



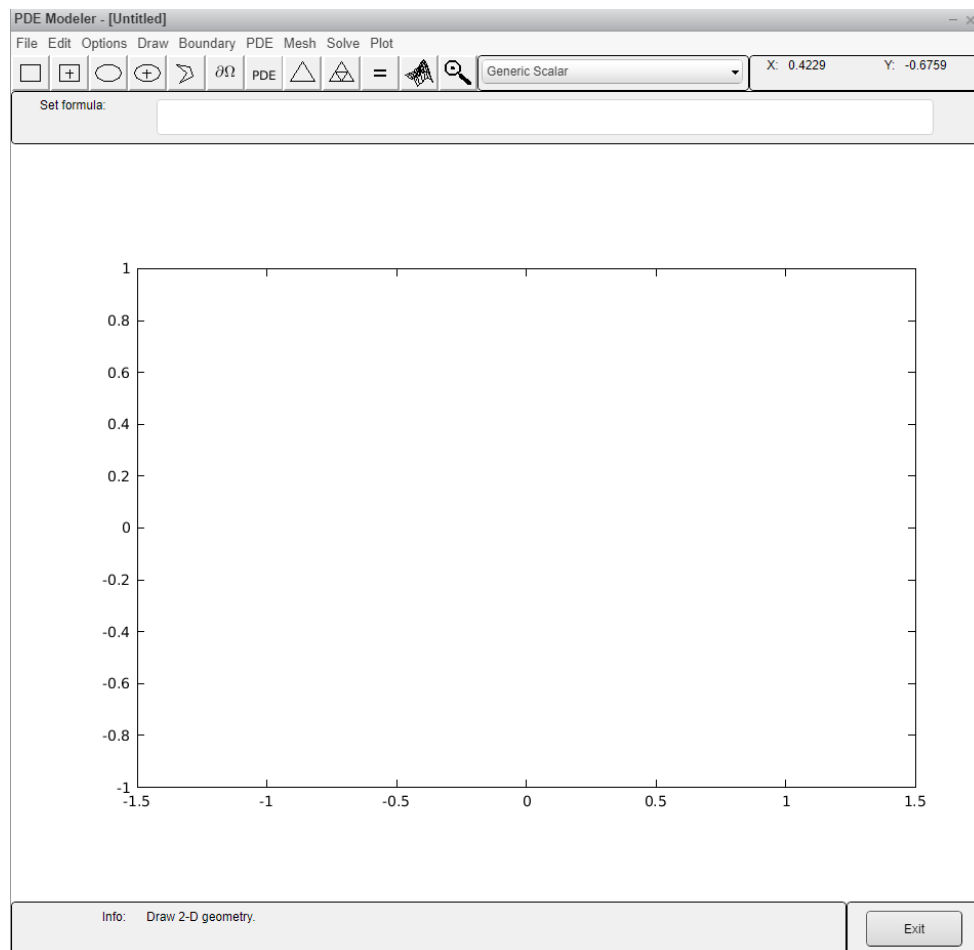
ZASTOSOWANIE RODOWISKA MATLAB DO ZAGADNIE BRZEGOWYCH
Partial Differential Equation Toolbox (PDETOOL)

Narzędzie pozwala na przybliżone rozwiązanie zagadnień początkowo-brzegowych, brzegowych i własnych dla problemów dwuwymiarowych metodami elementów skończonych.

