

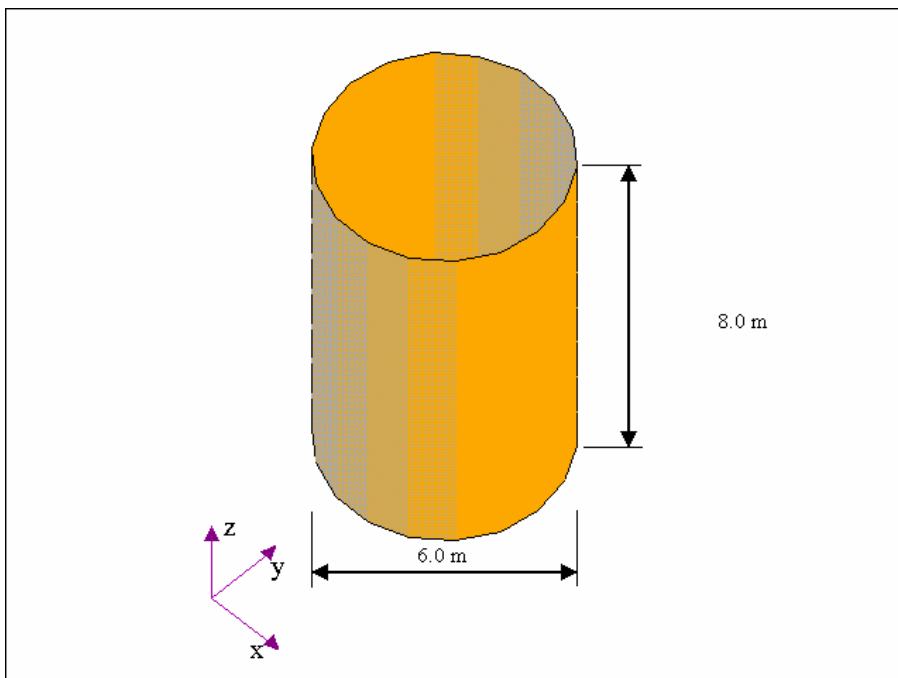
ROZDZIAŁ IV.

ZADANIE 3 - ANALIZA STATYCZNA ZBIORNIKA NA CIECZ

Treść zadania

Wykonać analizę statyczną zbiornika pokazanego na Rys.4.1. Grubość powłoki tego zbiornika wynosi 10 cm, a grubość dna 30 cm. Zbiornik wykonany jest z betonu i zamocowany na obwodzie płyty dennej.

W zbiorniku znajduje się ciecz o ciężarze objętościowym 10 kN/m^3 . Wysokość słupa cieczy wynosi 5 m. W obliczeniach należy uwzględnić ciężar zbiornika oraz ciśnienie cieczy na ściany i dno zbiornika.



Rys.4.1

Wprowadzenie danych

Zbiornik składa się z dwóch charakterystycznych części: dna i cylindrycznego płaszcza. Modelowanie geometrii zbiornika podzielimy zatem na dwa etapy. Najpierw narysujemy płytę denną, na której obwodzie określimy warunki podparcia, a następnie narysujemy płaszcz, kopiując kontur dna wzdłuż tworzącej płaszcza.

Rysunek dna zbiornika złożymy z trzech części:

- ♦ pierścienia zewnętrznego o średnicach 2.2 m oraz 6 m;
- ♦ prostokąta, wpisanego w wewnętrzny okrąg pierścienia;
- ♦ elementów łączących obie figury.

Rysowanie pierścienia rozpoczniemy od narysowania linii (opcja **Add, Line**), która zostanie podzielona na trzy części za pomocą opcji **Construct, Divide**, a następnie skopiowana z obrotem opcją **Modify, Copy, Rot last**. Kopiowanie będzie polegało na tym, że kolejne linie będą miały wspólny punkt przecięcia i będą obrócone względem siebie o kąt równy 18° . Ostatni obrót spowoduje powstanie duplikatów trzech linii, które pokryją się z e swoimi pierwotnymi położeniami. Duplikaty linii zostaną usunięte przy pomocy opcji **Construct, Clean, Duplicate**.

Prostokąt zostanie narysowany przez wykorzystanie opcji **Construct, Mesh, 4 point**, która rysując obrys figury, tworzy jednocześnie wewnątrz siatkę odcinków. Parametry tej opcji zostaną tak ustawione, aby dłuższy bok prostokąta został podzielony na 6 a krótszy na 4 odcinki.

Oba fragmenty dna połączymy rysując odcinki (korzystamy z opcji **Add, Line**) pomiędzy węzłami prostokąta i węzłami pierścienia, położonymi najbliżej siebie.













Ponieważ dodanie do rysunku płaszcza zbiornika spowoduje zmniejszenie jego czytelności, dlatego teraz zostaną zdefiniowane warunki brzegowe. Opcją **Add, FEA add, Bdry Cond** zostaną umieszczone symbole podpór na obwodzie pierścienia.









Płaszcz zbiornika zostanie narysowany przez kopiowanie (**Modify, Copy**) obwodu pierścienia wzdłuż osi Z przy aktywnej opcji **Join**, która spowoduje tworzenie linii łączących kopiowane węzły. Liniom płaszcza należy zmienić kolor tak, aby w dekodерze możliwe było zdefiniowanie parcia płynu na ścianki zbiornika (kolor elementów powłokowych powiązany jest z ciśnieniem oddziałującym na element). Wykonujemy to opcją **Modify, Update** w taki sposób, aby pięć dolnych

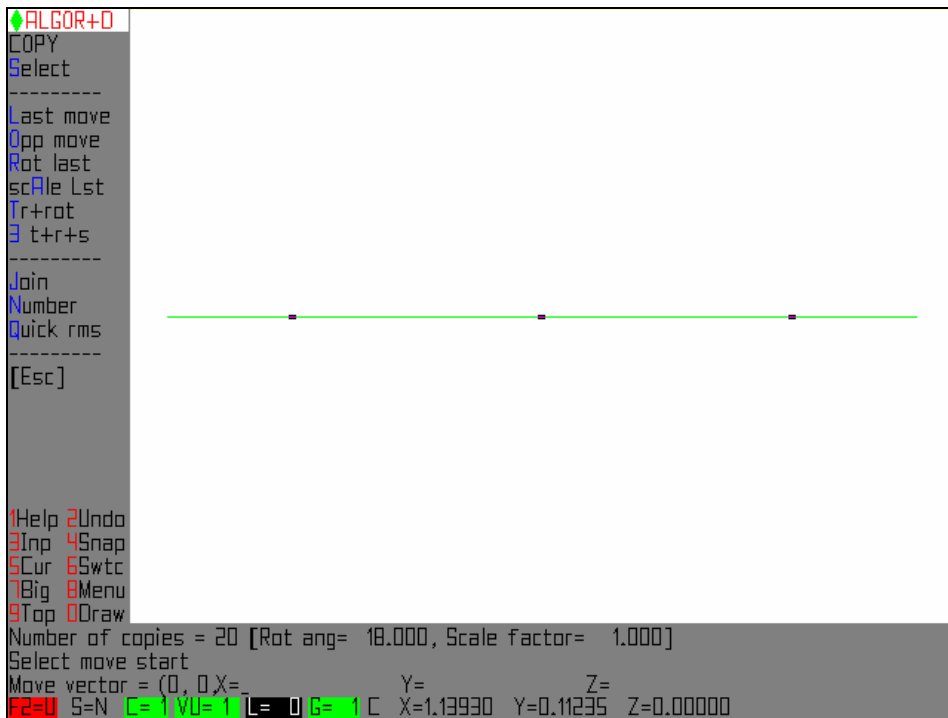
pasma miały kolory : 2, 3, 4, 5, 6, a pozostałe trzy pasma miały kolor biały (nr 7).

Uruchamiamy moduł **SuperDraw** systemu **ALGOR** z poziomu **Algor Main Menu** lub uruchamiając bezpośrednio **SD2H.EXE**.

Rozpoczynamy rysowanie od pierścienia zewnętrznego. Otrzymamy go kopiując z obrotem wokół osi Z odcinek AB ($A(1.2,0,0)$; $B(3,0,0)$):



1. wybieramy opcję rysowania linii,
 nacisnąć klawisz z literą **A**, a następnie nacisnąć klawisz z literą **L**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **Add**, a następnie kliknąć lewym klawiszem w napis **Line**
2. umożliwiamy podawanie współrzędnych węzłów za pomocą klawiatury,
 nacisnąć klawisz **F3** i nacisnąć klawisz z literą **K**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **3lnp**, znajdujący się na dole lewej strony ekranu, i kliknąć lewym klawiszem w napis **Keyboard**
3. uaktywniamy opcję rysowania pojedynczych linii - **Single**,
 nie można tego wykonać za pomocą klawiatury
 kliknąć lewym klawiszem w napis **Single**
4. podajemy współrzędne węzła początkowego linii,
 **X=1.2 Y=0 Z=0** i nacisnąć **ENTER**
 powyższych operacji nie można wykonać myszką
5. podajemy współrzędne węzła końcowego linii,
 **X=3 Y=0 Z=0** i nacisnąć **ENTER**
 tego punktu nie można wskazać myszką
6. wracamy do głównego menu,
 nacisnąć klawisz **F9**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **9Top**
7. wybieramy opcję **Divide**, aby podzielić linię na trzy odcinki,

-  nacisnąć klawisz **C**, a następnie **D**
-  kliknąć lewym klawiszem w napis **Construct** i w napis **Divide**
- 8. podajemy ilość odcinków, na które podzielimy linię,
-  nacisnąć klawisz **N**, nacisnąć klawisz z cyfrą **3** i nacisnąć **ENTER**
-  kliknąć lewym klawiszem w napis **Number**, a pozostałe dane należy wprowadzić za pomocą klawiatury
- 9. dzielimy linię na trzy odcinki,
-  nacisnąć klawisz **D**
-  kliknąć lewym klawiszem w napis **Divide**
- 10. wychodzimy z opcji **Divide**
-  nacisnąć klawisz **Esc**
-  kliknąć lewym klawiszem w napis **[Esc]**





Rys.4.2



- 11. oglądamy cały rysunek na ekranie,

-  nacisnąć klawisz **F10** i nacisnąć klawisz **E**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **0Draw**, a następnie w napis **Enclose**

12. wracamy do głównego menu,



-  nacisnąć klawisz **F9**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **9Top**

13. wybieramy opcję **Copy**,



-  nacisnąć klawisz z literą **M**, a następnie nacisnąć klawisz z literą **C**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **Modify**, a następnie kliknąć lewym klawiszem w napis **Copy**

*Uwaga: Linie, które mamy zamiar kopiować, zostały zaznaczone w trakcie podziału, nie musimy więc korzystać z opcji **Select**, aby je zaznaczać (por. Rys.4.2).*



14. uaktywniamy opcję **Join**, która powoduje, że podczas kopiowania rysowane są linie łączące węzły: pierwotny i jego kopie,

-  nie można wykonać tego za pomocą klawiatury
 kliknąć lewym klawiszem w napis **Join**, tak aby pojawiła się *



15. ustalamy ilość kopii,

-  wprowadzić liczbę 20 i nacisnąć **ENTER**
 nie można wykonać tego myszką


16. wybieramy opcję **Quick rms**, która pozwala określić parametry kopiowania,


-  nie można tego wykonać za pomocą klawiatury
 kliknąć lewym klawiszem w napis **Quick rms**

17. wskazujemy oś obrotu - **Z**,


-  nie można tego wykonać za pomocą klawiatury
 kliknąć lewym klawiszem w napis **Rot vec** i napis **Z dir**


