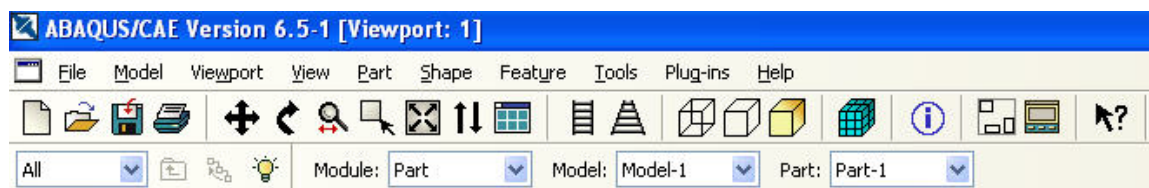
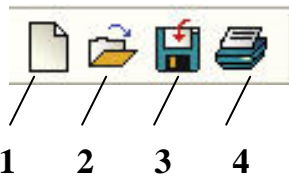
	<p>POLITECHNIKA LUBELSKA WYDZIAŁ MECHANICZNY KATEDRA PODSTAW KON- STRUKCJI MASZYN</p>	<p>Laboratorium CAD/MES ĆWICZENIE Nr 2 i 3</p>
<p>Przedmiot: Modelowanie właściwości materiałów</p>	<p>Opracował: dr inż. Hubert Dębski</p>	

- I. Temat ćwiczenia: **Moduły programu ABAQUS/CAE**
- II. Cel ćwiczenia: Zapoznanie się ze strukturą i modułami programu ABAQUS/CAE
- III. Literatura:
 1. Bąk R., Burczyński T. – “*Wytrzymałość materiałów z elementami ujęcia komputerowe go*”. WNT, Warszawa 2001.
 2. Dobrzański L. A.: Podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo, materiały inżynierskie z podstawami projektowania materiałowego. WNT, Warszawa 2002.
 3. Dokumentacja HTML programu ABAQUS.
 4. Dyląg Zd., Jakubowicz A., Orłoś Z.; Wytrzymałość materiałów. WNT, Warszawa 2003.
 5. Niezgoda T. – „Analizy numeryczne wybranych zagadnień mechaniki”. WAT, Warszawa 2007.
 6. Osiński J.: Obliczenia wytrzymałościowe elementów maszyn z zastosowaniem metody elementów skończonych, Oficyna Wydawnicza PW., Warszawa 1997.
 7. Rakowski G., Kacprzyk Z.: Metoda Elementów Skończonych w mechanice konstrukcji, Oficyna Wydawnicza PW., Warszawa 2005.
 8. Rusiński E., Czmochocki J., Smolnicki T.: Zaawansowana metoda elementów skończonych w konstrukcjach nośnych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2000.
- IV. Przebieg ćwiczenia:
 1. Omówienie górnego menu programu ABAQUS/CAE

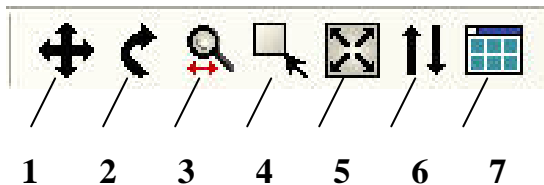


Rys.1 Górne menu programu ABAQUS/CAE



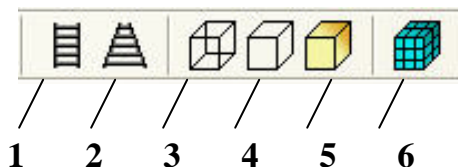
Rys.2 Narzędzia standardowe programu ABAQUS/CAE

- 1 – *New Model Database* – otwieranie nowej bazy CAE,
- 2 – *Open* – otwieranie istniejących baz CAE,
- 3 – *Save Model Database* – zapisywanie bazy danych CAE,
- 4 – *Print* – drukowanie ekranu (na drukarce lub do pliku),



Rys.3 Narzędzia do transformacji obiektów w przestrzeni roboczej

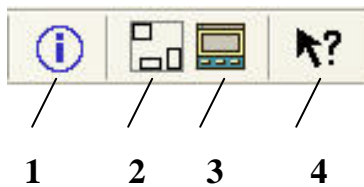
- 1 – *Pan View* – przesuwanie obiektów w przestrzeni roboczej,
- 2 – *Rotate View* - obrót obiektów w przestrzeni roboczej,
- 3 – *Magnify View* – wykonywanie płynnych powiększeń modelu,
- 4 – *Box Zoom View* - wykonywanie powiększeń obszaru zaznaczonego prostokątem,
- 5 – *Auto-Fit View* – odświeżanie ekranu z jednoczesnym dostosowaniem wielkości modelu do rozmiarów okna roboczego,
- 6 – *Cycle Through Previous Views* – wyświetlanie widoków po kolei,
- 7 – *Views Toolbox* – włączanie okna z funkcjami zmiany widoków (view toolbox),