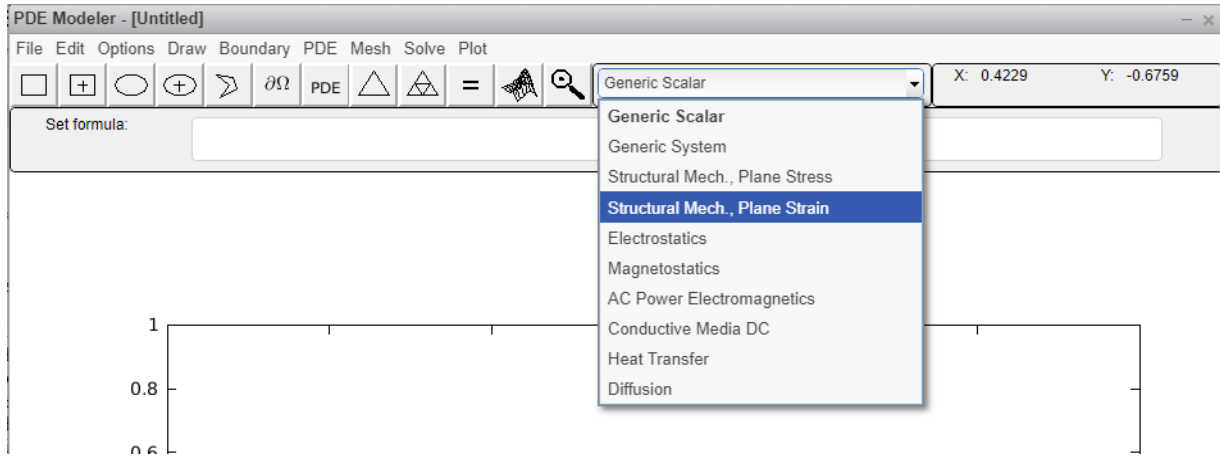
PRZYKŁADOWE ZADANIE: STATYKA DLA PRZYKŁADNEGO STANU ODKSZTAŁCENIA

Etapy modelowania:

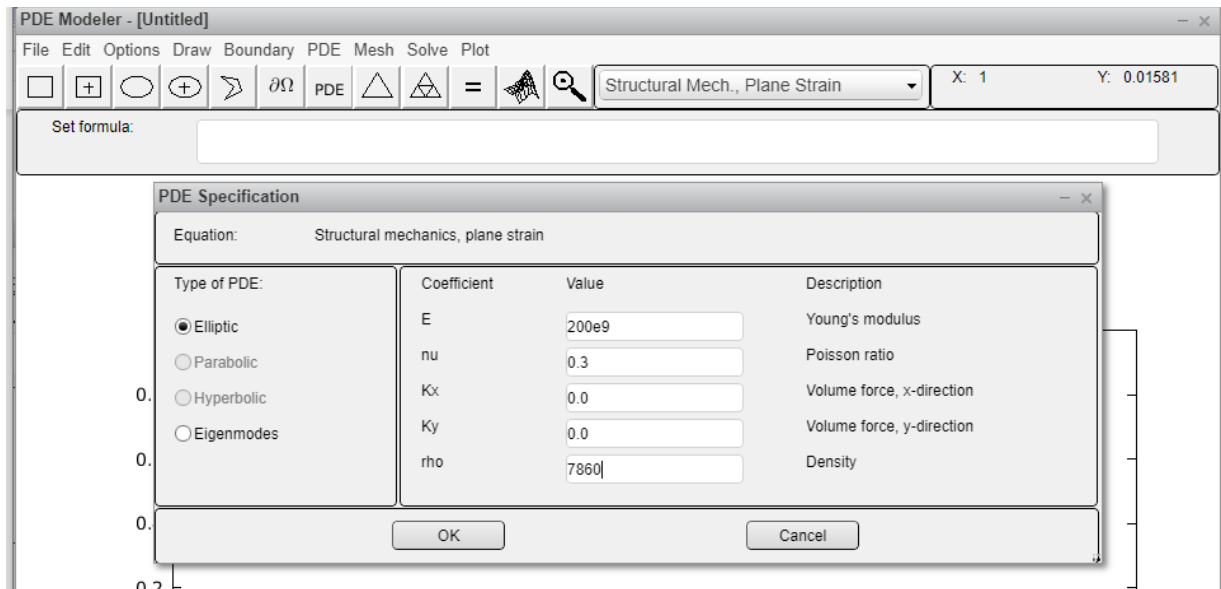
1. Po uruchomieniu Matlab w oknie komend (COMMAND WINDOW) wpisujemy polecenie *pdetool* (otworzy się GUI).



- Na początku wybieramy rodzaj zadania (płaski stan odkształcenia) *Structural Mechanics, Plane Strain* albo z rozwiniętej paska, w którym w momencie uruchomienia wyświetlone jest *Generic Scalar* albo z menu głównego: *Options* → *Application* → *Structural Mechanics, Plane Strain*.



- Przyjmujemy parametry zadania (w pasku narzędzi ikona PDE lub z menu *PDE* → *PDE Specification*), problem eliptyczny (*Elliptic*), gdzie: E to moduł Younga, ν to współczynnik Poissona, K_x , K_y to składowe siły objętościowe, ρ to gęstość materiału.