18. wybieramy opcję **Angle**, aby wprowadzić wartość kąta obrotu w czasie kopiowania,

 nie można tego wykonać za pomocą klawiatury

 kliknąć lewym klawiszem w napis **Angle**


19. podajemy kąt obrotu w stopniach,


 wprowadzić wartość **18** i nacisnąć **ENTER**

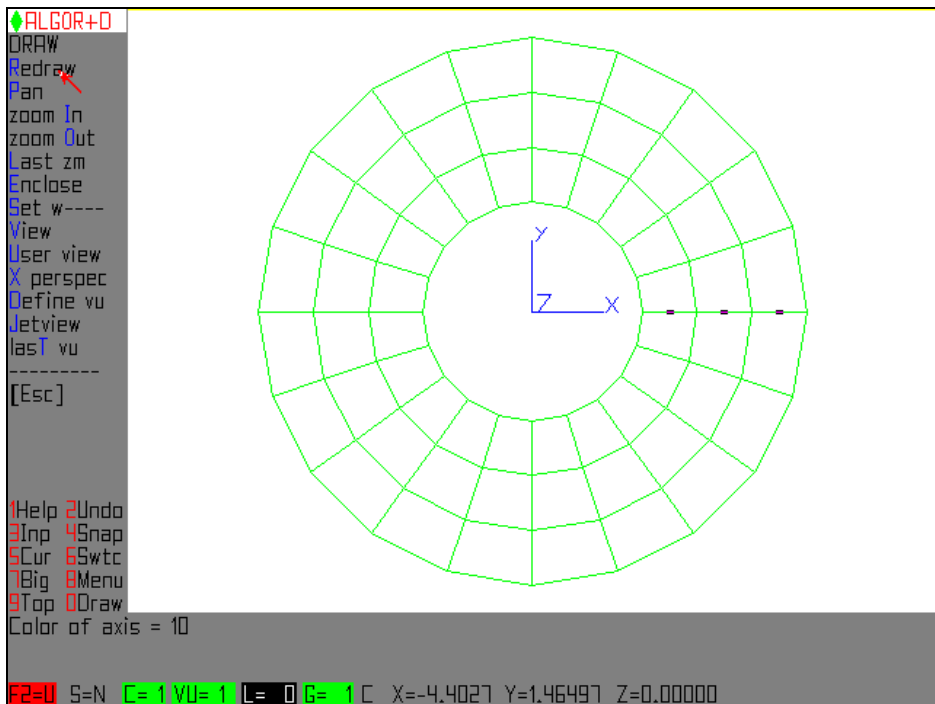
 nie można tego wykonać myszką

Uwaga: *Ponieważ kopiowanie ma doprowadzić do utworzenia pełnego pierścienia utworzonego z dwudziestu fragmentów, to kąt obrotu po każdym kopiowaniu musi być równy $360^\circ/20$ czyli 18° .*

20. wychodzimy z opcji **Quick rms**,

 nacisnąć klawisz **Esc**


 kliknąć lewym klawiszem w napis **[Esc]**



Rys.4.3


21. kopiujemy fragmenty pierścienia,

 nie można tego wykonać za pomocą klawiatury

 kliknąć lewym klawiszem w napis **Rot last**


22. oglądamy cały rysunek na ekranie (Rys.4.3),

 nacisnąć klawisz **F10** i nacisnąć klawisz **E**

 kliknąć lewym klawiszem w napis **0Draw**, a następnie w napis **Enclose**


Ostatnie kopiowanie spowodowało powstanie linii podwójnych, niewidocznych na rysunku. Usuniemy te linie wykonując następujące operacje:

1. przechodzimy do głównego menu,

 nacisnąć klawisz **F9**


 kliknąć lewym klawiszem w napis **9Top**


2. wybieramy opcję **Construct**,

 nacisnąć klawisz **C**

 kliknąć lewym klawiszem w napis **Construct**


3. usuwamy podwójne linie,


 nacisnąć klawisz z literą **C**, a następnie nacisnąć klawisz z literą **D**

 kliknąć lewym klawiszem w napis **Clean**, a następnie kliknąć lewym klawiszem w napis **Duplicate**
















Uwaga: Po ostatniej operacji na dole ekranu powinna pokazać się informacja, że usunięte zostały trzy linie.

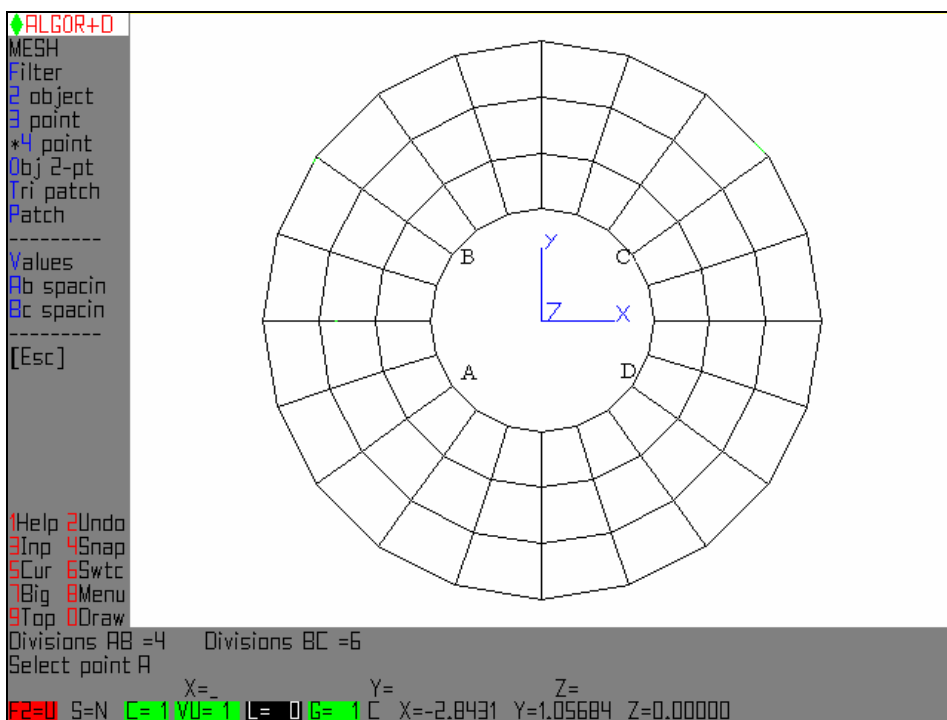
4. wychodzimy z opcji **Clean**,

 nacisnąć klawisz **Esc**

 kliknąć lewym klawiszem w napis **[Esc]**


Wewnętrzny prostokąt narysujemy w ten sposób, że wraz z konturem zostanie jednocześnie narysowana siatka elementów. Umożliwia to opcja **Mesh**:

1. wybieramy opcję **Mesh**,
 nacisnąć klawisz **M**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **Mesh**
 2. uaktywniamy opcję rysowania siatki czworokątów,
 nacisnąć klawisz z cyfrą **4**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **4 point**
 3. wybieramy opcję ustalania podziału boków na odcinki,
 nacisnąć klawisz z cyfrą **V**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **Value**
 4. podajemy liczbę odcinków, na które podzielimy boki czworokąta (bok **AB** podzielimy na **4** odcinki a bok **BC** na **6**),
 skasować klawiszem **Backspace** liczbę przy napisie **AB=** i wpisać **4**
 przejść strzałką w prawo przez wciśnięcie klawisza **⇒** lub klawisza **Tab**
 skasować klawiszem **Backspace** liczbę przy napisie **BC=** i wpisać **6**
 wcisnąć **ENTER**
 nie można tego wykonać myszką
 5. wskazujemy położenie pierwszego węzła czworokąta- A (por. Rys.4.4),
 należy podać współrzędne węzła A (obliczenie tych współrzędnych może sprawić pewien kłopot)
 kliknąć prawym klawiszem myszki w węzeł A
- Uwaga: *Oznaczenie węzłów literami A, B, C i D na Rys.4.4 wprowadzone zostały poza modulem **SuperDraw** w celu ułatwienia tego opisu.*
6. wskazujemy pozostałe węzły czworokąta - B, C, D (por. Rys.4.4),
 należy podać współrzędne węzłów B, C, D
 kliknąć prawym klawiszem myszki w węzły B, C, D, zachowując tą kolejność



Rys.4.4


7. wracamy do głównego menu,


 nacisnąć klawisz **F9**

 kliknąć lewym klawiszem w napis **9Top**

Narysowane części połączymy teraz odcinkami:

1. wybieramy opcję rysowania linii,

 nacisnąć klawisz z literą **A**, a następnie nacisnąć klawisz z literą **L**

 kliknąć lewym klawiszem w napis **Add**, a następnie kliknąć lewym klawiszem w napis **Line**

2. łączymy węzły prostokąta z odpowiednimi węzłami wewnętrznego okręgu pierścienia,

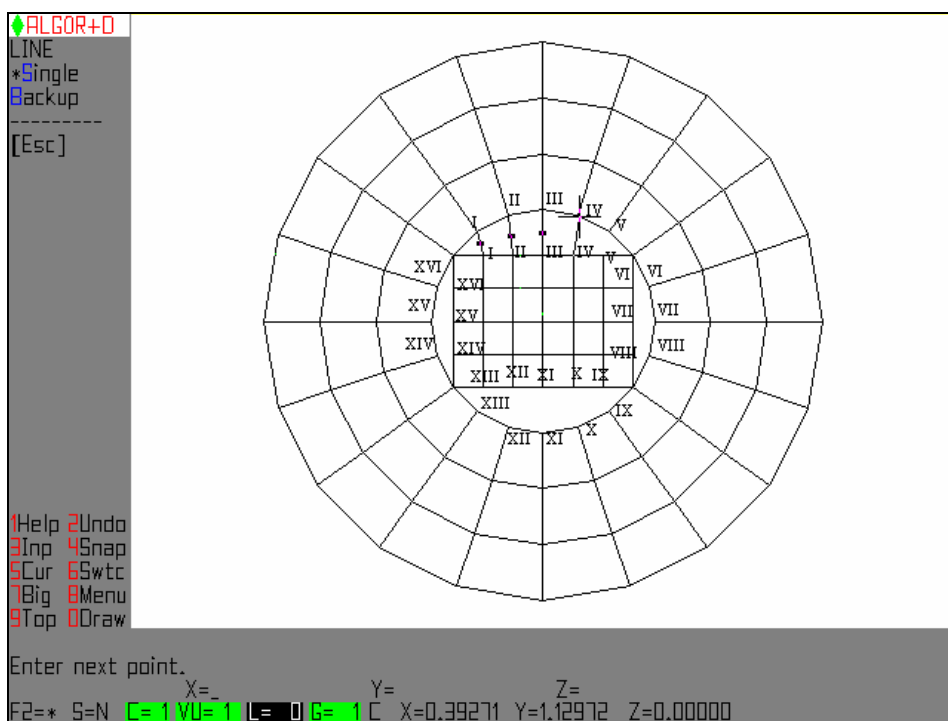
 nie można tego wykonać za pomocą klawiatury

- ☞ kliknąć prawym klawiszem w węzeł I prostokąta, a następnie w węzeł I okręgu

Uwaga: Oznaczenie węzłów I, II, III, IV, V itd. zostało wprowadzone poza programem **ALGOR** w celu ułatwienia objaśnienia omawianych operacji (por. Rys.4.5).