Rys.4 Narzędzia do zmiany sposobu wizualizacji obiektów

- 1 – *Turn Perspective Off* – wyłączanie widoku perspektywicznego (widok równoległy),

- 2 – **Turn Perspective On** - włączanie widoku perspektywicznego,
- 3 – **Render Model:Wireframe** – wyświetlanie modelu w formie krawędziowej – wire-,
- 4 – **Render Model:Hidden** - wyświetlanie modelu w formie krawędziowej bez niewidocznych krawędzi,
- 5 – **Render Model:Shaded** - wyświetlanie modelu w formie zacieniowanej,
- 6 – **Show Native Mesh** - wyświetlanie natywnej siatki elementów skończonych (siatki wykonanej w środowisku CAE),



Rys. 5 Narzędzia do wizualizacji modelu
(opisane w module *Visualization*)

- 1 – **Query information** – narzędzie umożliwiające uzyskanie informacji dotyczących obiektów w bazie CAE (np. odległość punktów, dane węzłów i elementów, itp)
- 2 – **Create Display Group** – tworzenie grup obiektów do wyświetlania,
- 3 – **Display Group Manager** – zarządzanie utworzonymi grupami do wyświetlania,
- 4 – **Invoke Context Sensitive Help** – włączanie pomocy dotyczącej wskazanego narzędzia (uruchomienie dokumentacji kontekstowej),

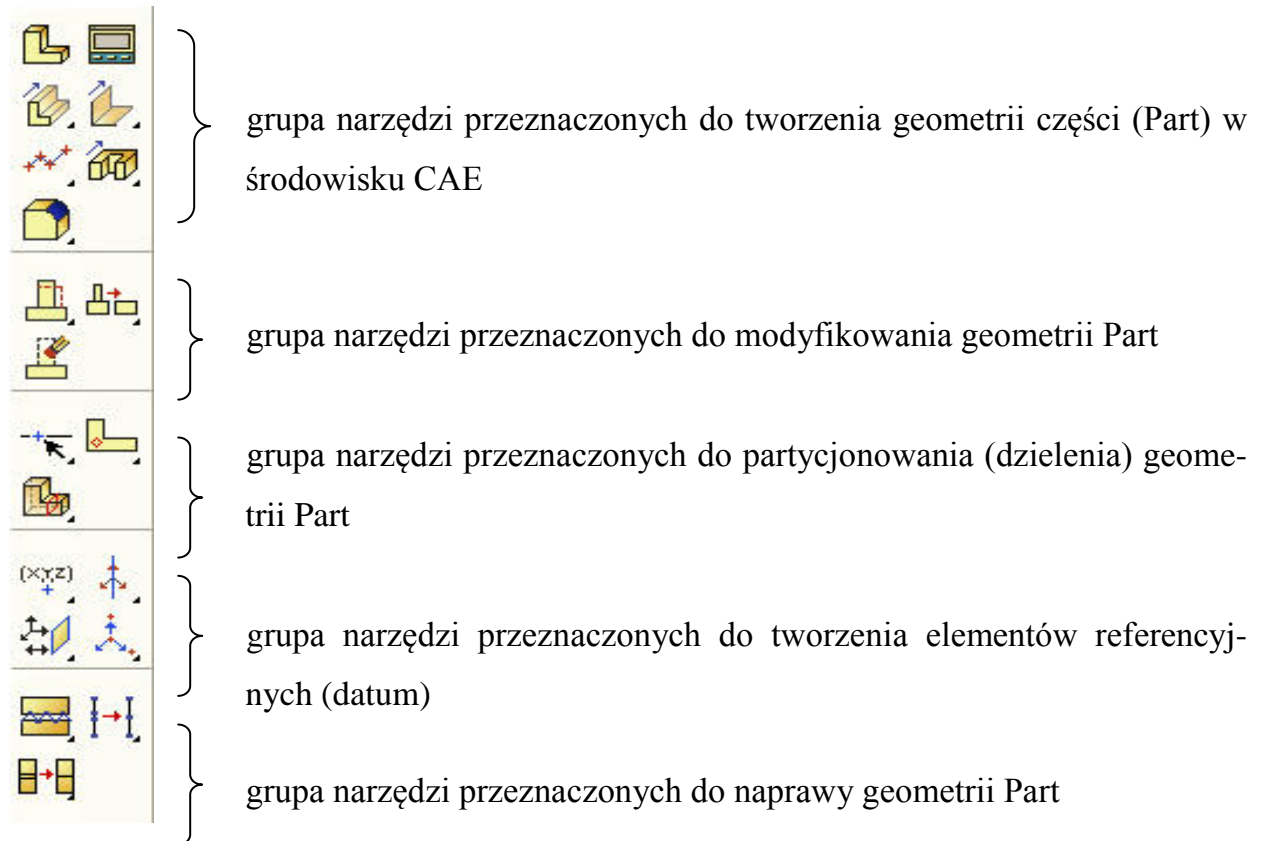
2. Zapoznanie się z podstawowymi modułami programu ABAQUS/CAE

