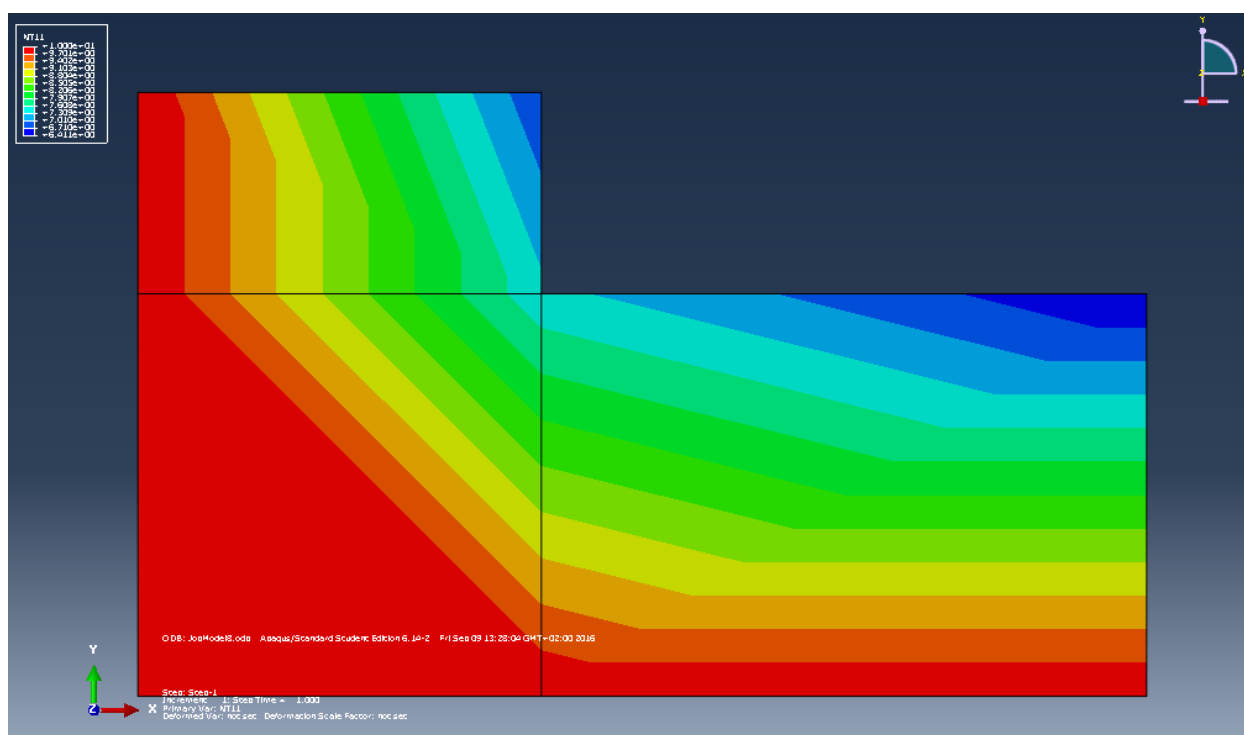




“Rozwiązanie zadania ustalonego przepływu ciepła w systemie ABAQUS”

Marzena Mucha



Istnieje możliwość pobrania darmowej wersji programu ABAQUS do celów niekomercyjnych, Abaqus Student Edition ze strony: <https://academy.3ds.com/en/software/abaqus-student-edition>.

W programie ABAQUS nie ma narzuconych jednostek, proszę rozważyć wprowadzać wszystkie wartości.

Sformułowanie problemu

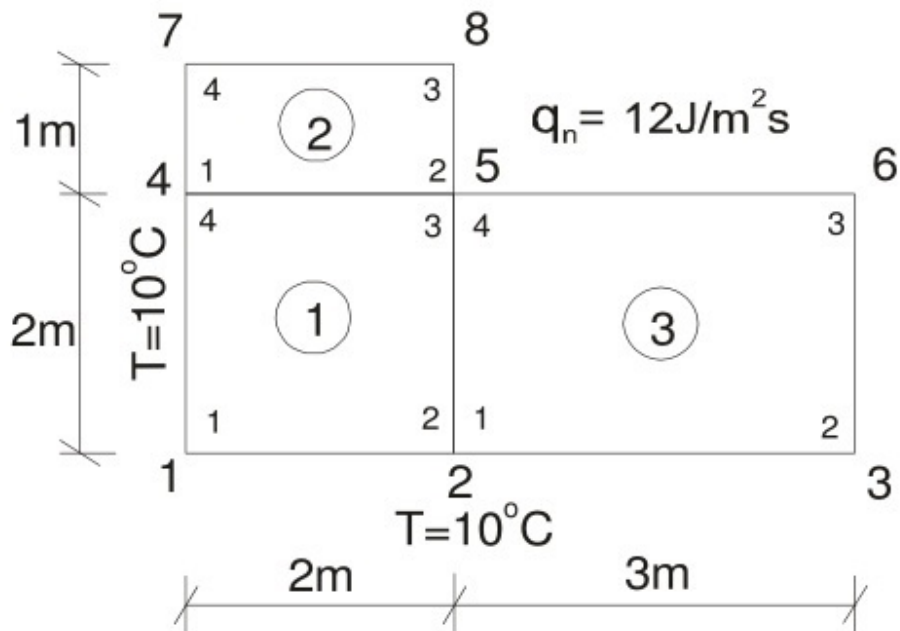
Dane:

Typ materiału: ortotropowy

Stałe przewodnictwa cieplnego: $k_x = 4 \frac{J}{\text{°C} \cdot \text{m} \cdot \text{s}}$, $k_y = 7 \frac{J}{\text{°C} \cdot \text{m} \cdot \text{s}}$

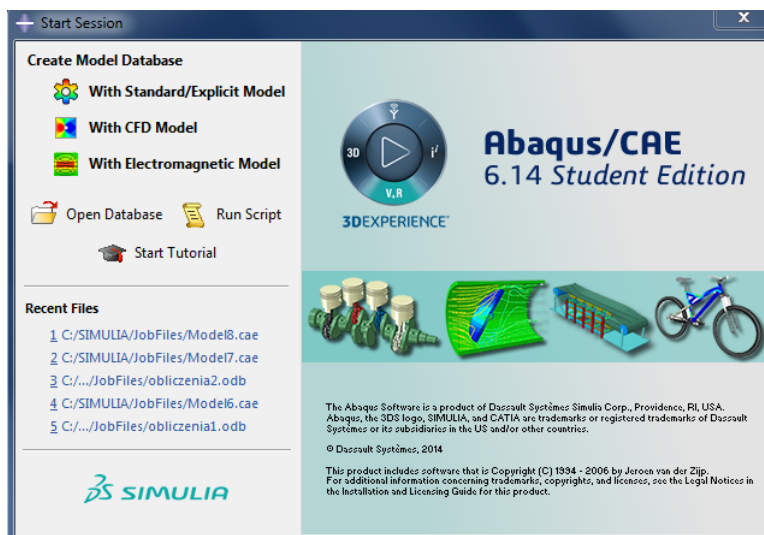
Podstawowe warunki brzegowe (temperatura): krawędzie 1-7 oraz 1-3, wartość $T = 10^\circ\text{C}$

Naturalne warunki brzegowe: krawędzie 5-8 oraz 5-6, wartość $q_n = 12 \frac{J}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$