- ☞ kliknąć prawym klawiszem w węzeł II prostokąta, a następnie w węzeł II okręgu









- ☞ powtarzać rysowanie linii tyle razy, aż połączymy wszystkie punkty leżące na obwodzie prostokąta z odpowiednimi punktami pierścienia (Rys.4.5)









Rys.4.5

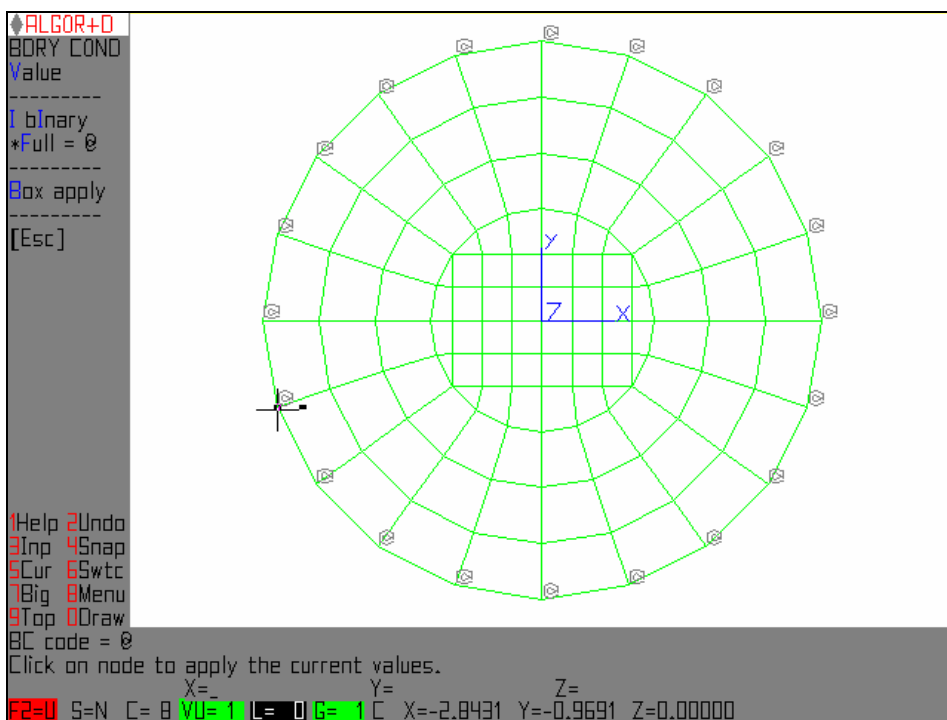
Na obwodzie prostokąta umieścimy teraz podpory, które modelować będą pełne zamocowanie zewnętrznego konturu dna. Wykonamy to w następujący sposób:

1. wracamy do głównego menu,

-  nacisnąć klawisz **F9**
-  kliknąć lewym klawiszem w napis **9Top**
- 2. wybieramy opcję **FEA add**,
-  nacisnąć klawisz z literą **A**, a następnie nacisnąć klawisz z literą **F**
-  kliknąć lewym klawiszem w napis **Add**, a następnie kliknąć w napis **FEA add**
- 3. wybieramy opcję **Bdry Cond**,
-  nacisnąć klawisz **B**
-  kliknąć lewym klawiszem w napis **Bdry Cond**
- 4. wybieramy opcję ustalania typu podarcia,
-  nie można tego wykonać za pomocą klawiatury
-  kliknąć lewym klawiszem w napis **Value**


Uwaga: *Ponieważ modelować mamy pełne zamocowanie należy pozostawić znak * przy wszystkich stopniach swobody węzła: **tx, ty, tz, rx, ry, rz.***


- 5. wychodzimy z opcji **Value**,
-  nacisnąć klawisz **Esc**
-  kliknąć lewym klawiszem w napis **[Esc]**
- 6. zmieniamy kolor rysowania, aby odróżnić podpory od konstrukcji,
-  nacisnąć klawisz **Alt** i przytrzymując go naciskać klawisz **C** tyle razy, aż w dolnej linii ekranu ujrzymy napis **C=8** na szarym tle
-  kliknąć lewym klawiszem w napis **ALGOR+D**, wybrać z palety kolorów kolor szary oznaczony numerem 8 i kliknąć lewym klawiszem myszki
- 7. umieszczamy podpory na obwodzie koła (por. Rys.4.6),
-  podajemy współrzędne kolejnych węzłów podporowych
-  kliknąć prawym klawiszem myszki w kolejne węzły obwodu dna tak, aby pojawiły się symbole podpór pokazane na Rys.4.6



Rys.4.6


8. wracamy do głównego menu,


 nacisnąć klawisz **F9**

 kliknąć lewym klawiszem w napis **9Top**


Rysujemy teraz cylindryczny płaszcz zbiornika. Rysunek płaszcza najłatwiej można wykonać kopiując z włączoną opcją **Join**, kontur dna wzdłuż tworzącej płaszcza, dzieląc ją na osiem elementów:








1. wybieramy opcję **Copy**,

 nacisnąć klawisz z literą **M**, a następnie nacisnąć klawisz z literą **C**









 kliknąć lewym klawiszem w napis **Modify**, a następnie kliknąć lewym klawiszem w napis **Copy**

2. wybieramy opcję **Select**,


 nie można wykonać tego za pomocą klawiatury


-  kliknąć lewym klawiszem w napis **Select**
3. usuwamy znaczniki wyboru linii,
 nacisnąć klawisz z literą **N**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **None**
4. zmieniamy sposób wyboru linii z **Normal** na **Toggle**,
 nacisnąć klawisz z literą **T**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **Toggle**
5. wybieramy wszystkie linie, leżące na obwodzie dna,
 nie można wykonać tego za pomocą klawiatury
 kliknąć lewym klawiszem w pobliżu wszystkich linii na obwodzie dna, ale tak aby nie zaznaczyć symboli podpór

Uwaga: *Jeżeli zostanie zaznaczona niewłaściwa linia (lub podpora), należy kliknąć w tą linię (lub podpore) jeszcze raz, usuwając znacznik wyboru.*


6. wychodzimy z opcji **Select**,
 nacisnąć klawisz **Esc**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **[Esc]**
7. wybieramy opcję **Number**, która pozwala narzucić ilość kopii,
 nie można wykonać tego za pomocą klawiatury
 kliknąć lewym klawiszem w napis **Number**
8. podajemy ilości kopii,
 nacisnąć klawisz z cyfrą **8** i nacisnąć **ENTER**
 nie można wykonać tego myszką
9. podajemy współrzędne początku wektora kopiowania,
 **X=0 Y=0 Z=0** i nacisnąć **ENTER**
 nie można wykonać tego myszką


10. podajemy współrzędne końca wektora kopiowania,

 **X=0 Y=0 Z=2** i nacisnąć **ENTER**


 nie można wykonać tego myszką


11. wybieramy opcję **Draw**, aby zmienić rzutnię,

 nacisnąć klawisz **F10**


 kliknąć lewym klawiszem w napis **0Draw**, znajdujący się w dolnej części z lewej strony ekranu


12. wybieramy rzut izometryczny, który najlepiej pozwala ocenić wykonany rysunek,

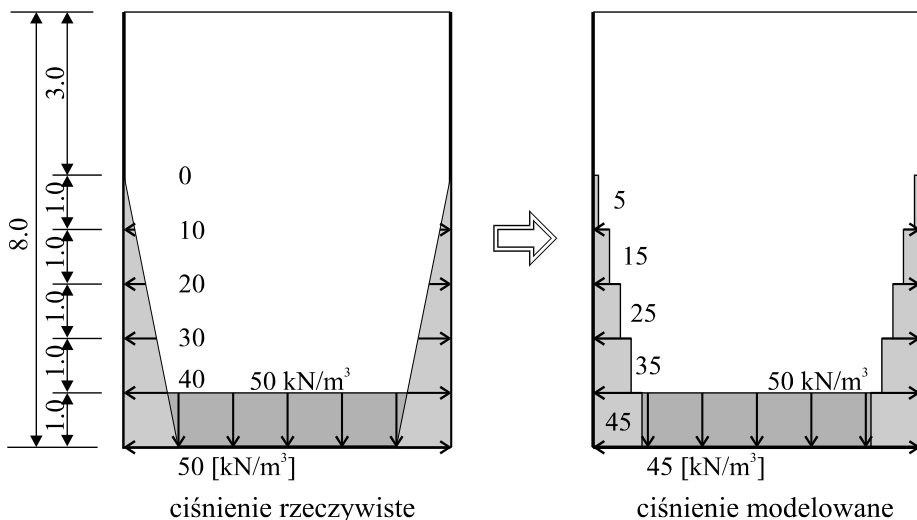
 nacisnąć klawisz z literą **V** i nacisnąć klawisz z cyfrą **7**

 kliknąć lewym klawiszem w napis **View** oraz kliknąć lewym klawiszem w napis **7) Isome**

13. oglądamy cały rysunek na ekranie,













 nacisnąć klawisz **E**















 kliknąć lewym klawiszem w napis **Enclose**

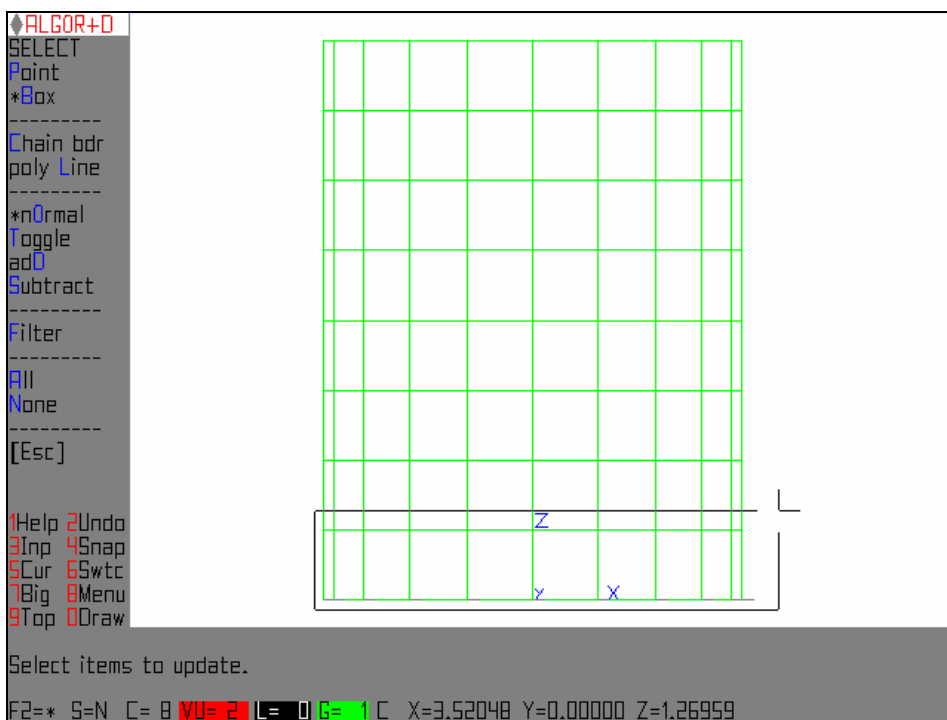


Rys.4.7

Zmodyfikujemy teraz kolory rysunku tak, aby ułatwić wprowadzanie danych dotyczących obciążenia hydrostatycznego (por. Rys.4.7). Dane te zostaną wprowadzone dopiero w module **Decods**, jako wartości ciśnienia działającego na pasma płaszcza zbiornika. Ponieważ ciśnienie jest związane w module **Decods** z kolorem elementów, zmienimy kolory pięciu dolnych pasm płaszcza zbiornika tak aby miały one kolory : 2, 3, 4, 5, 6. Pozostałe trzy pasma będą miały kolor biały (nr 7). Zmianę koloru pierwszego od dołu pasma elementów wykonujemy w następujący sposób:

1. zmieniamy rzutnię z rzutu izometrycznego na rzut na płaszczyznę XZ,
 nacisnąć klawisz z literą **V** i nacisnąć klawisz z cyfrą **2**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **View** oraz kliknąć lewym klawiszem w napis **2) XZ front**
2. oglądamy cały rysunku na ekranie,
 nacisnąć klawisz **E**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **Enclose**
3. wracamy do głównego menu modułu **SuperDraw**,
 nacisnąć klawisz **F9**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **9Top**
4. wybieramy opcję **Update**,
 nacisnąć klawisz z literą **M**, a następnie nacisnąć klawisz z literą **U**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **Modify**, a następnie kliknąć lewym klawiszem w napis **Update**
5. wybieramy opcję **Select**,
 nacisnąć klawisz **S**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **Select**
6. uaktywniamy opcję **Box**,
 nacisnąć klawisz **B**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **Box**

7. zaznaczamy pierwsze pasmo elementów wraz z dnem zbiornika,
 nie można tego zrobić za pomocą klawiatury
 ustawić kursor myszki w z lewej strony poniżej zbiornika i kliknąć lewym klawiszem
 ustawić kursor z prawej strony zbiornika tak, aby pierwszy pas elementów płytowych znajdował się wewnątrz ramki (Rys.4.8) i kliknąć lewym klawiszem
8. zmieniamy sposób zaznaczania z opcji **Normal** na opcję **Toggle**,
 nacisnąć klawisz **T**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **Toggle**
9. usuwamy znaczniki wyboru elementów płyty dennej,
 nie można tego zrobić za pomocą klawiatury
 ustawić kursor myszki z lewej strony poniżej zbiornika i kliknąć lewym klawiszem
 ustawić kursor z prawej strony zbiornika tak, aby linie dna znajdowały się wewnątrz ramki i kliknąć lewym klawiszem
- Uwaga: *Jeżeli znaczniki wyboru linii pokrywają się na rysunku, to nie będą one widoczne.*
10. wychodzimy z opcji **Select**,
 nacisnąć klawisz **Esc**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **[Esc]**
11. wybieramy opcję **Color**,
 nacisnąć klawisz **C**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **Color**
12. wybieramy kolor, który zostanie przyporządkowany zaznaczonym liniom,
 nacisnąć klawisz z cyfrą 2 i nacisnąć **ENTER**
 kliknąć lewym klawiszem w kolor czerwony oznaczony numerem 2 na palecie kolorów




Rys.4.8

Uwaga: O kolorze elementu płytowego decydują kolory jego krawędzi. Jeżeli kontur elementu narysowany jest więcej niż jednym kolorem, to element płytowy będzie miał kolor o najwyższym numerze spośród kolorów krawędzi. Elementy dna zbiornika są rysowane liniami zielonymi czyli kolorem o numerze 1 i taki kolor będą miały elementy płyty dennej. Elementy pierwszego od dołu pasma płaszcza są obrysowane od strony dna liniami zielonymi, a pozostałe krawędzie tych elementów są czerwone (kolor nr 2), a więc elementy tego pasma będą miały kolor czerwony.