- Moduł Part

Moduł Part przeznaczony jest do tworzenia geometrii analizowanego obiektu bezpośrednio w środowisku programu ABAQUS/CAE. Podobnie jak w większości programów CAD tworzone modele geometryczne są sparametryzowane oraz posiadają historię tworzenia modelu w standardowej postaci *parents – children*. Geometria wykonana w module Part programu ABAQUS/CAE nosi nazwę geometrii natywnej (native geometry) i jest w pełni modyfikowalna.

W ramach jednego modelu budowanego w środowisku CAE może występować dowolna liczba Part'ów (części), przy czym w jednym Part mogą występować dowolne typy reprezentacji geometrii, tzn. bryły, powłoki czy pręty.

Narzędzia modułu Part

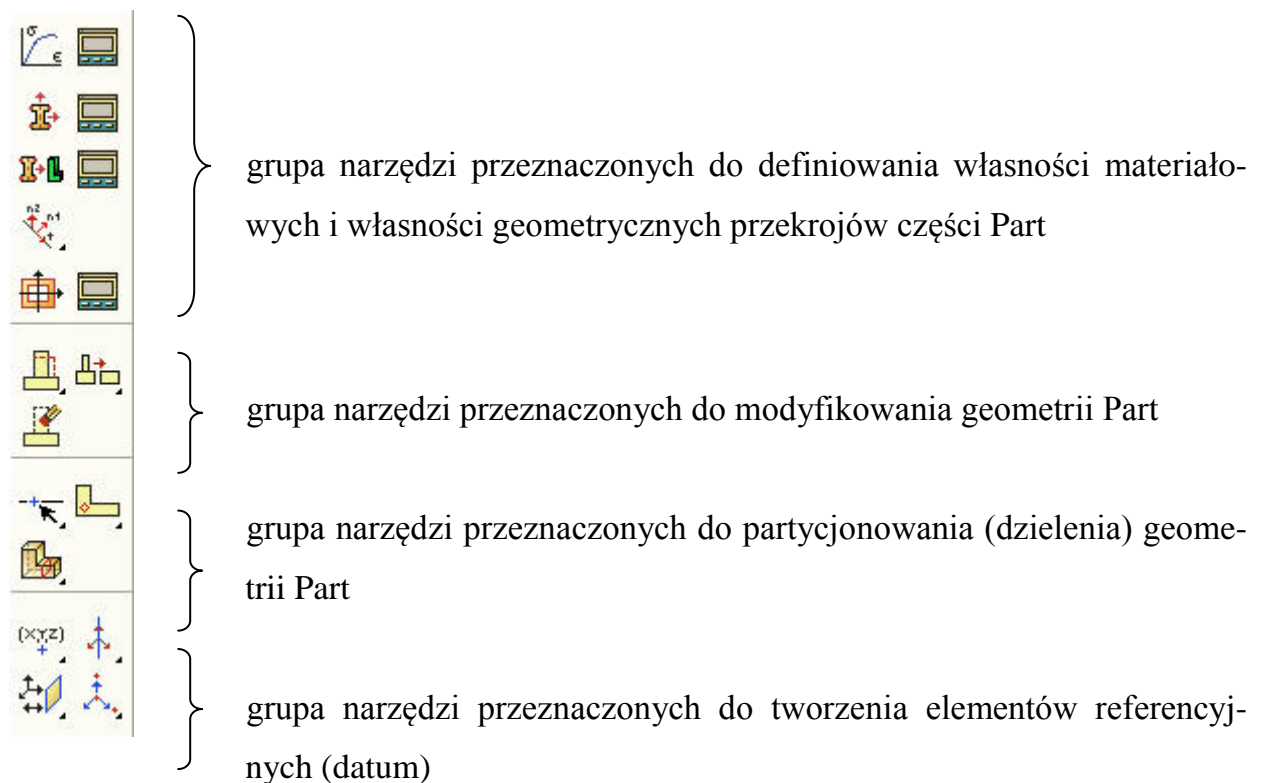


Rys. 6 Narzędzia modułu Part

- *Moduł Property*

Moduł Property przeznaczony jest do definiowania własności materiałowych i geometrycznych przekrojów poszczególnych części Part w budowanym modelu numerycznym.