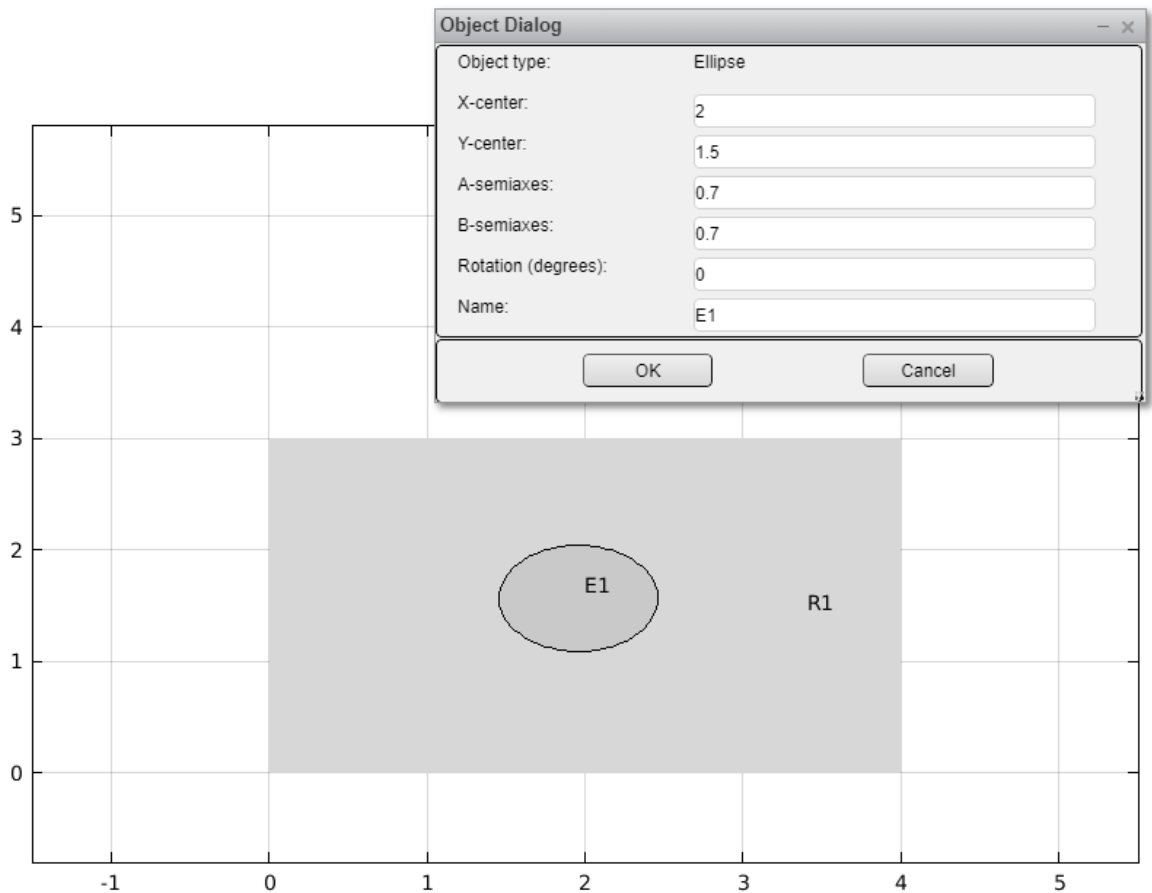
4. Generowanie obszaru

Na początek można ustawić zakres wyświetlanego układu współrzędnych *Options* → *Axes Limits* oraz włączyć pomocniczą siatkę *Options* → *Grid*. Aby wygenerować model można skorzystać z paska narzędzi gotowe ikony do zdefiniowania obszaru albo z menu głównego wybrać *Draw* i odpowiednie polecenie. Stworzone obszary automatycznie zostają nazwane.