Zmienimy teraz kolor następnego pasma elementów płaszcza:

1. wybieramy opcję **Select**,

 nacisnąć klawisz **S**

 kliknąć lewym klawiszem w napis **Select**

2. wybieramy opcję **Filter**, po to aby podczas dalszej pracy wybierane były tylko linie zielone,



nacisnąć klawisz **F**



kliknąć lewym klawiszem w napis **Filter**

3. wybieramy opcję **Color**,



nacisnąć klawisz **C**



kliknąć lewym klawiszem w napis **Color**

4. podajemy numer koloru,



nacisnąć klawisz z cyfrą 1 i nacisnąć **ENTER**



kliknąć lewym klawiszem w kolor zielony oznaczony numerem 1 na palecie kolorów

5. wychodzimy z opcji **Filter**,



nacisnąć klawisz **Esc**



kliknąć lewym klawiszem w napis **[Esc]**

6. usuwamy znaczniki wyboru linii,



nacisnąć klawisz z literą **N**



kliknąć lewym klawiszem w napis **None**

7. uaktywniamy opcję **Box**,



nacisnąć klawisz **B**



kliknąć lewym klawiszem w napis **Box**

8. zaznaczamy drugie od dołu pasmo elementów,



nie można tego zrobić za pomocą klawiatury



ustawić kursor myszki z lewej strony poniżej zaznaczanego pasa i kliknąć lewym klawiszem



ustawić kursor z prawej strony zbiornika tak, aby drugi pas elementów płytowych znajdował się wewnątrz ramki i kliknąć lewym klawiszem

9. wychodzimy z opcji **Select**,



nacisnąć klawisz **Esc**



kliknąć lewym klawiszem w napis **[Esc]**

10. wybieramy opcję **Color**,



nacisnąć klawisz **C**



kliknąć lewym klawiszem w napis **Color**

11. wybieramy kolor, który zostanie przyporządkowany zaznaczonym liniom,



nacisnąć klawisz z cyfrą 3 i nacisnąć **ENTER**



kliknąć lewym klawiszem w kolor żółty oznaczony numerem 3 na palecie kolorów

W podobny sposób nadajemy kolor jasno niebieski (kolor nr 4) elementom trzeciego pasma, kolor brązowy (kolor nr 5) - elementom pasma czwartego, kolor jasno fioletowy (kolor nr 6) - elementom pasma piątego, kolor biały (kolor nr 7) - elementom trzech ostatnich pasm.

Zakończyliśmy modelowanie geometrii zbiornika. Wprowadzone dane zapiszemy na dysku i przejdziemy do modułu **Decods**, aby zakończyć modelowanie podaniem danych dotyczących materiału, obciążenia i grubości elementów:

1. wracamy do głównego menu,



nacisnąć klawisz **F9**



kliknąć lewym klawiszem w napis **9Top**

2. wybieramy opcję **Files**,



nacisnąć klawisz **F**



kliknąć lewym klawiszem w napis **Files**





3. zapisujemy plik,



nacisnąć klawisz **S**, wpisać nazwę zbioru **zad3** (bez rozszerzenia) i nacisnąć **ENTER**



kliknąć lewym klawiszem w napis **Save**, a pozostałe czynności należy wykonać za pomocą klawiatury

4. wybieramy opcję **Transfer**, aby przejść do modułu **Decods**,
 nacisnąć klawisz **T**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **Transfer**
5. wybieramy opcję **S) Stress**, która uruchamia dekodery analizy liniowej,
 nacisnąć klawisz **S**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **S) Stress**

Gdy na ekranie monitora pojawi się arkusz modułu **Decods**, przejdziemy do opcji **Elements**, w której wybierzemy opcję **Type**, aby podać typ elementu: **Plate**. Dalsze informacje zależą od typu elementu. Dla elementów powłokowych w opcji **Elements, Group** podamy:

- ♦ ciężar objętościowy,
- ♦ moduł Younga,
- ♦ współczynnik Poissona,
- ♦ współczynnik rozszerzalności cieplnej i moduł Kirchhoffa.

W opcji **Elements, Color** dla omawianych elementów podamy:

- ♦ grubość elementów powłokowych dna wynoszącą 0.3 m i grubość elementów płaszcza wynoszącą 0.1 m,
- ♦ różnice pomiędzy średnią temperaturą w osi elementu a temperaturą, w której nie występują naprężenia w konstrukcji; w naszym przypadku te wielkości równe są zero, ponieważ nie rozważamy obciążenia termicznego,
- ♦ różnice pomiędzy temperaturami warstw górnych i dolnych elementów, które w przypadku naszego zadania wynoszą zero,
- ♦ wartości ciśnienia działającego na elementy, które będzie się zmieniało od 0 do 35 kN/m² w zależności od położenia elementu w zbiorniku (od współrzędnej Z środka elementu),
- ♦ współrzędne punktów, które będą określały dodatni zwrot wektorów ciśnienia; ponieważ ciśnienie dodatnie skierowane jest od tych punktów do elementów, to w dekoderyze podamy współrzędne punktów, które będą znajdowały się wewnątrz zbiornika np.: (0,0,3),
- ♦ numery, określające sposób wyboru kierunków osi lokalnego układu współrzędnych;
- ♦ współrzędne punktów nieruchomych, które będą określały sposób lokalnej numeracji węzłów elementu (wybór węzłów **i**, **j**, **k**, **l** elementu).


Tak, jak w zadaniu 1, musimy w module **Decods** wybrać rodzaj analizy - **Static** (statyczna), ustalić parametry obciążenia grawitacyjnego oraz ustalić jakie rodzaje obciążeń i w jakich proporcjach działają na zbiornik.

Jak wspomnieliśmy wcześniej wprowadzanie danych rozpoczynamy od wyboru typu elementów:

1. wybieramy opcję **Elements**,


 przejść strzałką do opcji **Elements** lub nacisnąć klawisz z literą **E**


2. wybieramy elementy typu płytowego,

 wejść do opcji **Type** przez wciśnięcie klawisza **ENTER**

 podświetlić napis **6) Plate** lub nacisnąć klawisz z cyfrą **6**


3. wprowadzamy informacje dotyczące materiału konstrukcji (Rys.4.9)


 przejść strzałką do opcji **Group** i nacisnąć **ENTER**, lub nacisnąć klawisz z literą **G**


 w pierwszej kolumnie (**Name**) należy podać nazwę materiału - (np. **beton**) dla pierwszej grupy elementów


Uwaga: *Nazwa materiału jest tylko informacją dla użytkownika programu, nie jest ona wykorzystywana przez inne moduły systemu **ALGOR**.*

 pominąć drugą kolumnę (**Lib**)

 w trzeciej kolumnie (**Density**) należy podać ciężar objętościowy materiału, który dla betonu wynosi $\gamma=25 \text{ kN/m}^3$; wpisać wartość **25.0**

 w czwartej kolumnie (**Young's**) podać moduł Younga betonu $E=2.7 \cdot 10^7 \text{ kPa}$; wielkość tą należy wpisać w taki sposób: **2.7e7**

 w piątej kolumnie (**Poisson**) należy podać współczynnik Poissona $\nu=0.17$; wpisać **0.17**

 w szóstej kolumnie (**Alpha**) należy podać współczynnik rozszerzalności cieplnej, który wynosi $\alpha=0.00001 / \text{K}$, wpisać **0.00001**

 w ostatniej kolumnie **G** można podać moduł Kirchhoffa

Uwaga: Jeżeli nie podamy modułu Kirchhoffa, to zostanie on obliczony przez program według wzoru $G=E/[2(1+\nu)]$.

 wyjść z opcji **Group** klawiszem **Esc**

Name of material								
5:Plate :Layer(1) Group								
Gr	Name	Lib	Density	Young's	Poisson	Alpha	G	
1	beton		25	2.7e7	0.17	0.00001		
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
Esc-Escape F3-Edit F4-Delete /=Commands								

Rys.4.9

3. wybieramy opcję **Color**, aby wprowadzić dane dotyczące ciśnienia, działającego na elementy, i ich orientacji (Rys.4.10),


 przejść strzałką do opcji **Color** i nacisnąć **ENTER**, lub nacisnąć klawisz z literą **C**

 w pierwszej kolumnie (**Thicknes**) należy podać grubość elementów powłokowych


⇒ w pierwszym wierszu należy podać grubość płyty dna, która wynosi 0.30 m - należy wpisać **0.3**

⇒ w drugim wierszu należy podać grubość elementów narysowanych kolorem (kolor nr 2), która wynosi 0.10 m - należy wpisać **0.1**

⇒ w wierszach od trzeciego do siódmego wpisać **0.1**


 kolumnę drugą (**dTref**) i trzecią (**dT/dh**) pomijamy, ponieważ w tych kolumnach podajemy parametry obciążenia termicznego nie występującego w naszym zadaniu


Uwaga: Jeżeli kolumna nie zostanie wypełniona, to program przyjmie wartość domyślną, która równa jest **0**.


 w czwartej kolumnie (**Pressure**) należy podać wartość ciśnienia działającego na elementy

- ⇒ wiersz 1
- ⇒ wiersz 2
- ⇒ wiersz 3 - **35**
- ⇒ wiersz 4 - **25**
- ⇒ wiersz 5 - **15**
- ⇒ wiersz 6 - **5**
- ⇒ wiersz 7 - **0**

Uwaga: Ciśnienie działa zawsze w kierunku normalnym do elementu. Zwrot normalnej określany jest w ten sposób, że ciśnieniem dodatnim jest ciśnienie skierowane od punktu **PP** do elementu, którego współrzędne są podane w trzech następnych kolumnach. W przypadku tego zadania punktem wskazującym dodatni zwrot ciśnienia jest punkt leżący wewnątrz zbiornika **PP (0,0,3)**.

 kolumny piąta (**PPx**) i szósta (**PPy**) mogą zostać pominięte, ponieważ współrzędne *X* i *Y* punktu **PP** wynoszą 0

 w siódmej kolumnie (**PPz**), we wszystkich siedmiu wierszach podać współrzędną *Z* równą **3**

 w ósmej kolumnie (**Orient**) we wszystkich siedmiu wierszach należy podać kod sposobu określania lokalnej numeracji węzłów **i, j, k, l** w elemencie, wprowadzić wartość **2**

Uwaga: Układ węzłów **i, j, k, l** decyduje o położeniu lokalnego układu współrzędnych *xyz*. Oś *x* przechodzi przez środek odcinka **il** i środek odcinka **jk**. Oś *z* jest prostopadła do elementu i przyjmuje zwrot zgodny ze zwrotem ciśnienia. Oś *y* jest dobrana tak, aby układ współrzędnych był układem prawoskrętnym.