Narzędzia modułu Property



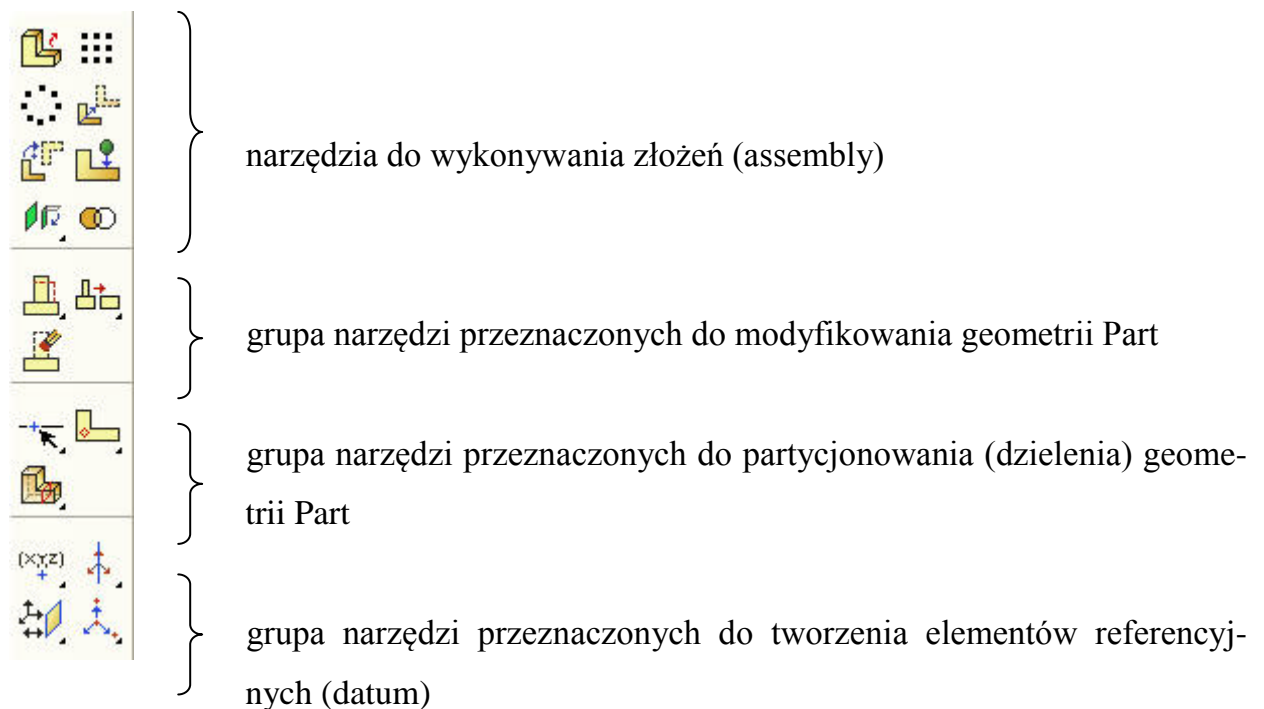
Rys. 7 Narzędzia modułu Property

- Moduł Assembly

Moduł Assembly przeznaczony jest do tworzenia instancji Part'ów oraz złożzeń różnych części (Partów) w model z nadaniem wzajemnych relacji położenia poszczególnych części w modelu. W środowisku ABAQUS/CAE model dyskretny tworzony jest nie na Part'ach, ale na ich instancjach. W jednym modelu można zdefiniować tylko jedno złożenie (assembly) na bazie którego budowany jest model numeryczny. Złożenie natomiast może składać się z dowolnej liczby instancji Part'ów wzajemnie wobec siebie zorientowanych. Poszczególne Part'y mogą być wstawiane kilkakrotnie do złożenia w formie ich instancji.

Nadawanie wzajemnych relacji położenia pomiędzy instancjami Part'ów w Assembly wymaga określenia która część będzie chwilowo utwierdzona (fixed instance) oraz która będzie ruchoma, realizując nadawane więzy (movable instance).