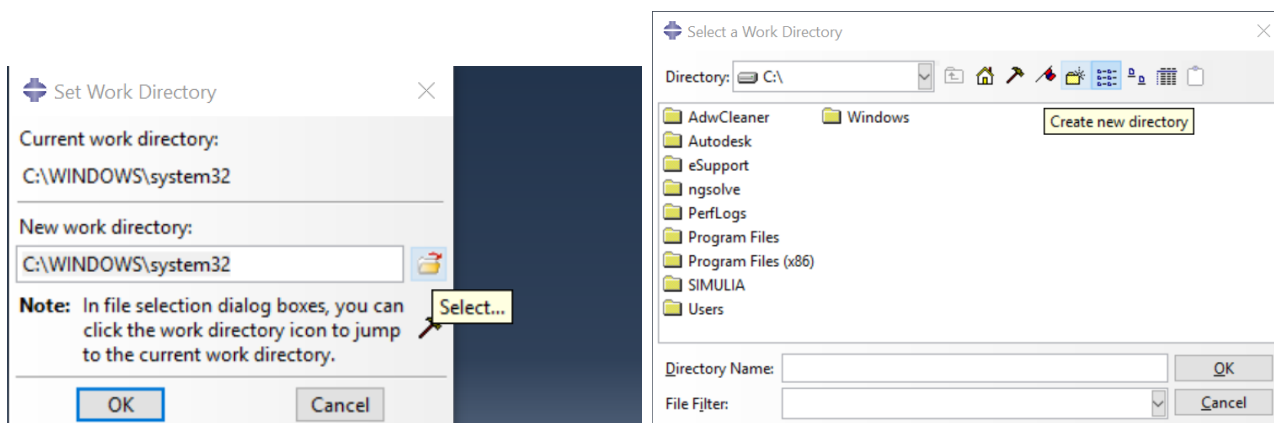


Rozwiązanie zadania

Uruchom program ABAQUS (Abaqus 6.11 Student Edition) i wybierz Create Model Database With Standard/Explicit Model



Wybierz File, a następnie Set Work Directory... . W oknie Set Work Directory kliknij w ikonę Select... po prawej stronie i stwórz na swoim dysku nowy folder (ikona Create new directory). Wybierz ten folder i naciśnij przycisk OK. W oknie Set Work Directory powinna pojawić się nowa ścieżka, potwierdź przyciskiem OK. Wszystkie zapisane pliki będą dostępne w tym folderze.

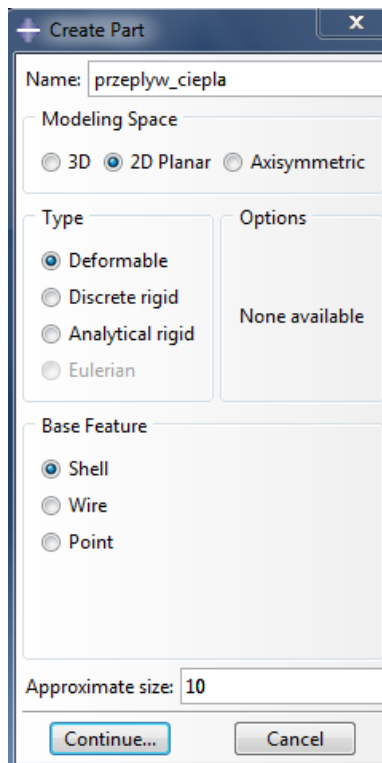


1 Part

Na liście po lewej stronie wybierz ikonę Create Part.



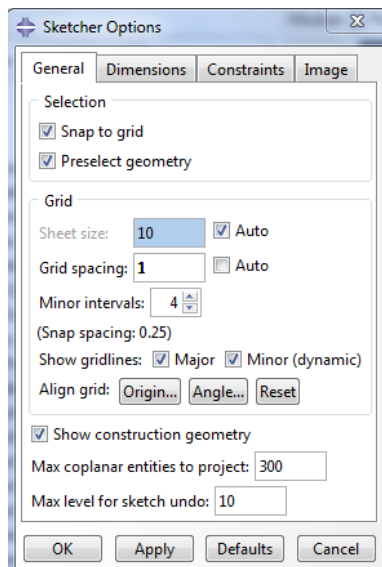
W oknie Create Part wpisz Name przepływ_ciepła oraz wybierz 2D Planar i Approximate size 10 oraz kliknij przycisk Continue...



Na dole po lewej stronie wybierz ikonę Sketcher Options:



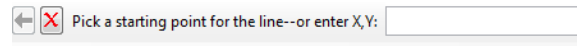
W oknie Sketcher Options zmień wielkość Grid spacing na 1. Potwierdź klikając OK.



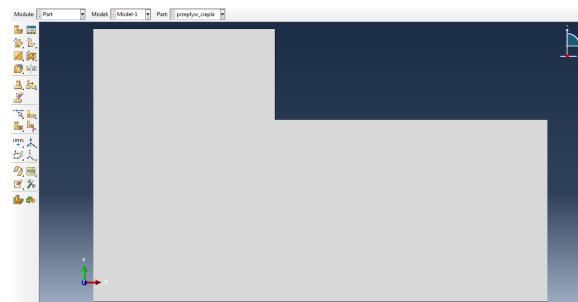
Następnie wybierz ikonę Create Lines: Connected.



Na dole, pod obszarem roboczym wprowadz współrzędne punktów 0,0 Enter 0,3 Enter 2,3 Enter 2,2 Enter 5,2 Enter 5,0 Enter 0,0 Enter. Zakończ klikając w znak **X** i potwierdź klikając w przycisk Done.



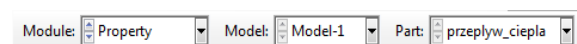
Został utworzony part przepływ_ciepla.



Zapisz projekt! Do każdej nazwy JobSiatka oraz raport_siatka w tym tutorialu dopisz _Nazwisko, np. JobSiatka1_Kowalski, raport_siatka1_Kowalski. Nie używaj polskich znaków.

2 Property

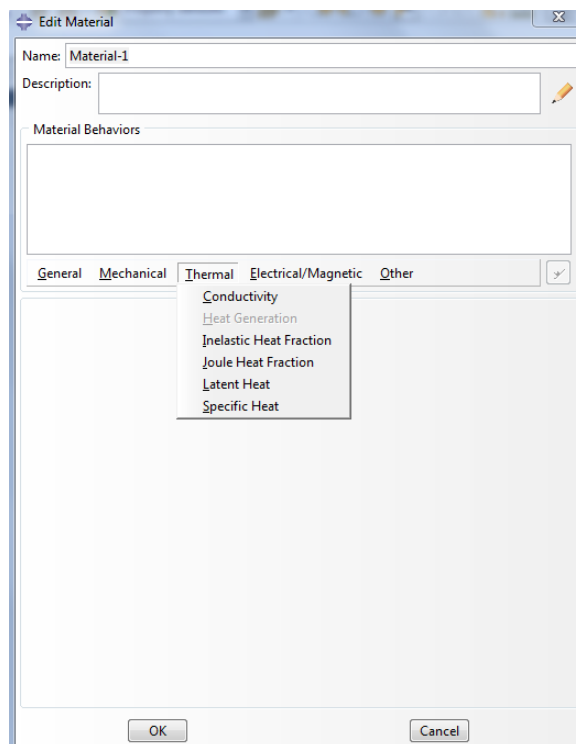
Rozwiń listę Module znajdującą się nad obszarem roboczym i przejdź do Property