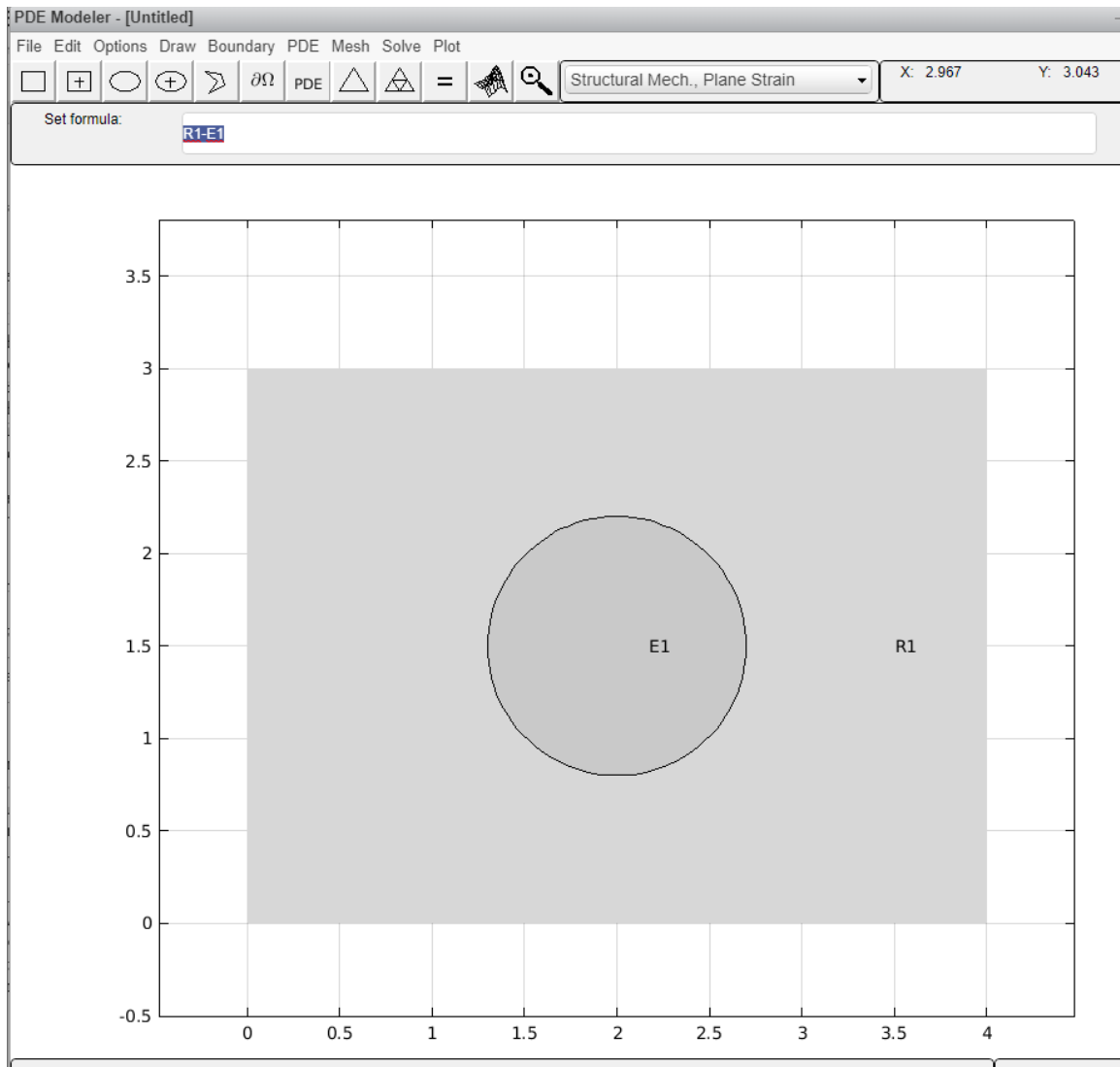
Po narysowaniu można skorygować obszar i nazwę poprzez dwukrotne kliknięcie we wnętrze obiektu. Jeśli narysujemy kilka obszarów to możemy dokonywać na nich różnych operacji w linii *Set formula* (domyślnie dwa narysowane obszary są sumowane np. $R1+P1$, ale można je również odjąć $R1-P1$ albo znaleźć ich wspólną część $R1*P1$). Zmiany są widoczne dopiero w dalszym etapie modelowania. Aby usunąć obszar klikamy na niego raz (podświetli się brzeg na kolor czarny) i na klawiaturze wybieramy *Delete*.

Po narysowaniu obszaru można skorzystać *Options* → *Axes equal* aby skala na osiach była taka sama.

Przykładowo: modyfikacja na prostokacie $R1$ przez podwójne kliknięcie obszaru $E1$ w celu narysowania koła o środku w $p.(2,1.5)$ i promieniu 0.7 .