Narzędzia modułu Assembly



Rys. 8 Narzędzia modułu Assembly

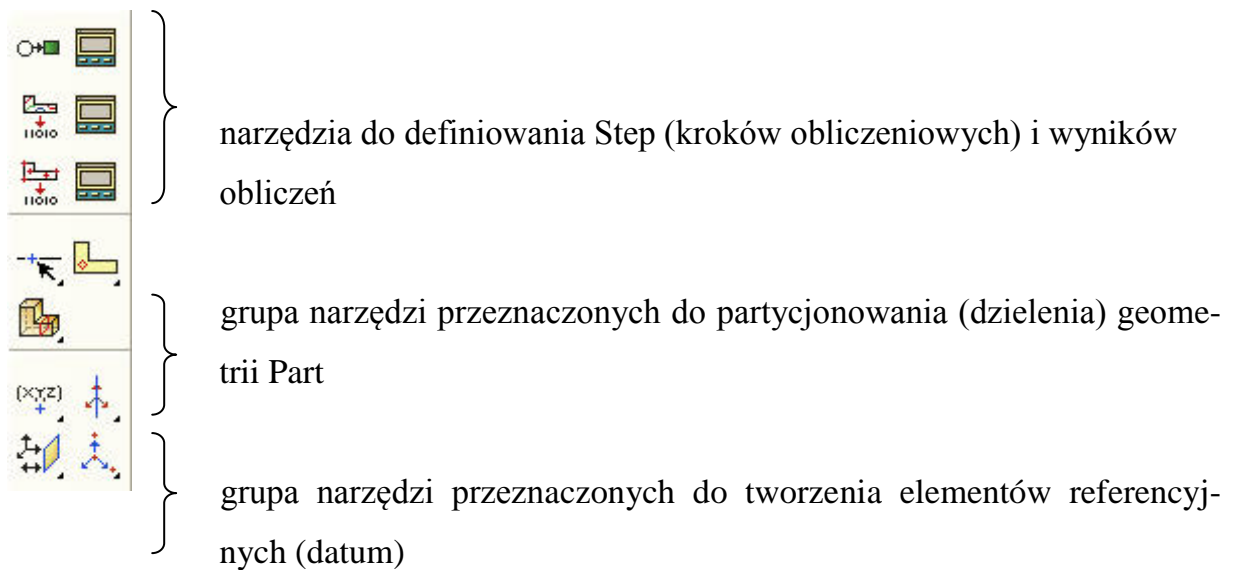
- Moduł Step

Moduł Step przeznaczony jest do definiowania zadania analizy numerycznej, którą system ABAQUS przeprowadza w poszczególnych krokach oraz zdefiniowania wielkości, które mają zostać wyprowadzone w formie wyników obliczeń. Całe zadanie obliczeniowe może zawierać dowolną liczbę kroków (step), stanowiących każdy odrębną analizę.

Podstawowe zadanie obliczeniowe składa się z jednego step'u określającego zakres obliczeń (rodzaj analizy). W przypadku obliczeń realizowanych w kilku step'ach każdy kolejny krok obliczeniowy bazuje na odkształconym modelu konstrukcji, będącym wynikiem obliczeń w poprzedzającym step'ie.

Każdy model posiada tzw. **initial step** (krok podstawowy) w którym definiowane mogą być np. warunki brzegowe modelu. W celu wprowadzenia obciążenia w model należy utworzyć tzw. Step1, wg. którego będzie realizowana analiza numeryczna modelu.