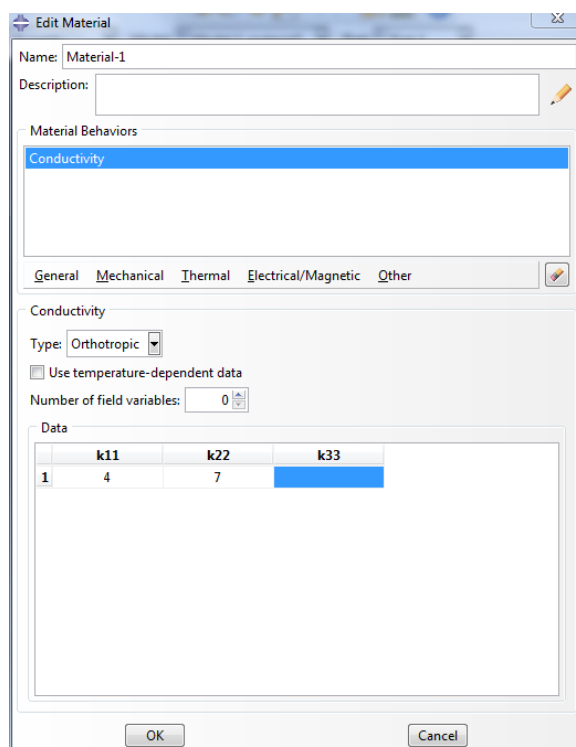
Wybierz ikonę Create Material.



W oknie Edit Material stwórz Material-1. Na liście Thermal wybierz Conductivity



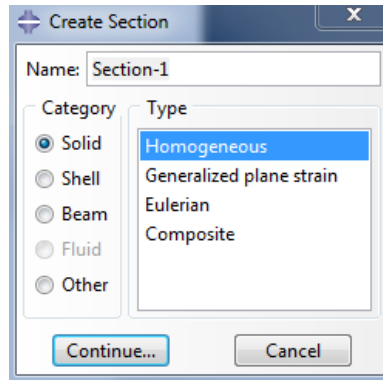
następnie zmień Type na Orthotropic i wprowadz k_x oraz k_y jak pokazano na rysunku. Naciśnij przycisk OK.



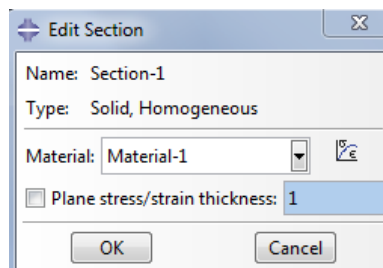
Wybierz ikonę Create Section.



W oknie Create Section wybierz Solid oraz Homogeneous i naciśnij przycisk Continue...



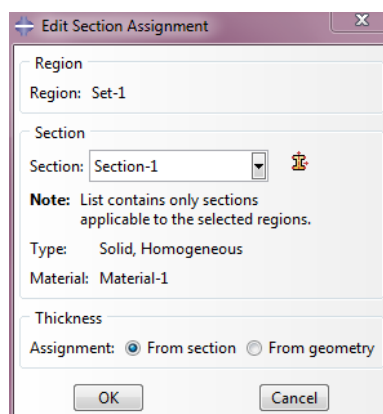
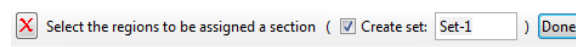
W następnym oknie potwierdź klikając w przycisk OK.



Wybierz ikonę Assign Section.



Zaznacz przepływ_ciepła i potwierdź klawiszem Done, a następnie w oknie Edit Section Assignment przycisk OK. Material-1 został przypisany.

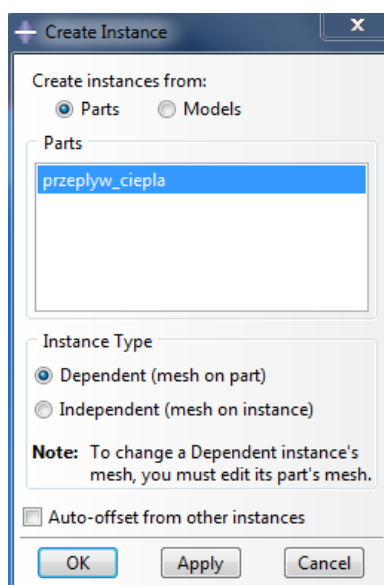


3 Assembly

Zmień Module na Assembly i wybierz ikonę Create Instance.



W oknie Create Instance wybierz Dependent (mesh on part) i potwierdź przyciskiem OK.

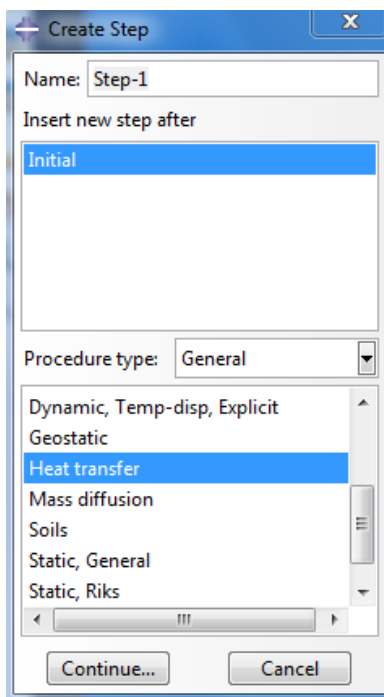


4 Step

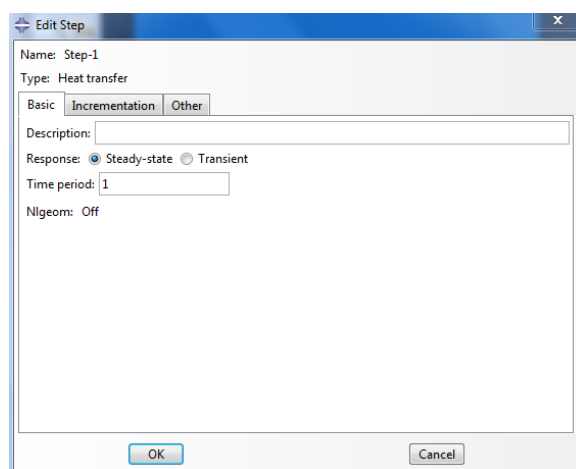
Zmień Module na Step i wybierz ikonę Create Step.



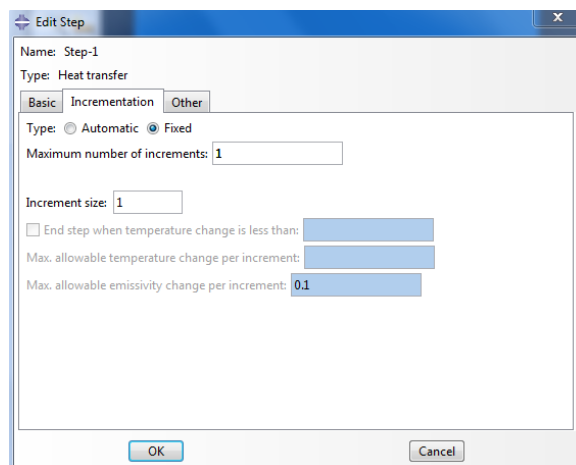
W oknie Create Step stwórz Step-1, wybierz Heat transfer i wciśnij przycisk Continue...



Następnie w Edit step w zakładce Basic zaznacz Steady-State. Jeżeli pojawi się ostrzeżenie naciśnij Dismiss.



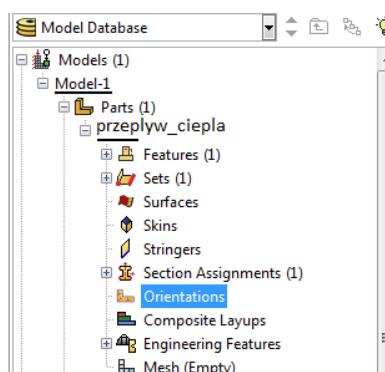
W zakładce Incrementation zaznacz Type Fixed i zmień wartość Maximum number of increments na 1.