Uwaga: Przyjęcie kodu **Orient - 2** oznacza, że węzły krawędzi elementu, znajdujące się najbliżej punktu **IP** o współrzędnych podanych w następnych trzech kolumnach, będą oznaczone jako węzły **i, j**. Dla dna przyjęto punkt **IP(0,0,0)**, a dla płaszcza punkt **IP(0,0,-10)**.

- ☒ następne dwie kolumny (**IPx**, **IPy**) mogą być pominięte, ponieważ wartości współrzędnych, które powinny być tam wpisane wynoszą 0
- ☒ w ostatniej kolumnie (**IPz**) wprowadzimy współrzędne punktów kierunkowych względem osi Z
 - ⇒ w pierwszym wierszu należy wpisać **0**
 - ⇒ od drugiego do siódmego wiersza należy wpisać **-10**
- ☒ wyjść z opcji **Color** klawiszem **Esc**

a)

Positive pressure is outward from point <PPx, PPy, PPz>

5:Plate :Layer(1) Color									
Col	Thicknes	dTref	dT/dh	Pressure	PPx	PPy	PPz	Orien->	
1	0.3			50			3	2	
2	0.1			45			3	2	
3	0.1			35			3	2	
4	0.1			25			3	2	
5	0.1			15			3	2	
6	0.1			5			3	2	
7	0.1			0			3	2	
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									

Esc-Escape F3-Edit F4-Delete /=Commands

b)

Point <IPx, IPy, IPz> used to orient element ij side if orient > 0.

5:Plate :Layer(1) Color									
Co<-Pressure	PPx	PPy	PPz	Orient	IPx	IPy	IPz		
1	50			3	2	0	0	0	
2	45			3	2			-10	
3	35			3	2			-10	
4	25			3	2			-10	
5	15			3	2			-10	
6	5			3	2			-10	
7	0			3	2			-10	
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									


Esc-Escape F3-Edit F4-Delete /=Commands

Rys.4.10


4. wybieramy opcję **Analysis**,

 przejść strzałką do opcji **Analysis** lub nacisnąć klawisz z literą **A**

5. wybieramy rodzaj analizy zadania (**Static**) i wprowadzamy wektor obciążenia grawitacyjnego,

 nacisnąć **ENTER** lub nacisnąć klawisz z literą **S**

 wpisać wartość przyspieszenia ziemskiego **9.81**


 wybrać kierunek i zwrot działania przyciągania ziemskiego przez wpisanie przy **Ax=0, Ay=0, Az=-1**


Uwaga: Aby wszystkie wprowadzone dane zostały przyjęte należy naciskać klawisz **ENTER** tyle razy, aż zniknie okienko danych **Stress Analysis**.


6. ustalamy mnożniki działających obciążeń,


 przejść strzałką do opcji **Global** lub nacisnąć klawisz z literą **G**

 przejść strzałką do opcji **Load Case** i nacisnąć **ENTER**, lub nacisnąć klawisz z literą **L**

 w pierwszej kolumnie wpisujemy mnożnik obciążenia ciśnieniem równy w tym przypadku **1**

 w drugiej kolumnie wpisujemy mnożnik obciążenia ciężarem własnym równy **1**


 w trzeciej kolumnie wpisujemy mnożnik obciążenia geometrycznego równy **0**

 w czwartej kolumnie wpisujemy mnożnik obciążenia termicznego równy **0**

 wyjść z opcji **Load Case** klawiszem **Esc**

7. uruchamiamy procedurę tworzenia plików danych,

 przejść strzałką do opcji **Decode** lub nacisnąć klawisz z literą **D**

 jeżeli nie jest podświetlona opcja **Run**, to przejść strzałką do tej opcji i nacisnąć **ENTER**, lub nacisnąć klawisz z literą **R**

Po wybraniu tej opcji na dysku zostaną utworzone cztery pliki danych, z których dwa potrzebne będą w dalszej analizie. Pierwszy o nazwie **ZAD3** (nazwa nie ma rozszerzenia) jest plikiem danych dla modułu rozwiązującego zadanie (**Ssap0**), a drugi o nazwie **ZAD3.SST** zawiera





informacje geometryczne konieczne do analizy wyników. Pozostałe dwa pliki mają rozszerzenia **.ESG** i **.EMS** i są plikami danych modułu **Decods**.

Rozwiązanie zadania





Podobnie jak w poprzednich zadaniach rozwiązanie otrzymamy uruchamiając moduł **Ssap0**. Po prawidłowym zakończeniu rozwiązania przechodzimy do analizy wyników.

Analiza wyników

Analizę otrzymanych wyników wykonujemy przy użyciu modułu **SuperView**. Po uruchomieniu tego modułu czytamy plik danych geometrycznych:


1. wybieramy opcję, umożliwiającą wykonywanie operacji na plikach,
 nacisnąć klawisz z literą **F**, a następnie klawisz **L**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **Files**, a następnie w napis **Load**
2. podajemy nazwę pliku,
 wpisać nazwę pliku: **zad3** i nacisnąć **ENTER**
 nie można tego wykonać myszką

Na ekranie pokazuje się rysunek zadania w rzucie, który jest ustawiony jako parametr modułu **SuperView**. Najczęściej jest to rzut izometryczny. Jeżeli jako parametr ustawiony jest inny rodzaj rzutowania, to rzut izometryczny wybieramy następująco:


1. wybieramy opcję **Draw**,
 nacisnąć klawisz **F10**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **0Draw**, znajdujący się w dolnej części z lewej strony ekranu
2. wybieramy rzut izometryczny,
 nacisnąć klawisz z literą **V** a następnie klawisz z cyfrą **7**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **View** oraz kliknąć lewym klawiszem w napis **7) Isome**


3. oglądamy cały rysunek na ekranie (por. Rys.4.11),

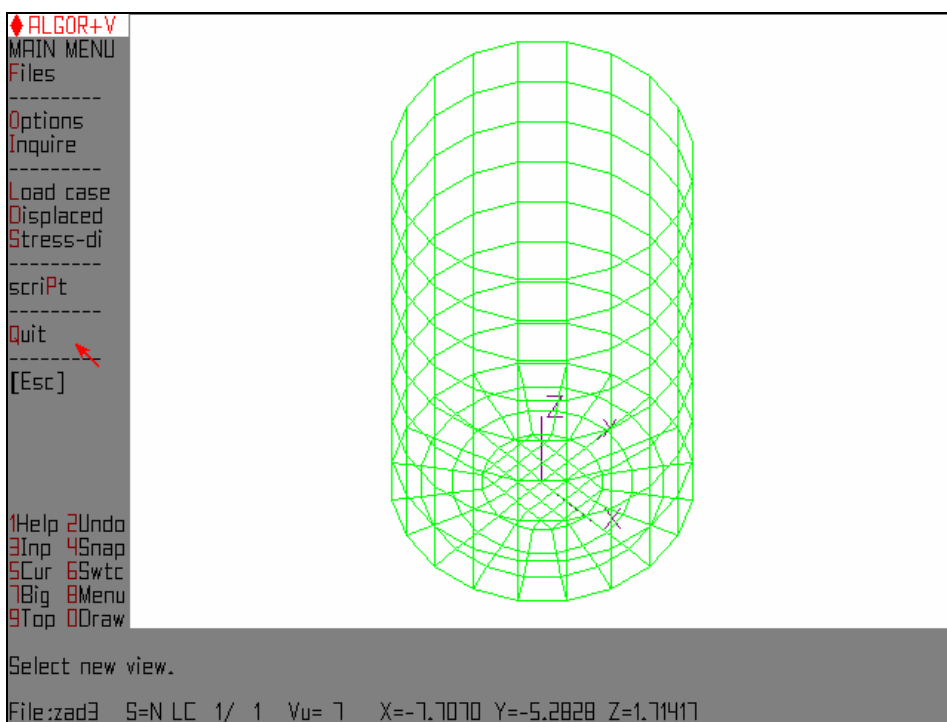
 nacisnąć klawisz z literą **E**

 kliknąć lewym klawiszem w napis **Enclose**

4. wracamy do głównego menu,

 nacisnąć klawisz **Esc**

 kliknąć lewym klawiszem w napis **[Esc]**



Rys.4.11

Większość opcji **SuperView** omówiliśmy podczas analizy zadania

1. Spośród omówionych tam operacji, do analizy wyników konstrukcji powłokowej przydatne będą następujące:


- ♦ zmiana koloru symboli podpór,
- ♦ wyświetlenie numerów elementów,
- ♦ wyświetlenie numerów węzłów,
- ♦ rysowanie odkształconej siatki elementów,
- ♦ odczytywanie dokładnych wartości przemieszczeń w węźle,

- ♦ wyświetlanie map bitowych sił wewnętrznych i naprężeń,
- ♦ zapisanie wyników obliczeń w pliku tekstowym.

Przedstawimy teraz te opcje, które przydają się szczególnie w czasie analizy konstrukcji powłokowych oraz inne opcje modułu **SuperView**, które nie były omawiane wcześniej.


Analizę rozpoczniemy od wyświetlenia obciążenia powłoki zbiornika ciśnieniem hydrostatycznym oraz orientacji lokalnych układów współrzędnych elementów. W wersji 4.12 modułu **SuperView** symbole ciśnienia i orientacji muszą być umieszczane na rysunku jednocześnie, wyświetlenie tych danych wykonamy następującym sposobem:

1. wybieramy opcję **Node+pres**,

 nacisnąć klawisz **O** i klawisz **N**


 kliknąć lewym klawiszem w napis **Options** i w napis **Node+pres**


2. wybieramy rodzaj danych, które chcemy wyświetlić: ciśnienie,

 nacisnąć klawisz **P**


 kliknąć lewym klawiszem w napis **Pres col**

3. wybieramy kolor (np. kolor 10 - granatowy), którym rysowane będą wektory obciążenia,

 nacisnąć klawisz z cyfrą **10** i nacisnąć **ENTER**

 kliknąć lewym klawiszem w kolor granatowy oznaczony numerem **10** na paletce kolorów z lewej strony ekranu


4. wracamy do opcji **Options**,

 nacisnąć dwa razy klawisz **Esc**


 kliknąć lewym klawiszem dwa razy w napis **[Esc]**

5. wybieramy opcję umożliwiającą ustawienie parametrów wyświetlania dla elementów powłokowych,

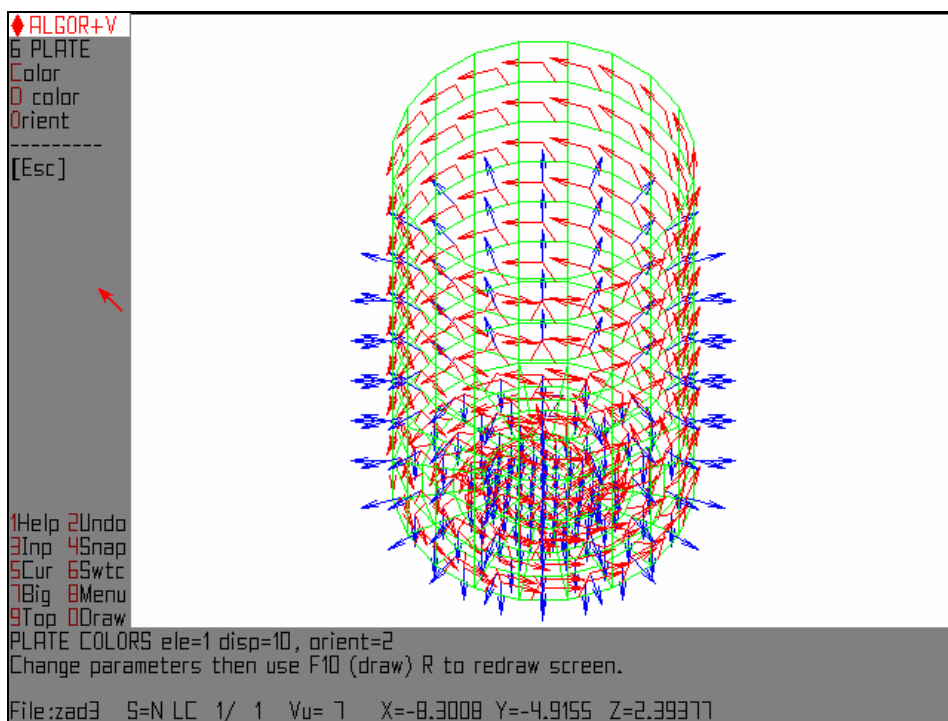
 nacisnąć klawisz **E** i klawisz **6**

 kliknąć lewym klawiszem w napis **Ele Opt** i w napis **6) plate**

6. wybieramy wyświetlanie orientacji elementów - **Orient**,

 nacisnąć klawisz **O**

- ☞ kliknąć lewym klawiszem w napis **Orient**
- 7. wybieramy kolor (np. kolor nr 2), którym wyświetlane będą symbole orientacji,
- ☞ nacisnąć klawisz z cyfrą **2** i nacisnąć **ENTER**
- ☞ kliknąć lewym klawiszem w kolor czerwony oznaczony numerem **2** na paletcie kolorów pod napisem **ALGOR-V**
- 8. przerysowujemy rysunek, aby zobaczyć symbole orientacji i ciśnienia (por. Rys.4.12),
- ☞ nacisnąć klawisz **F10** i **R**
- ☞ kliknąć lewym klawiszem w napis **0Draw**, a następnie w napis **Redraw**




Rys.4.12

Uwaga: Na każdym elemencie powłokowym widoczny jest symbol orientacji i ciśnienia (por. Rys.4.12). Strzałki wzdłuż elementów wskazują kierunki osi x lokalnych układów współrzędnych.