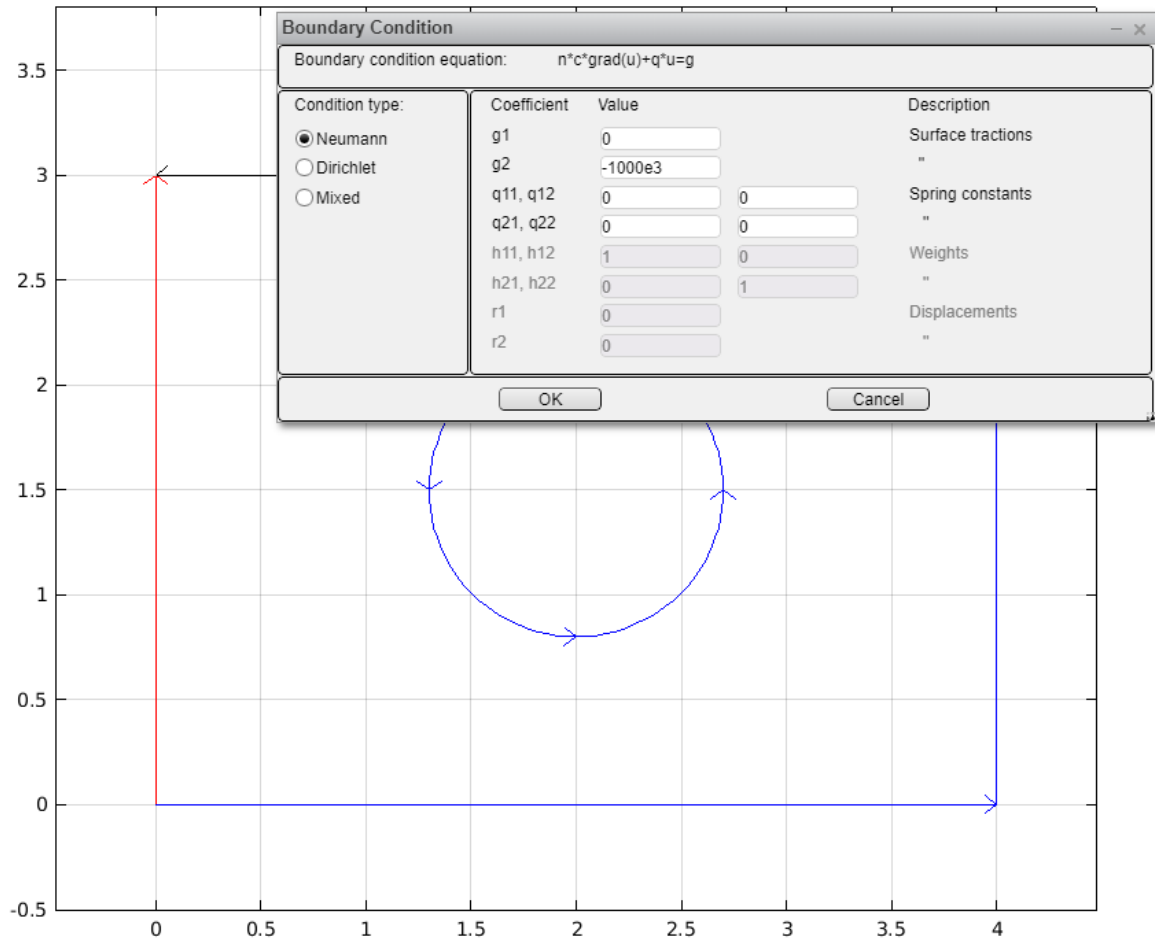


Chcemy mieć otwór, dlatego koło zostanie odjęte od prostokąta (R1-E1).