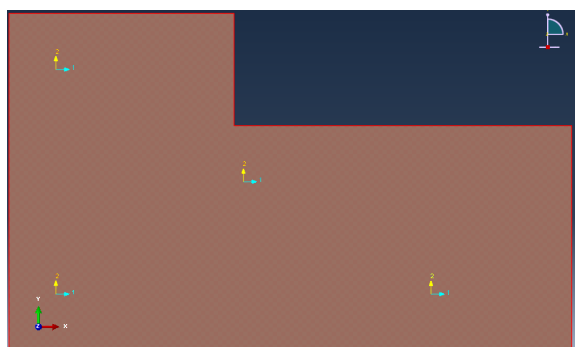
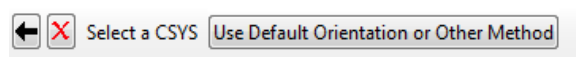
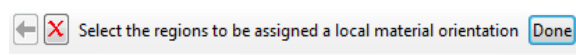
Potwierdź wykonane operacje przyciskiem OK.

5 Orientations

Rozwiń boczną listę, jak pokazano na rysunku poniżej i wybierz Orientations (dwa kliknięcia).

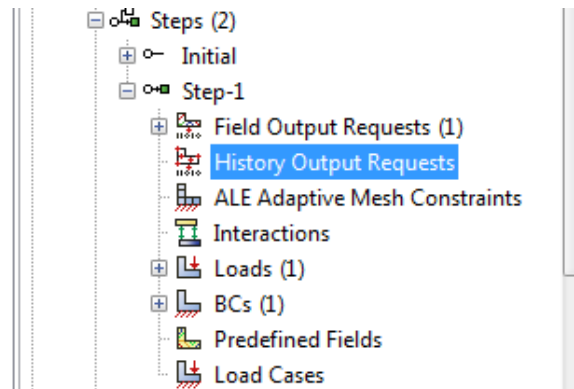


Zaznacz cały obszar przepływ_ciepla i wciśnij przycisk Done, a następnie Use Default Orientations or Other Method oraz OK.

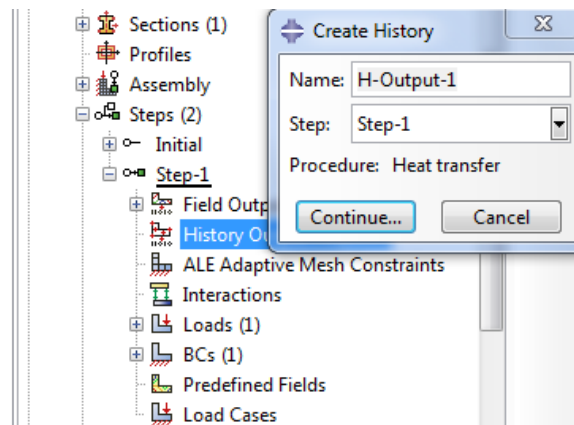


6 History Output Request

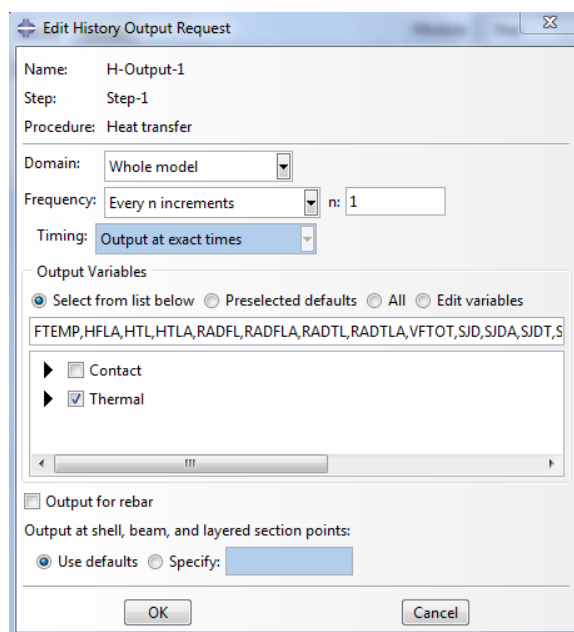
Rozwiń boczną listę, jak pokazano na rysunku poniżej i wybierz History Output Request (dwa kliknięcia).



W oknie Create History naciśnij przycisk Continue...



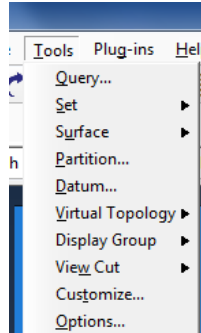
W oknie Edit History Output Request zaznacz Thermal i potwierdź przyciskiem OK.



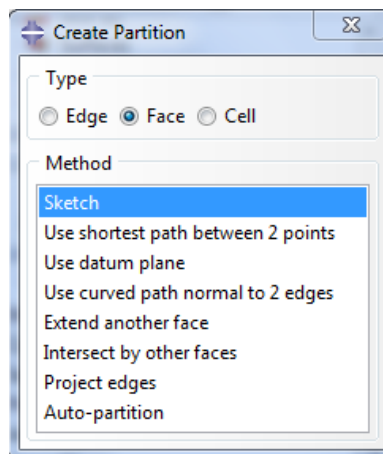
7 Mesh

Zmień Module na Mesh oraz **Object** na **Part**.

W pasku Menu wybierz Tools → Partition...



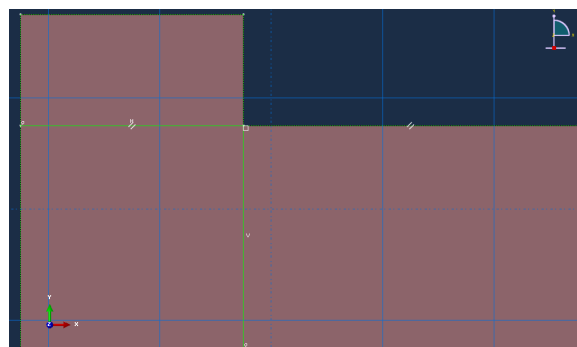
W oknie Create Partition wybierz Type: Face i Method Sketch.

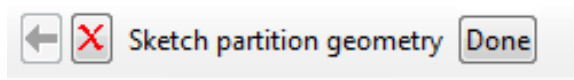


Wybierz ikonę Create Lines: Connected.

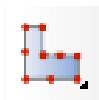


i podziel przepływ_ciepła jak pokazano na rysunku. **Najpierw wprowadz linię poziomą, później pionową.** Możesz przerwać rysowanie segmentu przez naciśnięcie przycisku Esc. Po zakończeniu podziału naciśnij Done, a następnie **X**. Możesz zamknąć okno Create Partition.

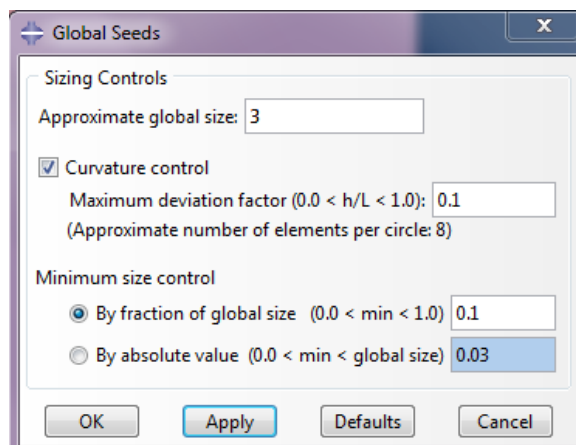




Wybierz ikonę Seed Part.



