

ZASTOSOWANIE ŚRODOWISKA MATLAB DO ZAGADNIENÍ BRZEGOWYCH – Partial Differential Equation Toolbox (PDETOOL)

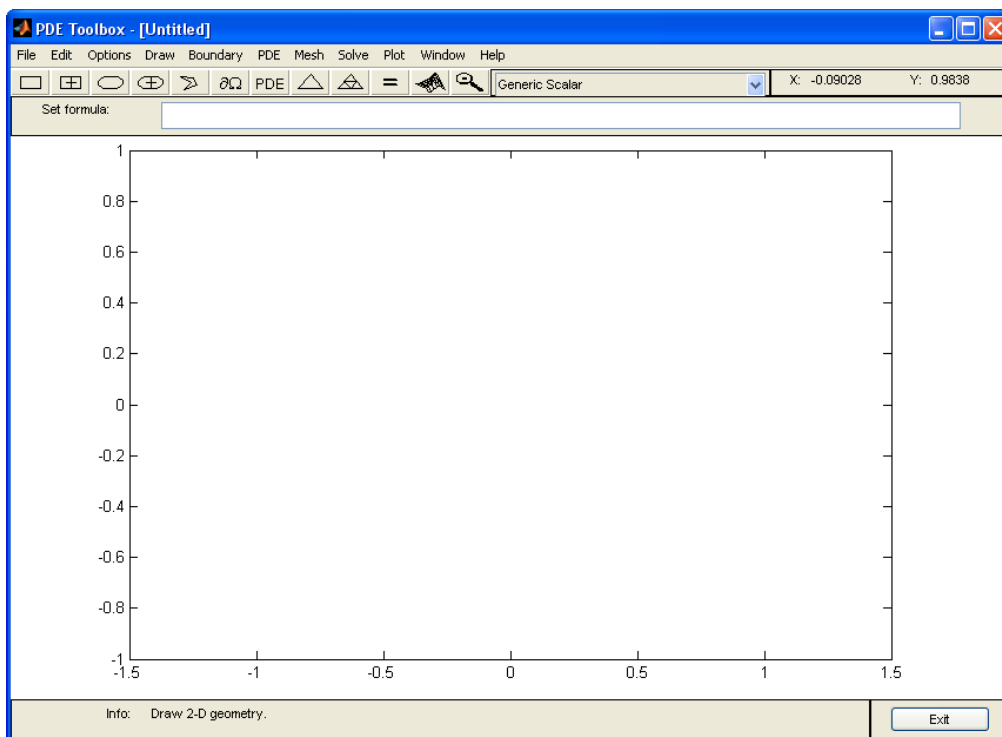
Narzędzie pozwala na przybliżone rozwiązywanie zagadnień początkowo-brzegowych, brzegowych i własnych dla problemów dwuwymiarowych metodą elementów skończonych.

PRZYKŁADOWE ZADANIA:

- STATYKA DLA PŁASKIEGO STANU ODKSZTAŁCENIA
- ANALIZA MODALNA (DRGANIA WŁASNE)
- STACJONARNY I NIESTACJONARNY PRZEPIYW CIEPŁA

Etapy modelowania:

- W oknie komend wpisujemy polecenie *pdetool* (otworzy się GUI)



- Na początku wybieramy rodzaj zadania
 - Structural Mechanics, Plane Strain* (z rozwinięcia paska, w którym w momencie uruchomienia pojawia się *Generic Scalar* albo z menu głównego wybieramy: *Options* → *Application* → *Structural Mechanics, Plane Strain*)
 - Structural Mechanics, Plane Strain*
 - Heat Transfer* albo *Diffusion*

3. Przyjmujemy również parametry zadania (w pasku narzędzi ikonka PDE lub w menu głównym *PDE* → *PDE Specification*)

a) problem eliptyczny (E – moduł Younga, nu – współczynnik Poissona, Kx, Ky – składowe sił objętościowych, rho – gęstość materiału)

b) analiza modalna (*Eigenmodes*)

c) problem eliptyczny (stacjonarny przepływ ciepła)

$$- \operatorname{div}(k \cdot \operatorname{grad}(T)) = Q + h(\text{Text} - T)$$

paraboliczny (niestacjonarny przepływ ciepła)

$$\rho \cdot C \cdot T' - \operatorname{div}(k \cdot \operatorname{grad}(T)) = Q + h(\text{Text} - T)$$

rho – gęstość materiału w temperaturze T

C – ciepło właściwe

$$T' = \frac{\partial T}{\partial t}$$

k – współczynnik przewodzenia ciepła

Q – moc źródła ciepła na jednostkę objętości [W/m³]

h – współczynnik konwekcji, przyjmujemy 0 w ciałach stałych.

W pasku narzędzi *Solve* → *Parameters* można ustalić warunki początkowe, czas końcowy analizy, dokładność obliczeń.

4. Generowanie obszaru

Na początek można ustawić zakres wyświetlanego układu współrzędnych

Options → *Axis Limits* oraz włączyć pomocniczą siatkę *Options* → *Grid*.

Aby wygenerować model można wykorzystać z paska narzędzi gotowe ikonki 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 wnętrzu obiektu. Jeżeli 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 część wspólną 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.

Warunki brzegowe – Dirichleta (brzeg modelu oznaczony kolorem czerwonym), Neumanna (kolor niebieski) lub mieszane (kolor czarny). Domyślnie przyjęte są na całym brzegu zerowe warunki Dirichleta. Aby je zmienić możemy skorzystać z odpowiedniej ikonki w pasku narzędzi albo wybrać w menu głównym *Boundary*. Na początku należy zaznaczyć część brzegu, dla której 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.

5. Siatka ES

Możemy skorzystać z dwóch ikonek w pasku narzędzi – siatka rzadka lub dodatkowo równomiernie zagęszczona albo w menu głównym wybrać *Mesh* → *Initialize Mesh* (*Refine Mesh*).

6. Rozwiązanie zadania

Wybieramy odpowiednią ikonkę w pasku narzędzi lub w menu *Solve* → *Solve PDE*. Na ekranie wyświetlą się rezultaty w postaci map warstwicznych.

- b) dla zadania poszukiwania postaci drgań własnych można zmienić zakres poszukiwań wartości własnych w menu głównym *Solve* → *Parameters*

7. Postprocessing

Wybieramy odpowiednią ikonkę 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 *hsv*, gdyż są bardziej czytelne.

- b) dla analizy modalnej pojawia się dodatkowa opcja wyświetlania postaci drgań własnych dla wybranego wcześniej zakresu wartości własnych poprzez wybór *Eigenvalues*
- c) dla zagadnień niestacjonarnych można obserwować rozwiązanie w różnych chwilach czasu oraz można zobaczyć przebieg zmian w czasie w postaci animacji (wybranie *Animation*).

Każde wprowadzane dane i wyniki poszczególnych etapów modelowania można eksportować do przestrzeni roboczej Matlaba w postaci macierzy. W szczególności opcja *Mesh* → *Export* pozwala zapisać w plikach informacje o dyskretyzacji.

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