Strzałki prostopadłe do elementów informują o istnieniu ciśnienia działającego na te elementy. Wskazują one dodatni kierunek ciśnienia oraz kierunek osi z lokalnych układów współrzędnych.


Ponieważ oglądanie pozostałych wyników z aktywnymi opcjami wyświetlania orientacji i ciśnienia jest kłopotliwe, bo zaciemnia rysunek, powrócimy do ustawień pierwotnych:


1. zmieniamy kolor wyświetlania symboli orientacji,

 nacisnąć klawisz **O**

 kliknąć lewym klawiszem w napis **Orient**


2. powracamy do ustawienia, które usunie z rysunku symbole orientacji,

 nacisnąć klawisz z cyfrą **0** i nacisnąć **ENTER**

 kliknąć lewym klawiszem w kolor czarny oznaczony numerem **0** na palecie kolorów z lewej strony ekranu


Uwaga: Jeżeli tło nie jest czarne, to należy podać numer koloru tła.

3. przerysowujemy rysunek,

 nacisnąć klawisz **F10** i **R**


kliknąć lewym klawiszem w napis **0Draw**, a następnie w napis **Redraw**

4. powracamy do opcji **Options**,

 nacisnąć dwa razy klawisz **Esc**


 kliknąć lewym klawiszem dwa razy w napis **[Esc]**

5. wybieramy opcję, pozwalającą zmienić parametry wyświetlania **Node+pres**,





 nacisnąć klawisz **O** i klawisz **N**

 kliknąć lewym klawiszem w napis **Options** i w napis **Node+pres**











6. wybieramy obiekt, któremu zostanie zmieniony kolor -ciśnienie,

 nacisnąć klawisz **P**

 kliknąć lewym klawiszem w napis **Pres col**

7. powracamy do ustawienia, które usunie z rysunku symbole ciśnienia,
 nacisnąć klawisz z cyfrą **0** i nacisnąć **ENTER**
 kliknąć lewym klawiszem w kolor tła - czarny oznaczony numerem 0 na palecie kolorów
8. przerysowujemy rysunek,
 nacisnąć klawisz **F10** i **R**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **0Draw**, a następnie w napis **Redraw**

W module **SuperView** istnieje możliwość ukrycia fragmentów siatki elementów, co pozwala precyzyjnie analizować interesujące nas części konstrukcji. Żeby usunąć widoczność części siatki elementów wykorzystamy opcję **Hide ele**:

1. wybieramy opcję **Hide ele**,
 nacisnąć klawisz **H**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **Hide ele**
2. wybieramy opcję **Select**, aby zaznaczyć elementy, które powinny zostać na rysunku,
 nacisnąć klawisz **S**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **Select**
3. wybieramy opcję **Draw**, aby zmienić rzutnię,
 nacisnąć klawisz **F10**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **0Draw**
4. wybieramy rzut na płaszczyznę XZ,
 nacisnąć klawisz z literą **V** i nacisnąć klawisz z cyfrą **2**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **View** oraz kliknąć lewym klawiszem w napis **2) XZ fro**
5. oglądamy cały rysunek na ekranie,
 nacisnąć klawisz z literą **E**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **Enclose**

6. wracamy do poprzedniej opcji,



nacisnąć klawisz **Esc**



kliknąć lewym klawiszem w napis **[Esc]**

7. zaznaczamy interesujące nas elementy - dno zbiornika,



nie można tego zrobić za pomocą klawiatury



ustawić kursor myszki z lewej strony poniżej zbiornika i kliknąć lewym klawiszem



ustawić kursor z prawej strony zbiornika tak, aby pierwszy pas elementów płytowych znajdował się wewnątrz ramki i kliknąć lewym klawiszem

Uwaga: Znaczniki elementów nie są widoczne na ekranie, ponieważ pokrywają się parami.

8. wychodzimy z opcji Select,



nacisnąć klawisz **Esc**



kliknąć lewym klawiszem w napis **[Esc]**

9. uaktywniamy opcję **Hide usel**, pozostawiającej na ekranie tylko elementy zaznaczone,



nacisnąć klawisz **H**



kliknąć lewym klawiszem w napis **Hide usel**

10. wybieramy opcję **Draw**, aby zmienić rzutnię,



nacisnąć klawisz **F10**



kliknąć lewym klawiszem w napis **0Draw**

11. wybieramy rzut na płaszczyznę XY,





nacisnąć klawisz z literą **V** i nacisnąć klawisz z cyfrą **1**





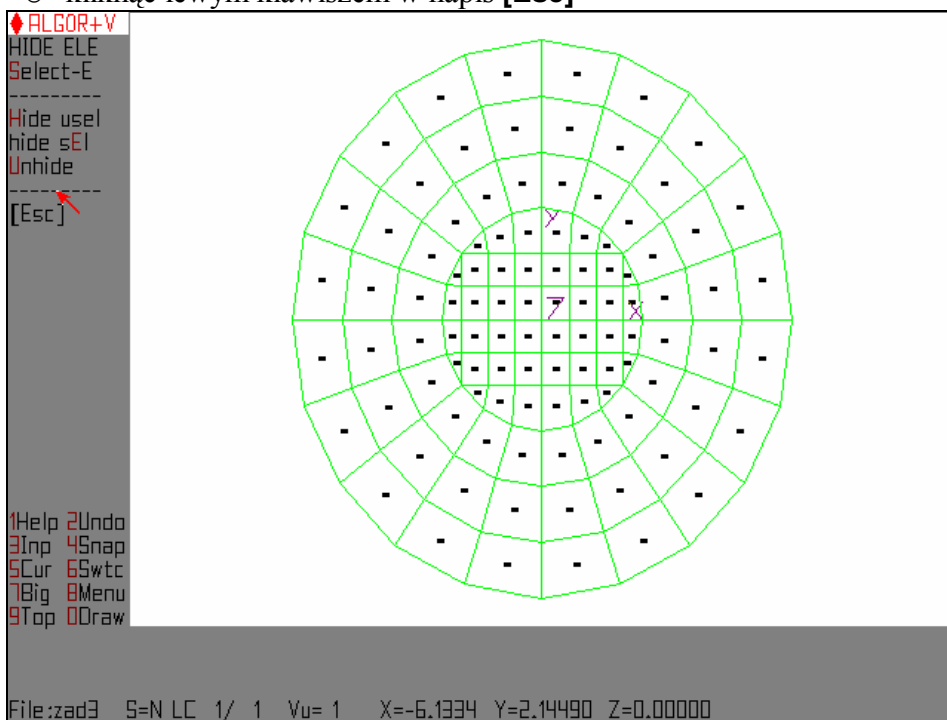
kliknąć lewym klawiszem w napis **View** oraz kliknąć lewym klawiszem w napis **1) XY top**

12. oglądamy cały rysunek na ekranie,

-  nacisnąć klawisz z literą **E**
-  kliknąć lewym klawiszem w napis **Enclose**



13. wychodzimy z opcji **Draw**,







-  nacisnąć klawisz **Esc**
-  kliknąć lewym klawiszem w napis **[Esc]**



Rys.4.13





Na Rys.4.13 widzimy pozostawiony fragment zbiornika - płytę denną. Jeżeli nie zmienimy widoczności elementów przy użyciu opcji **Hide ele**, to dalsze analizy dotyczyć będą tylko widocznego fragmentu konstrukcji. Ponieważ interesuje nas teraz analiza całej konstrukcji, przywrócimy widoczność wszystkich elementów:

1. wyświetlamy rysunek wszystkich elementów,
 -  nacisnąć klawisz **U**
 -  kliknąć lewym klawiszem w napis **Unhide**

2. wybieramy opcję **Draw** w celu zmiany rzutni,
 nacisnąć klawisz **F10**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **0Draw**
3. wybieramy ponownie rzut izometryczny,
 nacisnąć klawisz z literą **V** i nacisnąć klawisz z cyfrą **7**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **View** oraz kliknąć lewym klawiszem w napis **7) Isome**
4. oglądamy cały rysunek konstrukcji na ekranie,
 nacisnąć klawisz z literą **E**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **Enclose**

Omówimy teraz komendy zgrupowane w opcji **Inquire**, które umożliwiają sprawdzenie:

- ♦ numeru materiału (grupy) - **1) mat id**,
- ♦ grubości elementu - **2) thick**,
- ♦ wielkości ciśnienia, działającego na element - **3) press**,
- ♦ wartości temperatury, przy której znikają naprężenia termiczne - **4)Tref**,
- ♦ obciążenia przyrostem temperatury - **5) Tgrad**.

1. wybieramy opcję **Inquire**,
 nacisnąć klawisz **I**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **Inquire**
2. wybieramy opcję z informacjami o elementach powłokowych **6) plate**,
 nacisnąć klawisz **E** i klawisz **6**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **Ele Inq** i w napis **6) plate**

Za pomocą dwóch pierwszych komend można uzyskać informacje o elemencie (opcje **Get** i **Find**). Przedstawimy przykład wykorzystania tych opcji:

1. wybieramy opcję za pomocą, której można uzyskać informacje we wskazanym na ekranie elemencie,



nacisnąć klawisz **G**



kliknąć lewym klawiszem w napis **Get**

2. wskazujemy elementy,



wskazanie elementu za pomocą klawiatury wymaga dodatkowych operacji i jest nie wygodne



kliknąć lewym klawiszem myszki w momencie, kiedy kursor ustawiony jest w pobliżu elementu

3. wybieramy opcję, która umożliwia uzyskanie informacji o elemencie,



nacisnąć klawisz **F**



kliknąć lewym klawiszem w napis **Find**

4. podajemy numer elementu (np. 200),



wpisać **200** i nacisnąć **ENTER**



nie można tego wykonać myszką

Uwaga: Po przesunięciu myszki na część graficzną ekranu będzie widoczna linia pomiędzy środkiem elementu nr 200 i kursorem myszki.