Narzędzia modułu Step

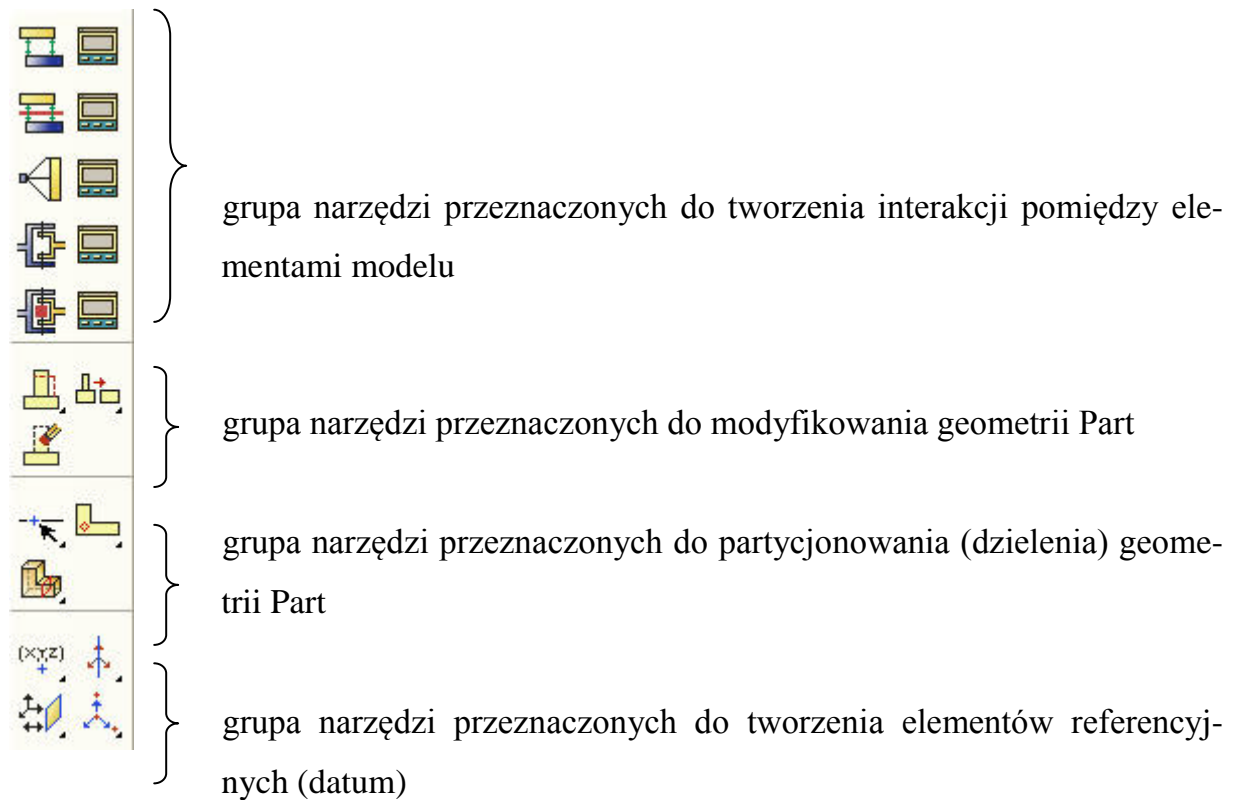


Rys. 9 Narzędzia modułu Step

- *Moduł Interaction*

Moduł Interaction przeznaczony jest do definiowania interakcji pomiędzy elementami przygotowywanego modelu. Definiowane interakcje dotyczą przede wszystkim zagadnień kontaktowych występujących w modelowanym zagadnieniu. Ponadto możliwe jest nadawanie wzajemnych zależności pomiędzy elementami modelu w postaci konektorów (elementów łączących) o różnych właściwościach (np. sprężystych, tłumiących, itp.), pozwalających na powiązanie elementów konstrukcji poprzez określone stopnie swobody i odpowiadające im właściwości.

Narzędzia modułu Interaction

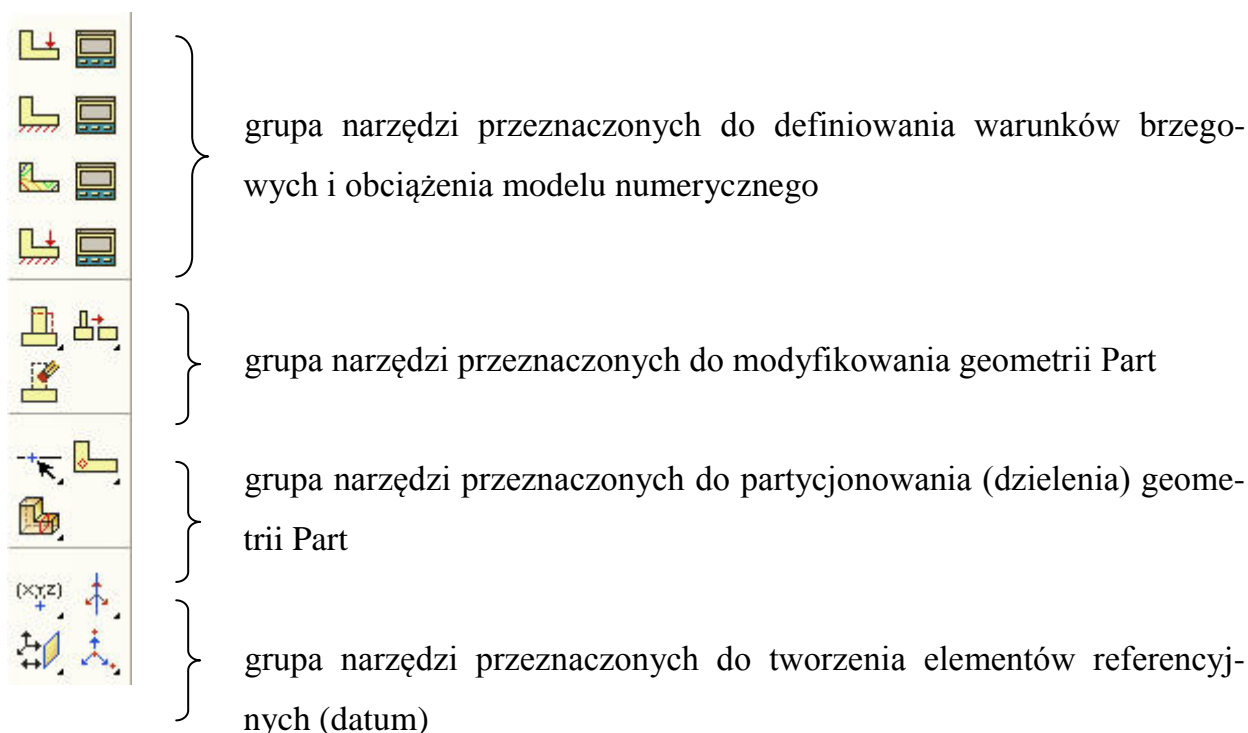


Rys. 10 Narzędzia modułu Interaction

- Moduł Load

Moduł Load przeznaczony jest do definiowania warunków brzegowych oraz obciążenia modelu numerycznego.