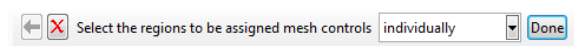
W oknie Global Seeds w oknie Approximate global size wpisz 3 i potwierdź przyciskiem OK.



Wybierz ikonę Assign Mesh Controls.

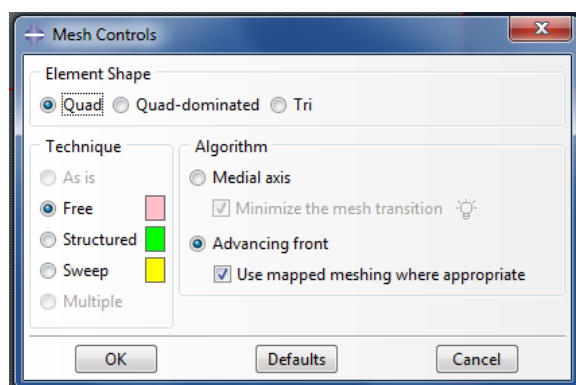


Zaznacz wszystkie części i potwierdź przyciskiem Done.



W oknie Mesh Controls wybierz Element Shape Quad oraz Technique Structured. Naciśnij przycisk OK.

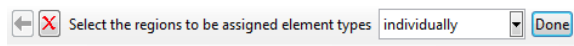
Dla elementów trójkątnych należy wybrać Tri zamiast Quad.



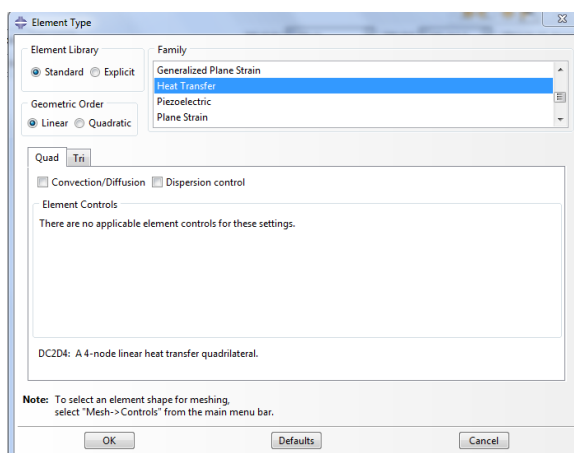
Wybierz ikonę Assign Element Type.



Zaznacz wszystkie części i naciśnij przycisk Done.



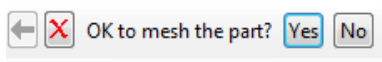
W oknie Element Type wybierz Heat Transfer i potwierdź przyciskiem OK.



Wybierz ikonę Mesh Part (lub w Menu Mesh → Part...)

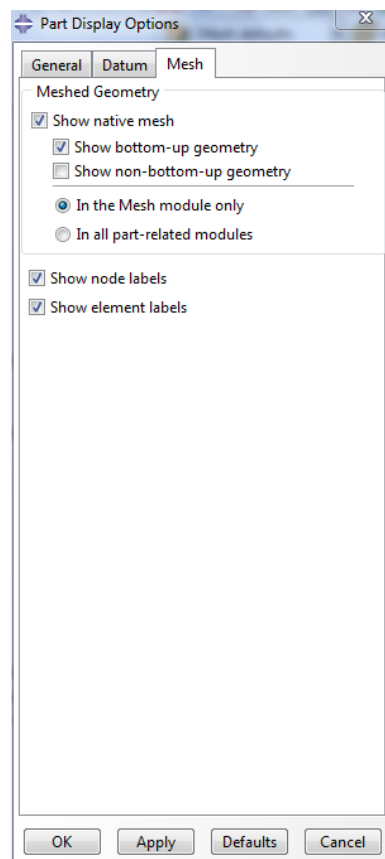
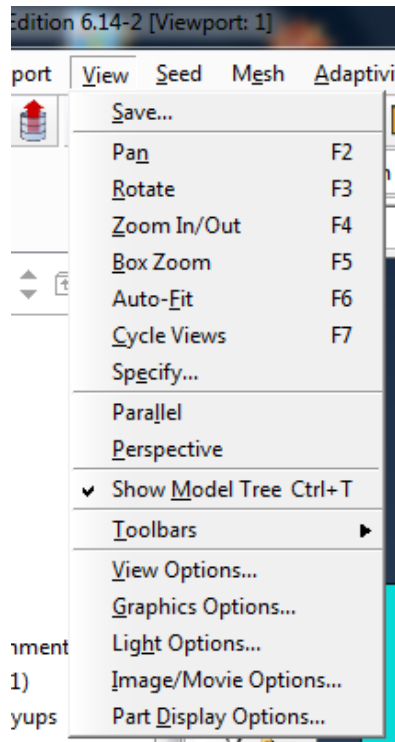


Potwierdź przyciskiem Yes.

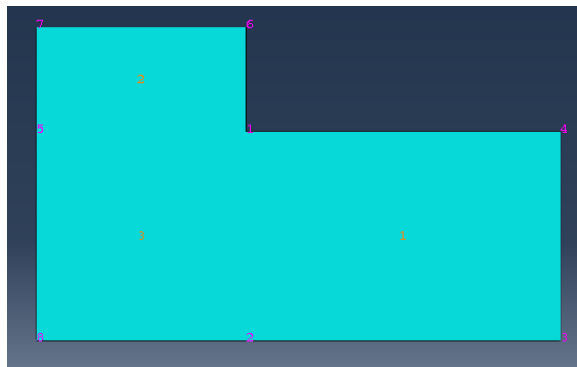


Zostały utworzone trzy element skończone.

Aby wyświetlić numery węzłów i elementów z menu View wybierz Part Display Options (na samym dole listy). W zakładce Mesh zaznacz Show node labels i Show element labels. Naciśnij przycisk OK.

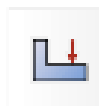


Na ekranie powinny pojawić się numery elementów oraz węzłów.

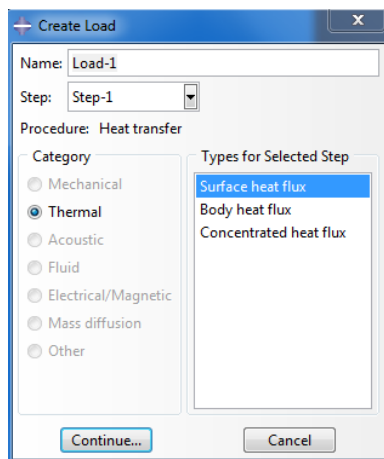


8 Load

Zmień Module na Load i wybierz ikonę Create Load.



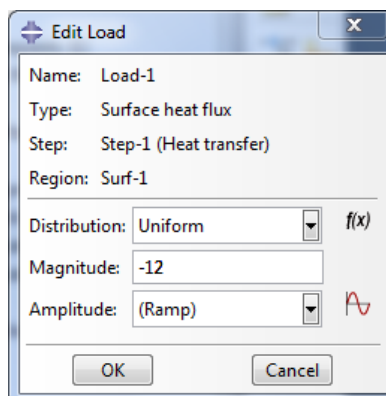
W oknie Create Load wybierz Surface heat flux (naturalne warunki brzegowe), następnie wciśnij przycisk Continue...



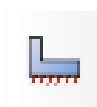
Zaznacz krawędzie (krawędzie 5-8 oraz 5-6, wciskając klawisz Shift możemy zaznaczyć kilka krawędzi jednocześnie), na których mają zostać dodane warunki brzegowe i potwierdź przyciskiem Done na dole ekranu.