Sprawdzimy teraz rozkład ciśnienia działającego na dno i ściany boczne zbiornika:

1. wybieramy opcję, umożliwiającą sprawdzanie wartości ciśnień,



nacisnąć klawisz **3**



kliknąć lewym klawiszem w napis **3) press**

2. ustawiamy zakres ciśnień, który będzie wskazywany w czasie sprawdzania ($0; 10 \text{ kN/m}^2$),



wpisać pierwszą granicę **0**




przejsć strzałką w prawo przez wciśnięcie klawisza \Rightarrow lub klawisz **Tab**




wpisać drugą granicę **10**

 nacisnąć **ENTER**

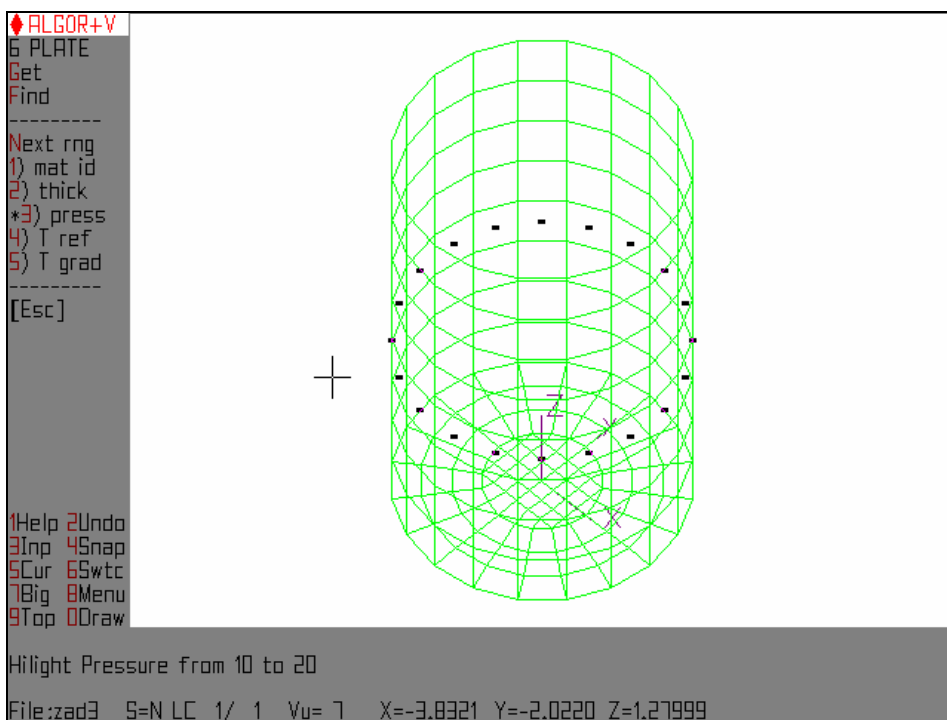
 powyższych operacji nie można wykonać myszką

Uwaga: Na ekranie zostały zaznaczone elementy, na które działa ciśnienie w zakresie od 0 do 10 kPa. W rozwiązywanym zadaniu są to te elementy, na które działa ciśnienie równe zero lub 5 kPa. Zmianę zakresu ciśnień można uzyskać wybierając ponownie opcję **3) press**, ale wygodniej będzie skorzystać z opcji **Nxt Rng**, która zmieni nam skokowo zakres wskazywanych ciśnień (od 10 do 20 kPa).

3. zmieniamy zakres (por.Rys.4.14),

 nacisnąć klawisz **N**

 kliknąć lewym klawiszem w napis **Next rng**




Rys.4.14

Uruchamiając opcję **Nxt rng** można sprawdzić w jakich zakresach mieszczą się wartości ciśnień, działających na konstrukcję.

W podobny sposób można sprawdzić również pozostałe informacje dostępne w opcji **6) plate**.


Powracamy do głównego menu modułu **SuperView**:


 nacisnąć klawisz **F9**

 kliknąć lewym klawiszem w napis **9Top**


Siły wewnętrzne i naprężenia w elementach można przeanalizować korzystając z opcji zgrupowanych pod nazwą **Stress-di**. Przed rozpoczęciem analizy wyników ustawiamy kolory linii i inne parametry pomocnicze:


1. wybieramy opcję **Stress-di**,

 nacisnąć klawisz **S**

 kliknąć lewym klawiszem w napis **Stress-di**


2. wybieramy opcję, która pozwoli wybrać ilość i kolejność kolorów, którymi zostaną przedstawione wyniki,

 nacisnąć klawisz **A** oraz klawisz **C**


 kliknąć lewym klawiszem w napis **Aux post**, a następnie **Colors**


3. wybieramy ilość kolorów (np. 8),


 nacisnąć klawisz **N**, wpisać **8** i nacisnąć **ENTER**

 kliknąć lewym klawiszem myszki w napis **Number**, a pozostałe operacje wykonać za pomocą klawiatury


4. ustalamy kolejność kolorów (9, 10, 11, 1, 3, 14, 5 i 2),

 nacisnąć klawisz **V**

 usunąć aktualne numery kolorów i wpisać **9 10 11 1 3 14 5 2**, przechodząc do kolejnych wartości przez naciśnięcie klawisza **⇒** lub klawisza **Tab** i na zakończenie nacisnąć **ENTER**


 kliknąć lewym klawiszem w napis **Values**, a pozostałe operacje należy wykonać za pomocą klawiatury


5. powracamy do opcji **Stress-di**,

 nacisnąć dwa razy klawisz **Esc**


 kliknąć lewym klawiszem dwa razy w napis **[Esc]**


6. wybieramy opcję **General**,

 nacisnąć klawisz **G**

 kliknąć lewym klawiszem w napis **General**


7. uaktywniamy opcję **Solid-di**,

 nacisnąć klawisz **S**

 kliknąć lewym klawiszem w napis **Solid-di**


Uwaga: *Ostatnią operację wykonujemy tylko wtedy, gdy przy napisie **Solid-di** nie ma znaku gwiazdki. W przeciwnym razie pomijamy tę czynność.*


8. powracamy do opcji **Stress-di**,

 nacisnąć dwa razy klawisz **Esc**

 kliknąć lewym klawiszem dwa razy w napis **[Esc]**

9. uaktywniamy opcję **Smoothed**,

 nacisnąć dwa razy klawisz **S**

 kliknąć lewym klawiszem dwa razy w napis **Smoothed**

Uwaga: *Ostatnią operację wykonujemy wtedy, gdy przy napisie **Smoothed** nie ma gwiazdki. W przeciwnym razie pomijamy tę czynność.*


Uwaga: *Jeżeli opcja **Smoothed** jest aktywna, to obliczone wyniki są uśredniane w węzłach, tzn.: wartość w węźle jest obliczana jako wartość średnia z elementów, do których należy dany węzeł. Zapisując wyniki w pliku przy aktywnej opcji **Smoothed** otrzymamy wartości w węzłach. Gdyby opcja **Smoothed** nie była aktywna w pliku znalazłyby się wyniki podane w węzłach każdego elementu.*

Uwaga: *Przy aktywnej opcji **Smoothed** lokalne układy współrzędnych w sąsiadujących ze sobą elementach powinny mieć te same kierunki, gdyż w przeciwnym wypadku uśredniamy niezgodne ze sobą składowe tensora naprężenia lub wektora momentu. Wynik*

takiej operacji jest błędny. W takich przypadkach uśrednianie możliwe jest tylko dla skalnych miar naprężenia jakimi są naprężenia zredukowane Hubera-Misesa lub Tresci.


W opcji **Stress-di** znajduje się polecenie **Light**, za pomocą którego można modelować oświetlenie konstrukcji skupionym źródłem światła:

1. uaktywniamy opcję **Light**,

 nacisnąć klawisz **L**


 kliknąć lewym klawiszem w napis **Light**

2. wychodzimy z opcji **Light**,

 nacisnąć klawisz **Esc**

 kliknąć lewym klawiszem w napis **[Esc]**

3. cieniujemy rysunek,



 nacisnąć klawisz **D**

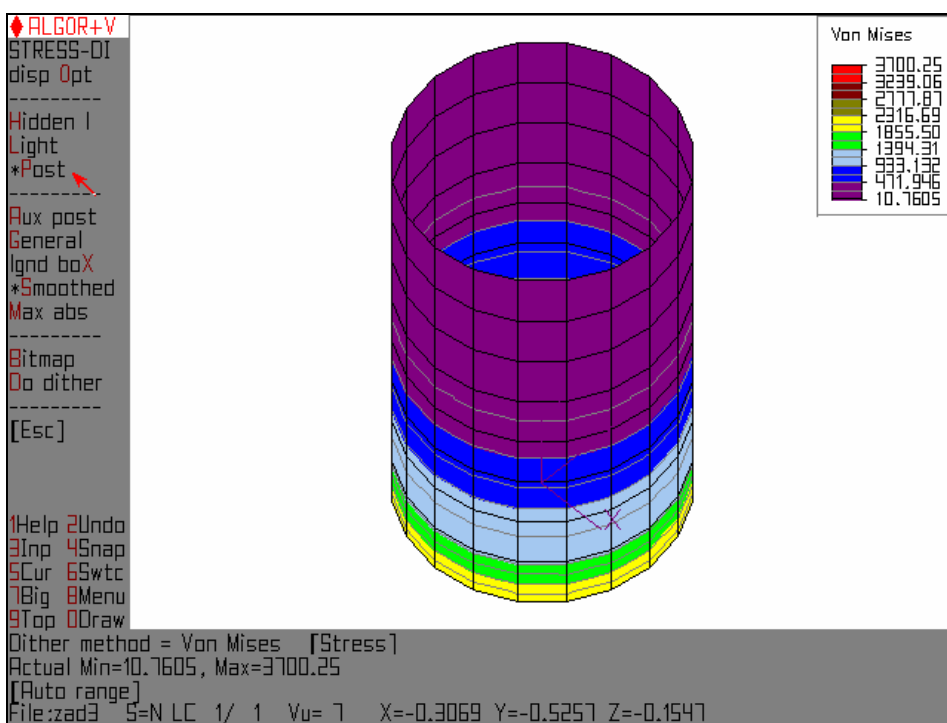
 kliknąć lewym klawiszem w napis **Do dither**

Najważniejszą opcją służącą analizie wyników jest opcja **Post**, po wejściu do której można wybrać rodzaj oglądanych naprężeń, odkształceń, sił wewnętrznych i przemieszczeń. Opcje, które można wykorzystać w analizie powłok, wyświetlają kolorowe mapy następujących wartości:




- ♦ naprężeń zredukowanych wg hipotezy Hubera-Misesa - **von Mises**,
- ♦ naprężeń zredukowanych wg hipotezy Tresci - **Tresca*2**,
- ♦ maksymalnych naprężeń głównych - **maX prin**,
- ♦ minimalnych naprężeń głównych - **miN prin**,
- ♦ poszczególnych składowych tensora naprężenia lub składowych wektorów sił wewnętrznych (w zależności od ustawień w opcji **tYpe 6 sw**) - **S tensor**,
- ♦ składowych lub modułu wektora przemieszczeń - **disp Vec**,
- ♦ dokładności obliczeń - **Precision**, równa jest ona połowie różnicy pomiędzy analizowaną wartością maksymalną i minimalną w węźle, podzielona przez maksymalną wartość naprężeń wg hipotezy Hubera-Misesa.

Opcję **disp Vec** omawialiśmy w analizie zadania 1. Opcja **S tensor** wymaga szczegółowego omówienia, które podamy podczas analizy naprężeń i sił wewnętrznych w powłoce zbiornika. Narysujemy teraz mapę naprężeń wg hipotezy Hubera-Misesa. Opis ten można zastosować do uaktywnienia wszystkich opcji poza **dips Vec** i **S-tensor**. Przystępujemy do rysowania mapy:

1. wybieramy opcję **Post**,
 nacisnąć klawisz **P**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **Post**




Rys.4.15

2. uaktywniamy opcję **von Mises**,
 nacisnąć klawisz **M**
 kliknąć lewym klawiszem w napis **von Mises**
3. powracamy do opcji **Stress-di**,
 nacisnąć dwa razy klawisz **Esc**

 kliknąć lewym klawiszem dwa razy w napis **[Esc]**

4. rysujemy mapę bitową (por. Rys.4.15).

 nacisnąć klawisz **D**

 kliknąć lewym klawiszem w napis **Do dither**


W przypadku elementów powłokowych polecenie **S tensor** wyświetla naprężenia lub siły wewnętrzne w zależności od ustawień wybranych w opcji **tYpe 6 sw**. Mamy następujące możliwości ustawień:


- ♦ naprężenia powierzchniowe - **Surface**,
- ♦ naprężenia membranowe, są to naprężenia wywołane przez siły normalne do przekroju poprzecznego powłoki - **Membrane**,
- ♦ naprężenia wywołane przez momenty zginające - **Bending**,
- ♦ momenty zginające i skręcające - **mOment**.