Narzędzia modułu Load



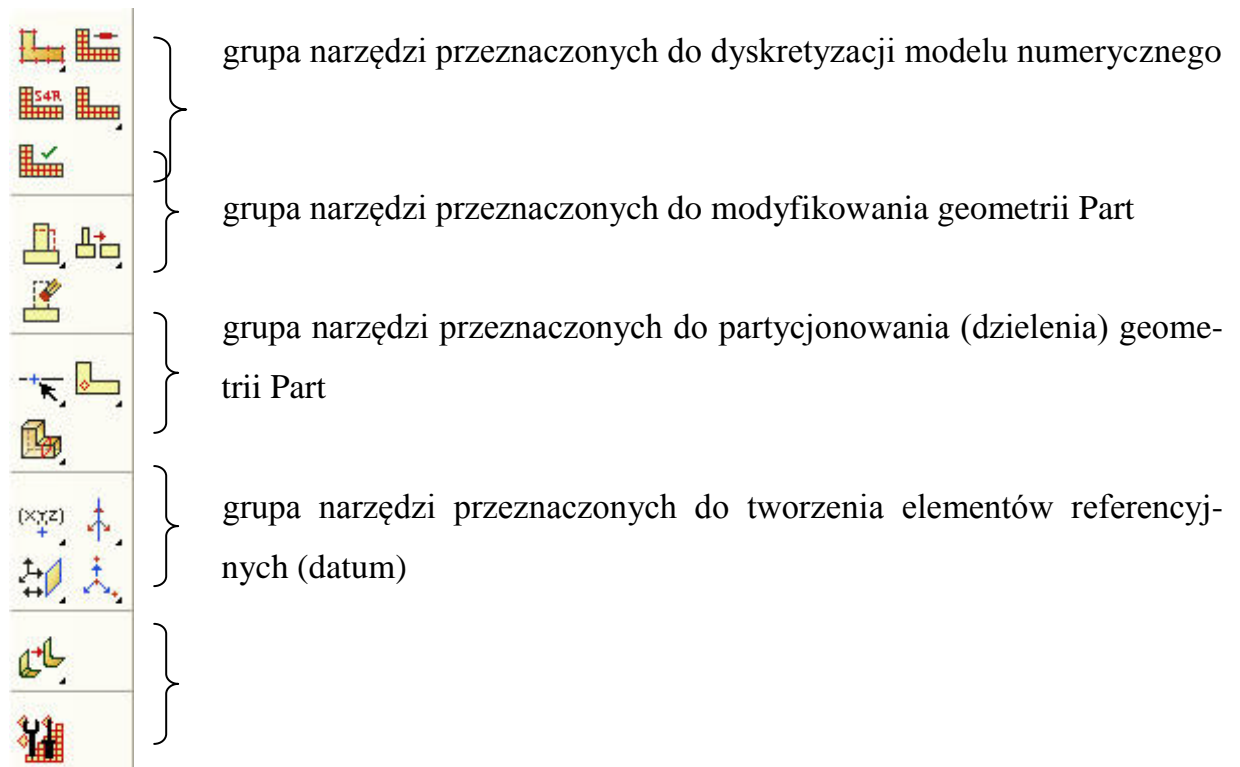
Rys. 11 Narzędzia modułu Load

- Moduł Mesh

Moduł Mesh przeznaczony jest do budowy siatki elementów skończonych modelu numerycznego. Narzędzia modułu umożliwiają zdefiniowanie zarówno rodzaju i gęstości siatki elementów, jak również wybór odpowiedniego typu elementu skończonego oraz weryfikację poprawności przeprowadzonego procesu dyskretyzacji. W programie ABAQUS/CAE podstawową metodą budowy siatki elementów skończonych jest dyskretyzacji obiektu na podstawie istniejącej geometrii części. W przypadku zaimportowanej siatki

elementów skończonych (import modelu) możliwa jest modyfikacja siatki oraz elementów występujących w modelu.

Narzędzia modułu Mesh



Rys. 12 Narzędzia modułu Mesh

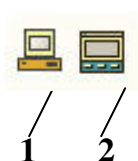
- *Moduł Job*

Moduł Job przeznaczony jest do definiowania zadania obliczeniowego oraz uruchamiania obliczeń modelu numerycznego, bezpośrednio z programu ABAQUS/CAE.

Podstawową formą uruchomienia zadania obliczeniowego w systemie ABAQUS jest moduł ABAQUS/Command uruchamiający okno formatu DOS, w którym można uruchomić dowolne zadanie obliczeniowe na podstawie pliku wejściowego do Abaqus'a z rozszerzeniem **.inp**. Uruchomienie zadania odbywa się przy użyciu polecenia: **abaqus j=* .inp** .