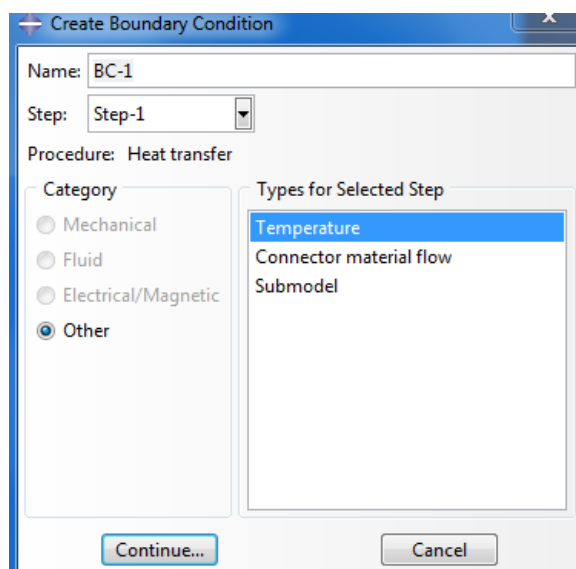
W oknie Edit Load w polu Magnitude wprowadz wartość -12. Naciśnij przycisk OK.



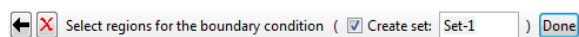
Wybierz ikonę Create Boundary Condition.



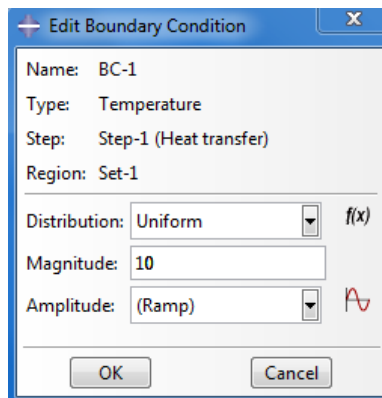
W oknie Create Boundary Condition (podstawowe warunki brzegowe) wybierz Type for Selected Step: Temperature i wciśnij przycisk Continue...



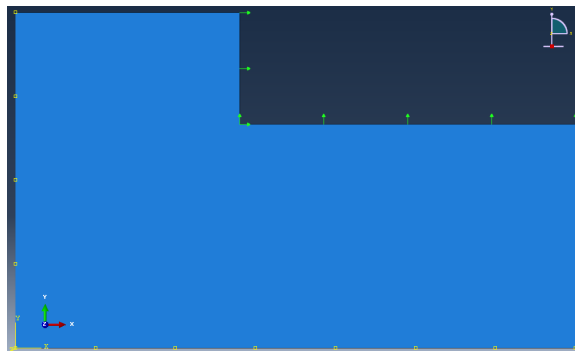
Zaznacz krawędzie (krawędzie 1-7 oraz 1-3), na których mają zostać dodane warunki brzegowe i potwierdź przyciskiem Done na dole ekranu.



W oknie Edit Boundary Condition w polu Magnitude wprowadź wartość 10. Naciśnij przycisk OK.



Do przepływ_ciepła zostały dodane warunki brzegowe.



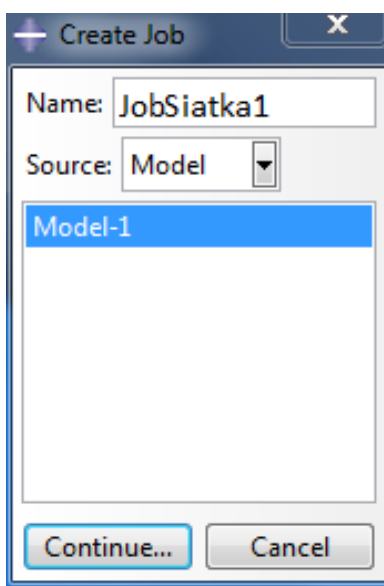
9 Job

Zmień Module na Job.

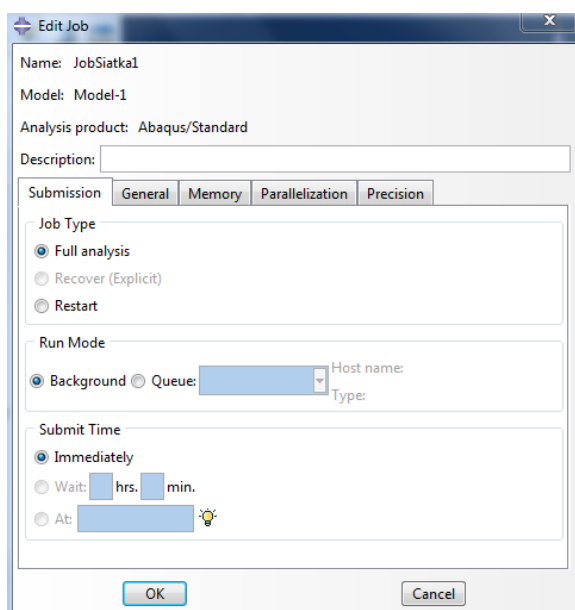
Wybierz ikonę Create Job.



W oknie Create Job ustaw nazwę JobSiatka1 i wciśnij przycisk Continue...



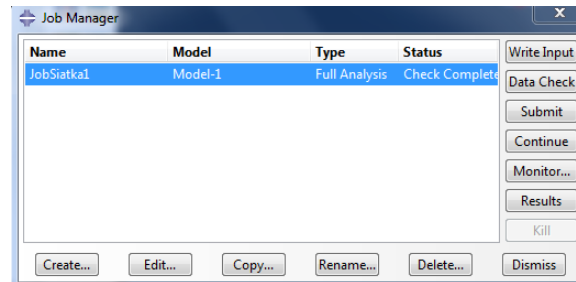
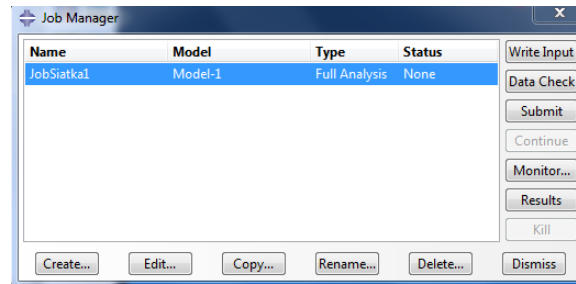
W oknie Edit Job naciśnij przycisk OK.



Wybierz ikonę Job Manager.



W oknie Job Manager wciśnij przycisk Data Check (jeżeli pojawi się ostrzeżenie naciśnij przycisk Dismiss). Program sprawdzi teraz model, jeżeli nie ma żadnych błędów można wcisnąć przycisk Submit (jeżeli pojawi się ostrzeżenie naciśnij przycisk Dismiss).



W przypadku prawidłowo wprowadzonego zadania Status powinien zmienić się na Completed.

10 Visualization

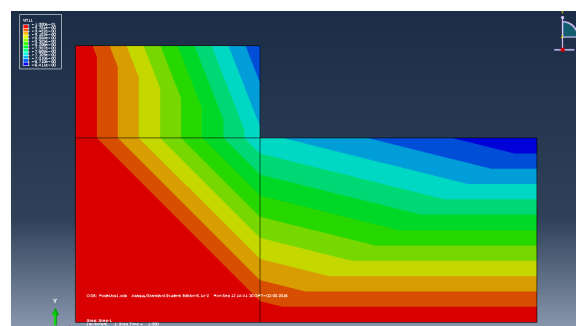
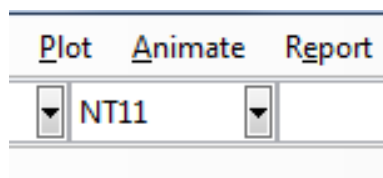
W oknie Job Manager wcisnij przycisk Results, zostaniesz automatycznie przeniesiony do modułu Visualization.