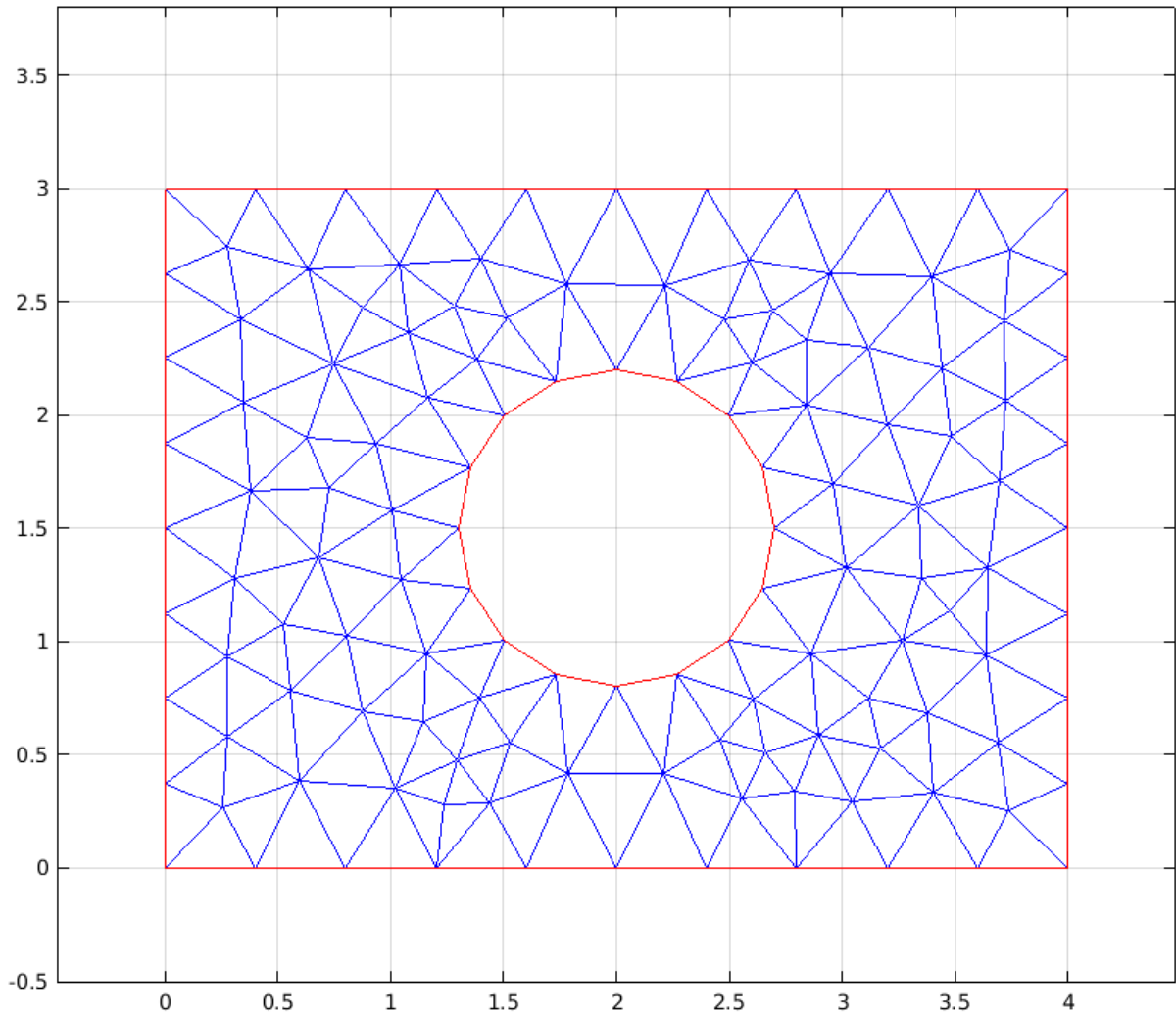
- Warunki brzegowe $\partial\Omega$ \rightarrow *Boundary Mode* lub ikona $\partial\Omega$.
Warunki *Dirichleta* (brzeg modelu oznaczony kolorem czerwonym), *Neumanna* (kolor niebieski) lub *mieszane* (kolor czarny). Domyślnie przyjmujemy na każdym brzegu zerowe warunki Dirichleta. Aby je zmienić możemy skorzystać z odpowiedniej ikonki w pasku narzędzi albo wybrać w menu głównym *Boundary* \rightarrow *Specify Boundary Conditions*. Na początku należy zaznaczyć części brzegu, dla którego chcemy dokonać zmian, a następnie albo kliknąć w niego dwukrotnie, albo wybrać w menu głównym *Boundary* i odpowiednią opcję. Można dokonać selekcji kilku części brzegu równocześnie poprzez wciśnięcie przy wyborach klawisza SHIFT. Przy zadawaniu warunków brzegowych należy zwrócić uwagę na równanie, które chcemy spełnić.

Przykład: załóżmy, że na lewej krawędzi jest zerowy warunek Dirichleta, na górnej krawędzi obciążenie skierowane pionowo do dołu wartości 1000kN/m (brzeg z warunkiem Neumanna), na pozostałych częściach zerowy warunek Neumanna.



