr/Wlaz/Wlaz5_3/pressure.pres  
*NODE PRINT, NSET=Nall  
U, RF  
*NODE FILE  
U  
*EL FILE  
S, E  
*END STEP  
.....
```

Listing (częściowy) pliku załączonego : 'all.abq'

```
.....  
*NODE, NSET=Nall  
  1,  1.25000e+01, -1.26660e-07, -9.98378e-07  
  2,  1.12500e+01, -1.26660e-07, -9.98378e-07  
  3,  1.12500e+01, -1.26660e-07,  2.23333e+00  
...  
*ELEMENT, TYPE=C3D8, ELSET=Eall  
  1,    1,    2,    3,    4,    5,    6,    7,    8  
  2,    2,    9,   10,    3,    6,   11,   12,    7  
  3,    9,   13,   14,   10,   11,   15,   16,   12  
...  
.....
```

Listing (częściowy) pliku załączonego : 'fix.nam'

```
.....  
*NSET, NSET=Nfix  
10325,  
10437,  
12250,  
...  
.....
```

Listing (częściowy) pliku załączonego : 'left.nam'

```
.....  
*NSET, NSET=Nleft  
100109,  
100165,  
100134,  
100193,  
100593,  
100603,  
101528,  
101478,  
102088,  
...  
.....
```

Listing (częściowy) pliku załączonego : 'pressure.pres'

```
.....  
*DLOAD  
72185, P6, 1.000000  
72205, P6, 1.000000  
72225, P6, 1.000000  
72245, P6, 1.000000  
...  
.....
```


Opis pliku

- *HEADING słowo kluczowe poprzedzające krótki opis analizowanego modelu, nie ma żadnego wpływu na przebieg obliczeń / (informacja o pliku).
- *INCLUDE funkcja wstawiająca w miejscu użycia zawartość pliku :
- all.abq, plik wyjściowy pre-procesora zawierający definicję wszystkich węzłów i elementów skończonych w formacie Abaqus
 - * NODE - słowo kluczowe poprzedzające definicję węzłów siatki elementów skończonych (numer węzła, współrzędne węzła) i deklarująca przynależność tychże węzłów do zbioru 'Nall'
 - * ELEMENT - słowo kluczowe poprzedzające definicję elementów skończonych (numer elementu, węzły składowe elementu) oraz deklarująca typ elementu i ich przynależność do zbioru 'Eall'
 - fix.nam, plik wyjściowy pre-procesora zawierający numery wszystkich węzłów przewidzianych do utwierdzenia przypisanych do zbioru 'Nfix'
 - left.nam, plik wyjściowy pre-procesora zawierający numery wszystkich węzłów przypisanych do zbioru 'Nleft'
 - right.nam, plik wyjściowy pre-procesora zawierający numery wszystkich węzłów przypisanych do zbioru 'Nright'
 - pressure.pres, plik wyjściowy pre-procesora definiujący obciążenie ciśnieniem danej powierzchni elementu.
 - * DLOAD - słowo kluczowe poprzedzające definicję obciążenia ciśnieniem (*ang. : distributed load*) danej powierzchni elementu - (numer elementu, numer obciążanej powierzchni elementu, wartość obciążenia / ciśnienia)
- *TRANSFORM słowo kluczowe, przypisujące węzłom należącym do danego zbioru ('Nfix') cylindryczny układ współrzędnych
- *BOUNDARY słowo kluczowe definicję sposób utwierdzenia węzłów o danym numerze lub należących do odpowiedniego zbioru ('Nfix')
- *MATERIAL słowo kluczowe rozpoczynające blok definicji właściwości materiału o nazwie 'EL'
- *ELASTIC słowo kluczowe określające elastyczne właściwości materiału 'EL', po nim następuje określenie wartości modułu Younga i współczynnika Poissona.
- *DENSITY słowo kluczowe definiujące gęstość materiału 'EL'
- *MATERIAL słowo kluczowe rozpoczynające blok definicji właściwości materiału o nazwie 'EL'
- *SOLID SECTION słowo kluczowe przyporządkowanie danych materiału 'EL' elementom zbioru 'Eall'
- *SURFACE słowo kluczowe powodujące utworzenie powierzchni o danej nazwie ('left', 'right') z węzłów należących do danego zbioru ('Nleft', 'Nright')

- *TIE słowo kluczowe (specyficzne dla struktur kołowo-symetrycznych) powodujące przyporządkowanie wszystkich elementów leżących pomiędzy uprzednio zdefiniowanymi powierzchniami (*'left'*, *'right'*) do sektora będącego częścią tej struktury
- *CYCLIC SYMMETRY MODEL słowo kluczowe definiujące charakter struktury kołowo-symetrycznej tj. ilość sektorów w pełnej strukturze (N), oraz liczbę sektorów zapisywanych w pliku wyjściowym *.frd (Ngraph). Komenda kończy podane współrzędnych punktów określających oś symetri struktury kołowo-symetrycznej.
- *STEP słowo kluczowe rozpoczynające analizę
- *STATIC słowo kluczowe określające statyczny typ analizy – dodatkowo określony jest sposób obliczania zadania (*'Iterative Scaling'*).
- *NODE PRINT słowo kluczowe powodujące zapisanie w pliku *.dat (ASCII) wartości węzłowych obliczeń (przemieszczenia U , wartości sił reakcji RF)
- *NODE FILE słowo kluczowe powodujące zapisanie w pliku *.frd wartości węzłowych obliczeń (przemieszczeń U)
- *EL FILE słowo kluczowe powodujące zapisanie w pliku *.frd wartości węzłowych obliczeń (naprężeń S , odkształceń E)
- *END STEP słowo kluczowe kończące analizę