Na Rys.4.16 przedstawiono znaczenie wyrażeń z opcji **S tensor** w zależności od wyboru jednej z wymienionych opcji.


Stworzenie mapy bitowej np. naprężeń powierzchniowych σ_{22} wymaga wybrania opcji **S22**. Wykonujemy to w następujący sposób:


1. wybieramy opcję **tYpe 6 sw**,

 nacisnąć klawisz **A** oraz klawisz **Y**

 kliknąć lewym klawiszem w napis **Aux post**, a następnie w napis **tYpe 6 sw**


2. wybieramy rodzaj wyświetlanych naprężeń,

 nacisnąć klawisz **S**

 kliknąć lewym klawiszem w napis **Surface**

Uwaga: *Operację tą wykonujemy tylko wtedy, gdy przy napisie **Surface** nie ma znaku *.*

3. powracamy do opcji **Stress-di**,

 nacisnąć dwa razy klawisz **Esc**

 kliknąć lewym klawiszem dwa razy w napis **[Esc]**

4. wybieramy opcję **Post**,



nacisnąć klawisz **P**



kliknąć lewym klawiszem w napis **Post**

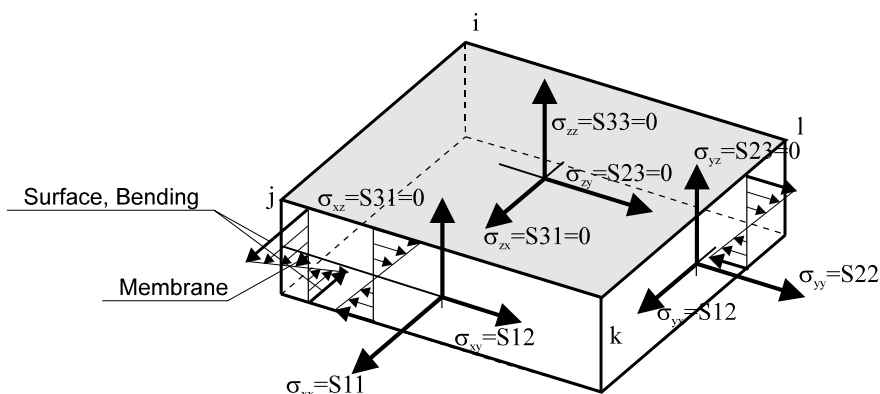
5. wybieramy odpowiednią składową tensora naprężenia,



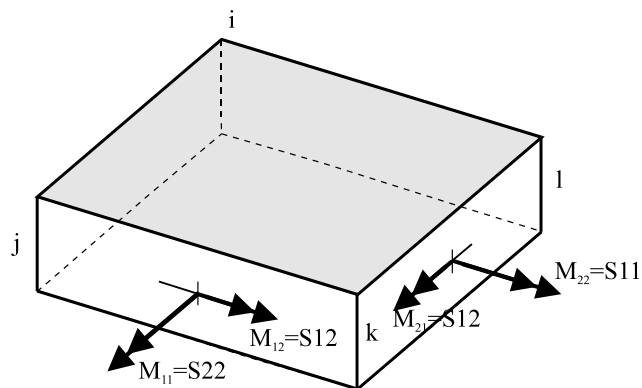
nacisnąć klawisz **S**, a następnie **2**



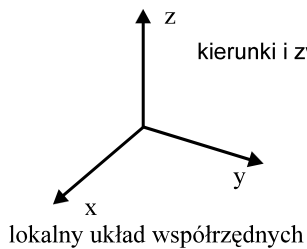
kliknąć lewym klawiszem w napis **S tensor** i w napis **2) S22**



kierunki i zwroty wektorów naprężeń w elementach powłokowych




kierunki i zwroty wektorów momentów w elementach powłokowych



lokalny układ współrzędnych


Rys.4.16

6. powracamy do opcji **Stress-di**,

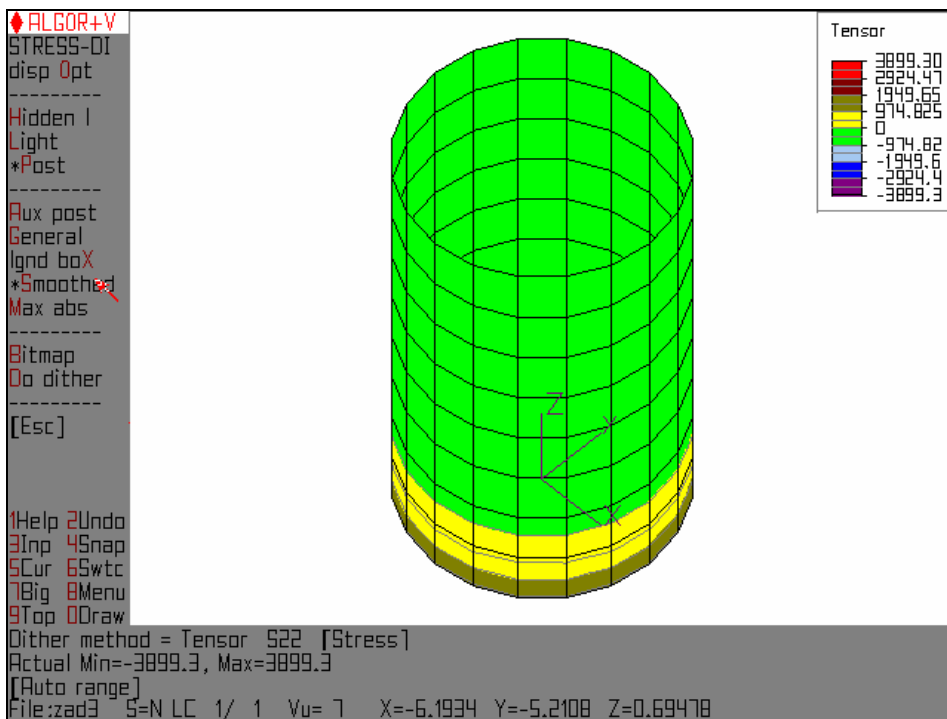
 nacisnąć dwa razy klawisz **Esc**

 kliknąć lewym klawiszem dwa razy w napis **[Esc]**

7. rysujemy mapę bitową naprężeń σ_{22} (por. Rys.4.17),

 nacisnąć klawisz **D**

 kliknąć lewym klawiszem w napis **Do dither**





Rys.4.17

W ten sam sposób możemy wyświetlić mapy innych składowych tensora naprężenia lub wektorów momentów, należy tylko wybrać odpowiednie polecenie w opcji **tType 6 sw**.

Na Rys.4.17 pokazane są naprężenia powierzchniowe na zewnętrznych powierzchniach elementów (o tym, która powierzchnia elementów jest zewnętrzną decyduje zwrot lokalnej osi z, powierzchnia zewnętrzna ma dodatnią współrzędną z). Naprężenia po stronie wewnętrznej obejrzymy wybierając opcję **Backside**:

1. uaktywniamy opcję **Backside**,



 nacisnąć klawisz **A** oraz klawisz **B**

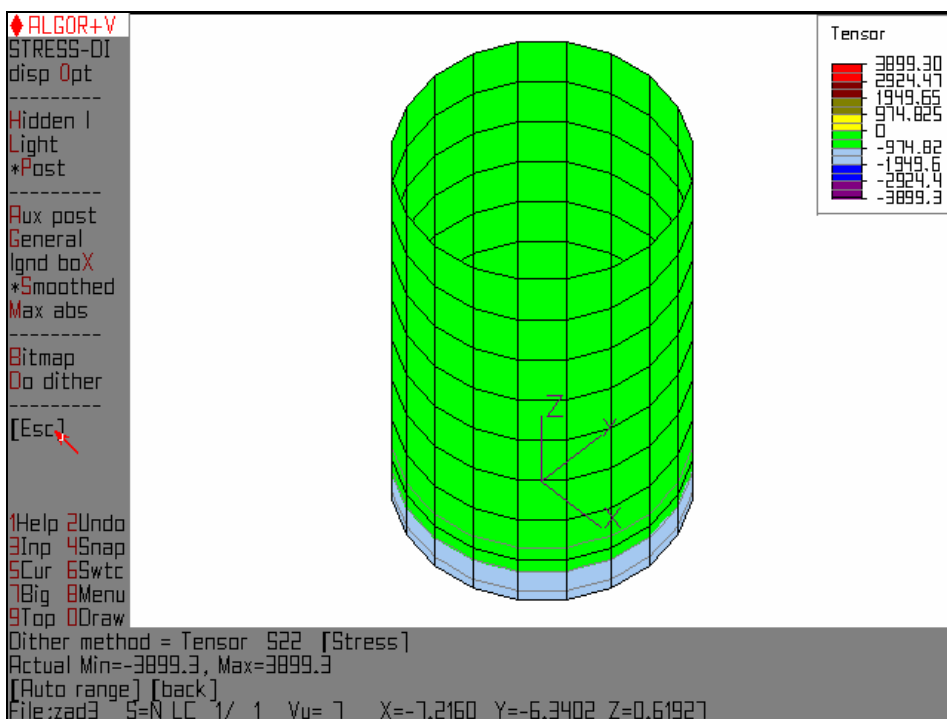
 kliknąć lewym klawiszem w napis **Aux post**, a następnie w napis **Backside**

2. powracamy do opcji **Stress-di**,

-  nacisnąć klawisz **Esc**
-  kliknąć lewym klawiszem w napis **[Esc]**

3. rysujemy mapę bitową naprężeń σ_{22} na powierzchni wewnętrznej (por. Rys.4.18),

-  nacisnąć klawisz **D**
-  kliknąć lewym klawiszem w napis **Do dither**



Rys.4.18

Wyświetlane mapy bitowe możemy zapisać na dysku podobnie jak to robiliśmy w zadaniu nr 1. Rezultaty analiz można także zapisać na dysku, wybierając opcję **Aux post** a następnie **File out** (patrz zadanie nr 1).


Jeżeli skala barw mapy bitowej jest nieodpowiednia dla oglądanego fragmentu modelu można ją zmienić na dwa sposoby:

- ♦ ustawić ręcznie górny i dolny zakres skali barw, wybierając opcję **Auto rng**, a następnie podając wartości górnego i dolnego zakresu skali,

- ♦ ukryć (za pomocą opcji **Options, Hide ele**) te fragmenty modelu, które nas nie interesują, w opcji **Aux post** wybrać polecenie **Dis rnge**, i przerysować mapę wybierając ponownie polecenie **Do dither**.


Zakończymy teraz pracę z modulem **SuperView**:


1. wracamy do głównego menu

 nacisnąć klawisz **F9**

 kliknąć lewym klawiszem w napis **9top**

2. kończymy pracę modułu **SuperView**,

 nacisnąć klawisz **Q**

 kliknąć lewym klawiszem w napis **Quit**

W tym zadaniu nie będziemy wykonywali sprawdzania poprawności wyników, jak w zadaniu 1 i 2, ale analizując obciążenie, które jest osiowosymetryczne i na 3 m od górnej krawędzi płaszcza równe zero, możemy przewidzieć, że:

- ♦ otrzymane wyniki np.: naprężenia zredukowane, składowe naprężenia σ_{11} i σ_{22} , itp. powinny tworzyć osiowosymetryczne mapy naprężeń,
- ♦ wartości naprężeń, momentów, sił membranowych przy górnej krawędzi płaszcza powinny bliskie zera,
- ♦ na mapach naprężeń nie powinny być widoczne lokalne zaburzenia, ponieważ konstrukcja nie jest obciążona siłami skupionymi, a geometria powłoki nie ma lokalnych załamań.

Mapy naprężeń, przedstawione na Rys.4.15, Rys.4.17 i Rys.4.18, spełniają nasze przewidywania, a więc można przypuszczać, że obliczenia zostały wykonane poprawnie.