Wybierz ikonę Plot Contours on Deformed Shape

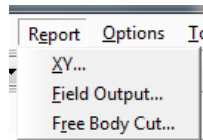


Na liście rozwijalnej wybierz NT11 (temperaturę).

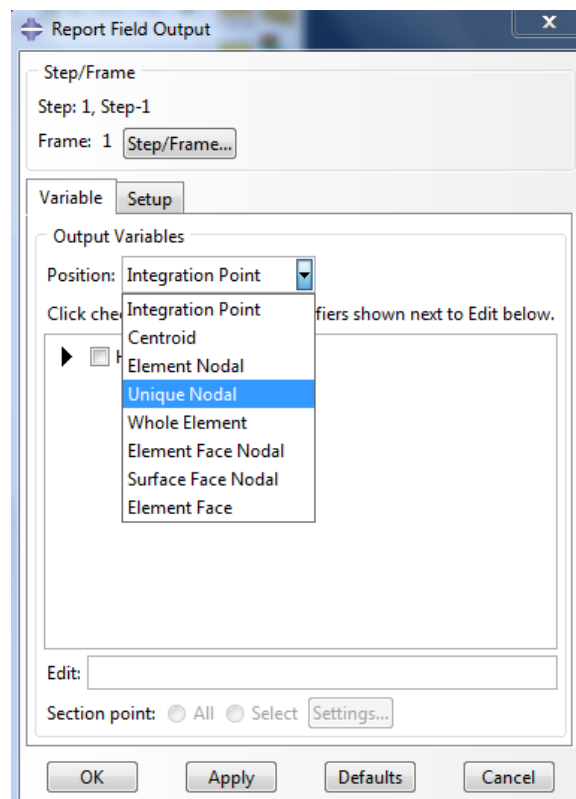


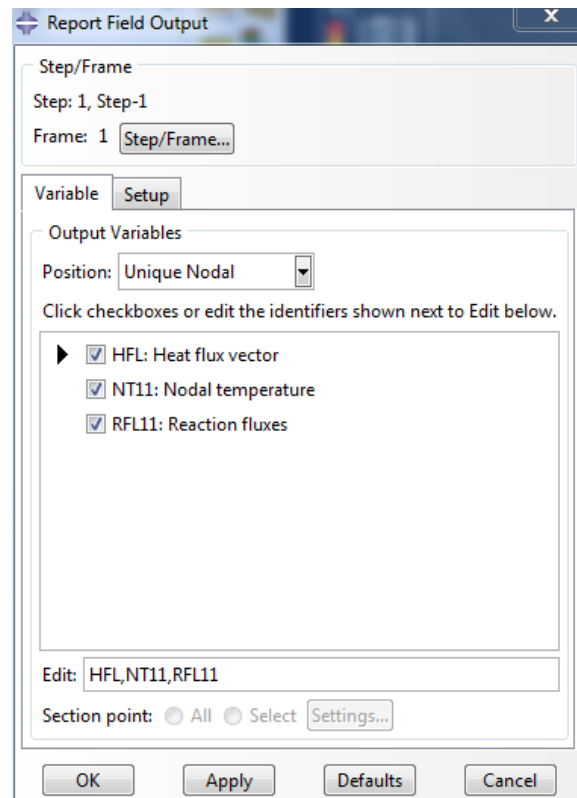
11 Tworzenie raportu

W menu Report wybierz Field Output...

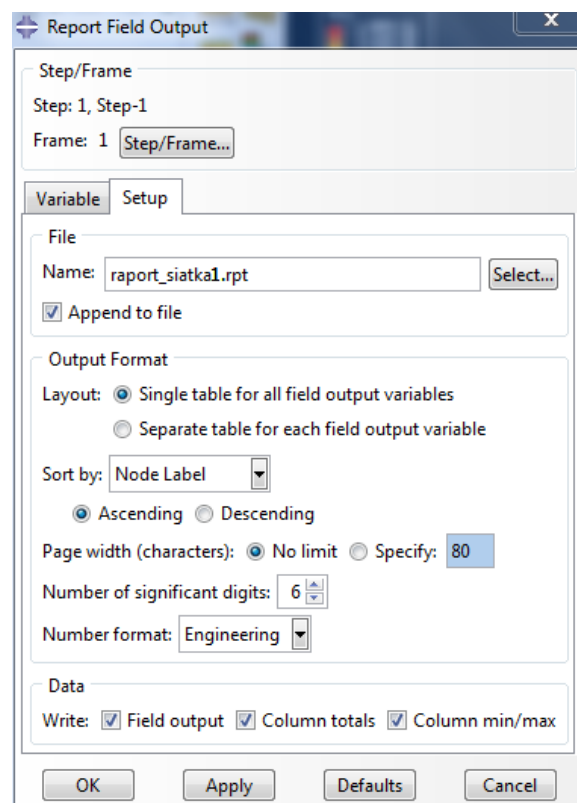


W oknie Report Field Output na zakładce Variable na liście Position ustaw Unique Nodal. Na zakładce Variable na liście Positions zaznacz HLF (heat flux vector), NT11 (Nodal temperature) oraz RFL11 (Reaction fluxes).





Na zakładce Setup ustaw nazwę pliku Name, jako raport_siatka1. Po kliknięciu select można wybrać swój folder, w przeciwnym wypadku raport zapisze się w domyślnym folderze.



Po zakończeniu naciśnij przycisk OK.

Utworzony raport można otworzyć w Notatniku.

```

raport_siatka1.rpt — Notatnik
Plik Edycja Format Widok Pomoc
*****
Field Output Report, written Thu Sep 15 00:00:20 2016

Source 1
-----
ODB: C:/SIMULIA/JobFiles/JobSiatka1.odb
Step: Step-1
Frame: Increment      1: Step Time =    1.000

Loc 1 : Nodal values from source 1
Output sorted by column "Node Label".

Field output reported at nodes for part: PRZEPLYW_CIEPLA-1
Computation algorithm: EXTRAPOLATE_COMPUTE_AVERAGE
Averaged at nodes
Averaging regions: ODB_REGIONS

-----
Node Label      NT11      RFL11      HFL.Magnitude      HFL.HFL1      HFL.HFL2
                  @Loc 1      @Loc 1      @Loc 1      @Loc 1      @Loc 1
-----
1              7.38704      0.          8.24836      3.54728      6.86191
2              10.         20.2139     8.58379     689.634E-03   8.53984
3              10.         16.6991     11.8417     274.902E-03   11.8385
4              6.41140     0.          11.8828     1.02595     11.8385
5              10.         4.74197     5.06312     4.80794     1.43604
6              6.75197     0.          7.14674     6.22765     3.50605
7              10.         1.55451     6.29810     6.22765     939.443E-03
8              10.         4.79042     2.22592     1.10437     1.93264

Minimum
At Node              6.41140      0.          2.22592     274.902E-03   939.443E-03
                        4              6              8              3              7

Maximum
At Node              10.         20.2139     11.8828     6.22765     11.8385
                        8              2              4              7              4

Total              70.5504     48.0000     61.2905     23.9054     46.8929
    
```

12 Odczyt temperatury w dowolnym punkcie

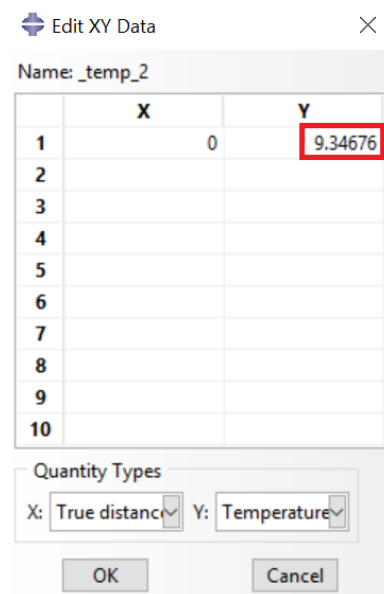
W celu odczytania temperatury w dowolnym punkcie proszę wybrać z menu Tools → Path → Create. Następnie w oknie Create Path proszę wybrać Point list i stworzyć Path_numer. W oknie Edit Point List Path proszę wpisać współrzędne punktu (Point Coordinates) np. 1,1,0 i potwierdzić klawiszem Ok.