W przypadku uruchamiania zadania obliczeniowego w module ABAQUS/Command, moduł Job programu ABAQUS/CAE umożliwia utworzenie pliku **.inp** dla zbudowanego modelu obliczeniowego w bazie CAE.

Narzędzia modułu Job



Rys. 13 Narzędzia modułu Job

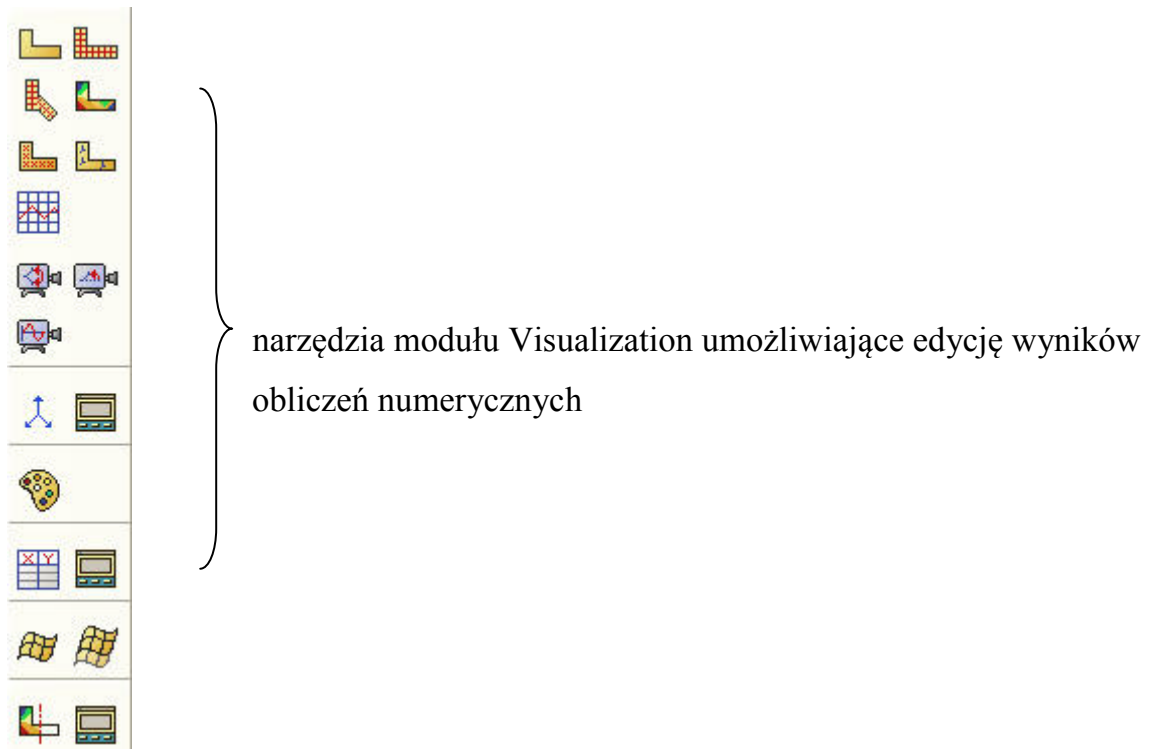
- 1 - Create Job** – definiowanie zadania obliczeniowego (uruchamianie obliczeń),
- 2 - Job Manager** – zarządzanie zadaniami obliczeniowymi w bazie CAE,

- Moduł Visualization

Moduł Visualization pełni rolę zintegrowanego z programem ABAQUS/CAE post-processora, umożliwiającego edycję otrzymanych wyników obliczeń numerycznych w formie graficznej. W celu edycji wyników, po uruchomieniu modułu Visualization należy wczytać bazę wyników, czyli plik z rozszerzeniem **.odb**.

W systemie ABAQUS rolę postprocessora pełni program ABAQUS/Viewer, stanowiący wyodrębniony programowo moduł Visualization.

Narzędzia modułu Visualization

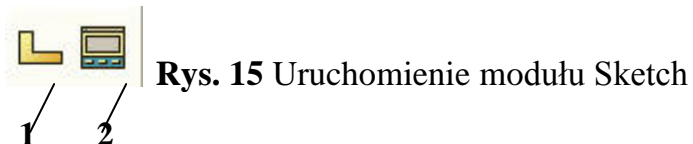


Rys. 14 Narzędzia modułu Visualization

- Moduł Sketch

Moduł Sketch przeznaczony jest do tworzenia geometrii podstawowej – tzw. sketch’u, stanowiącego profile, na podstawie których wykonuje się obiekty przestrzenne (bryły, powierzchnie) i operacje na tych obiektach.

Narzędzia modułu Sketch



1 – *Create Sketch* – tworzenie nowego Sketch’u,

2 – *Sketch Manager* – zarządzanie istniejącymi Sketch’ami,