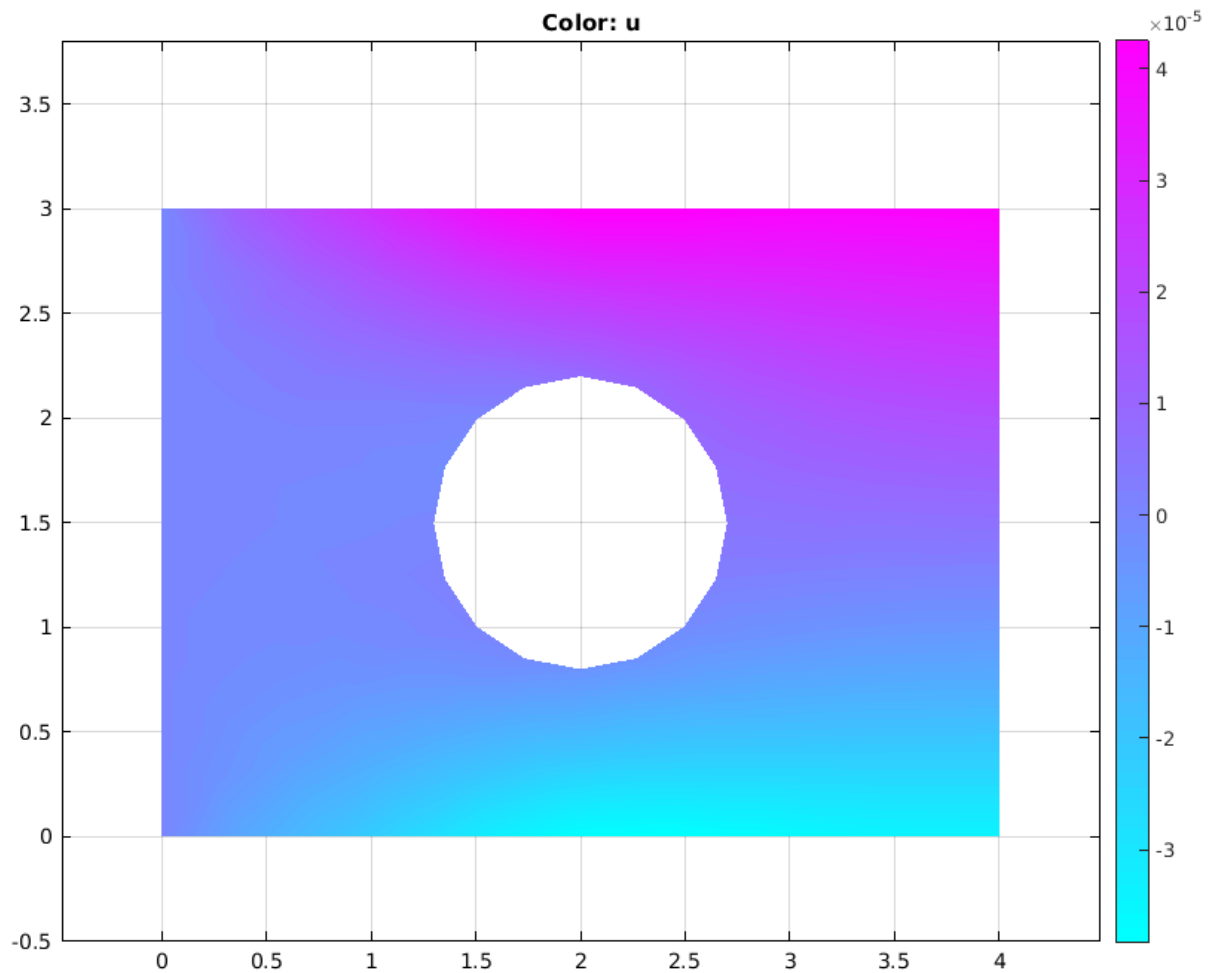
6. Siatka ES

Moemy skorzystać z dwóch ikon w pasku narzędzi   ó siatka rzadka lub dodatkowo równomiernie zagszczona albo w menu głównym wybrać *Mesh* → *Initialize Mesh (Refine Mesh)*.



7. Rozwiązanie zadania

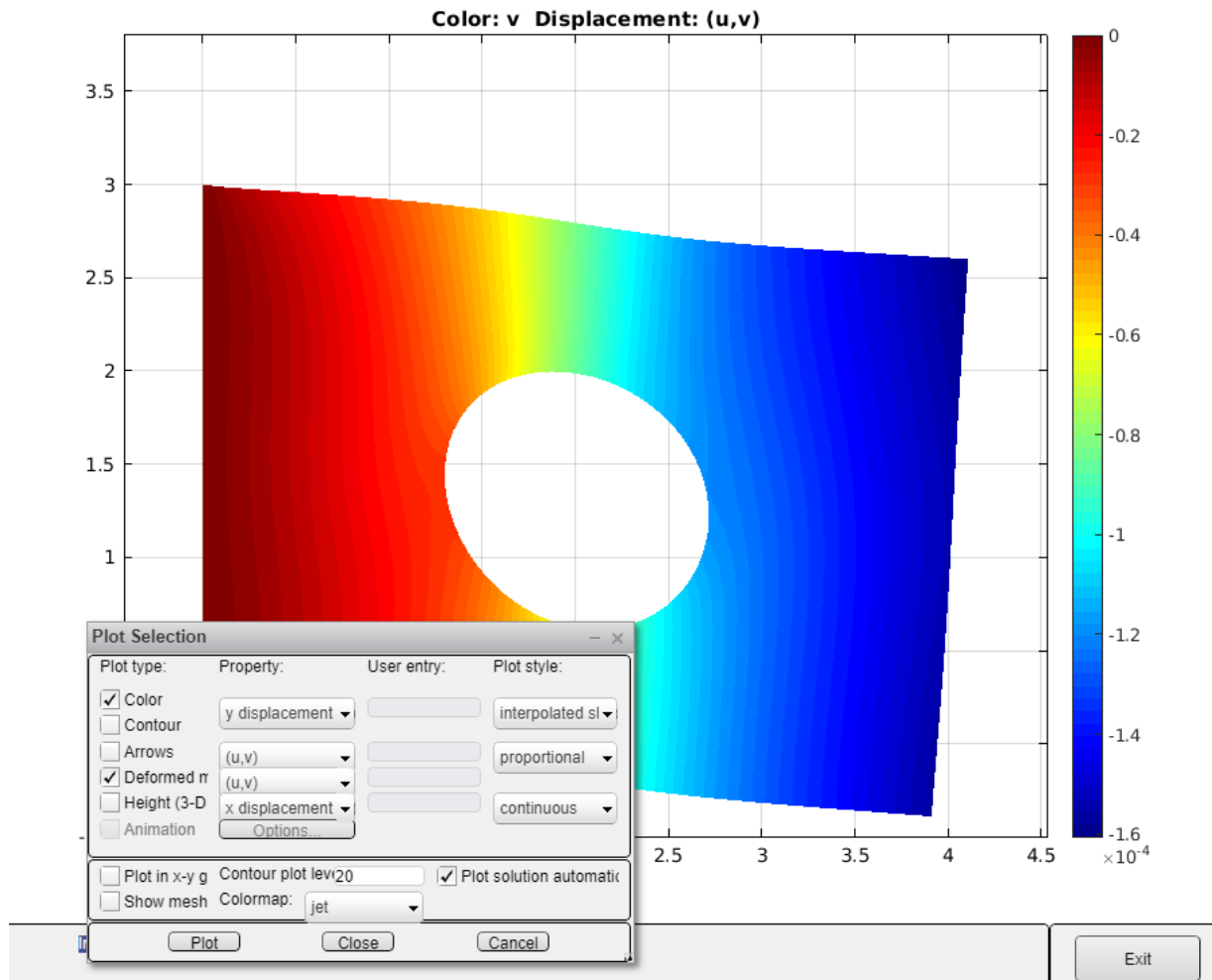
Wybieramy odpowiedni ikonk w pasku narzędzi lub w menu *Solve* → *Solve PDE*. Na ekranie wyświetlają się rezultaty w postaci map warstwicznych



8. Postprocessing



Wybieramy odpowiedni ikonk w pasku narzędzi lub w menu głównym *Plot* → *Parameters* w celu wyboru wyświetlenia odpowiednich map rozwiązania, konturu, postaci deformacji, siatki MES. Warto w *Colormap* zmienić kolory wyświetlania na *jet*, gdyż są bardziej czytelne



Każde wprowadzane dane i wyniki poszczególnych etapów modelowania można na eksportować do przestrzeni roboczej Matlaba w postaci macierzy. W szczególności opcja *Mesh* → *Export* pozwala zapisać informacje o dyskretyzacji (p – współrzędne w z płaszczyźnie, e – odcinki krawędzi, t – elementy trójkątne), *PDE* → *Export* zapisuje parametry rozwiązywanego równania, *Solve* → *Export* zapisuje wyniki obliczeń.

Po wyeksportowaniu odpowiednich danych (dyskretyzacja + parametry zadania) i wyników (przemieszczenia) możliwe jest obliczenie składowych tensora naprężenia, odkształcenia, naprężenia zastępczych Misesa poprzez użycie procedury *pdesmex*.

przykłady: `mises=pdesmex(p,t,c,u,'tensor','von Mises','application','pn','nu',0.3)`
`sx=pdesmex(p,t,c,u,'tensor','sxx')`

Plik analizy zapisywany jest w postaci M-file. Można na początku analizy zapisać taki plik i w edytorze Matlaba wprowadzić jakie zmiany są wprowadzane do pliku z każdego etapu modelowania. Po wczytaniu pliku (można go edytować) otwierane jest automatycznie GUI *pdeplot* i pokazany jest zapisany etap modelowania.