Następnie proszę znowu wybrać menu Tools oraz XY Data i Create. W oknie Create XY Data zaznaczyć Path i kliknąć przycisk Continue... W oknie XY Data from Path można kliknąć Plot w celu zobaczenia wykresu. Aby wrócić do poprzedniego widoku należy kliknąć ikonę:



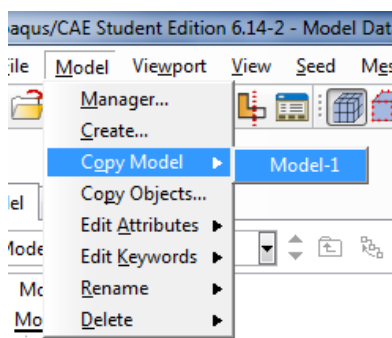
Dokładną wartość można odczytać z tabeli po wybraniu Tools → XY Data → Edit.

Wyniki dla siatki1:

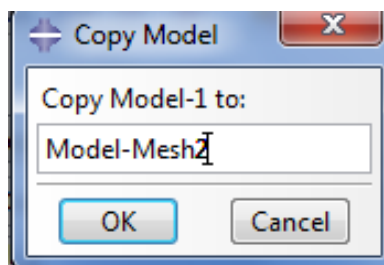


13 Tworzenie gęstszej siatki, Mesh2

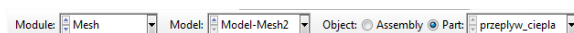
Przejdź na Module Mesh. W menu Model wybierz Copy Model, Model-1.



Stwórz Model-Mesh2 i potwierdź przyciskiem OK.



Sprawdź, czy Model-Mesh2 jest ustawiony jako aktywny.



Usuń siatkę elementów skończonych. W menu Mesh wybierz Delete Part Native Mesh... (Delete Part Mesh) i potwierdź przyciskiem Yes na dole ekranu (na górnej listwie musi być zaznaczony

Part, nie Assembly).

Naciśnij ikonę Seed Part. W oknie Global Seeds dla siatki drugiej wybierz Approximate global size 0.5 (nowa siatka powinna zawierać 48 elementów).

W Menu Mesh wybierz Part... i potwierdź przyciskiem Yes na dole ekranu.

Przejdź na Module Job i wybierz ikonę Create Job.

W oknie Edit Job ustaw nazwę JobSiatka2 (sprawdź, czy ustawiony jest Model-Mesh2) i wciśnij przycisk OK.

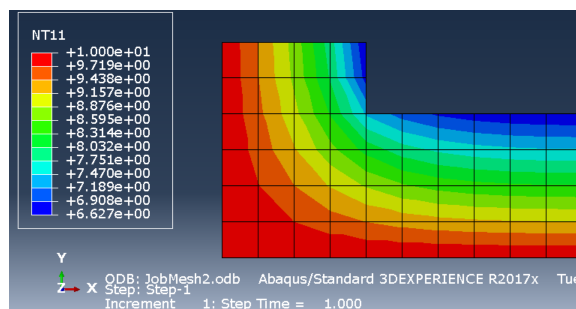
Wybierz ikonę Job Manager.

W oknie Job Manager wciśnij przycisk Data Check. Program sprawdzi teraz model, jeżeli nie ma żadnych błędów można wcisnąć przycisk Submit.

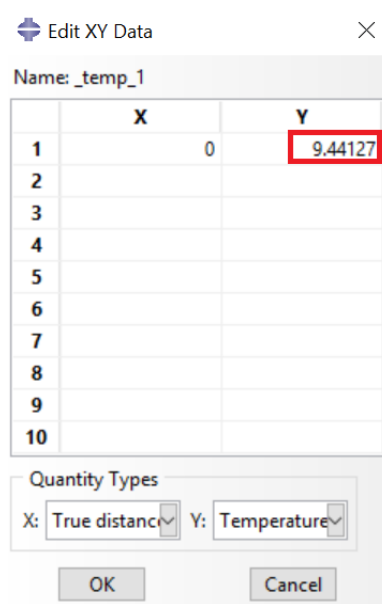
W przypadku prawidłowo wprowadzonego zadania Status powinien zmienić się na Completed.

Przy przeglądaniu wyników postępuj tak jak dla siatki pierwszej.

Stwórz nowy raport o nazwie raport _siatka2.



Odczytaj temperaturę w punkcie o tych samych współrzędnych jak dla siatki1. Wyniki dla siatki2:



14 Tworzenie gęstszej siatki, Mesh3

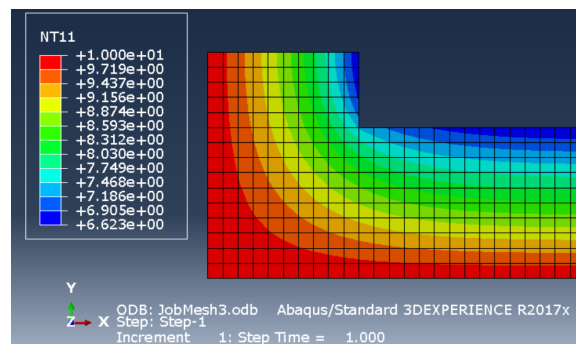
Powtórz kroki z punktu 12

Stwórz Model-Mesh3 (skopiuj Model-Mesh1).

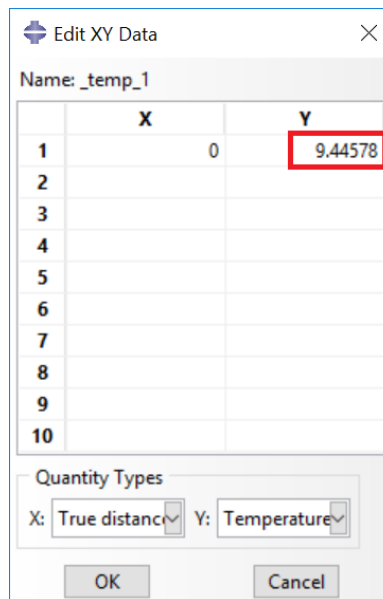
W oknie Global Seeds dla siatki drugiej wybierz Approximate global size 0.2

W oknie Edit Job ustaw nazwę JobSiatka3 i przeprowadz obliczenia.

Stwórz nowy raport o nazwie raport_siatka3.



Odczytaj temperaturę w punkcie o tych samych współrzędnych jak dla siatki1 oraz siatki2.
Wyniki dla siatki3:



15 Wczytywanie projektu

W celu wczytania projektu na następnych zajęciach przejdź na zakładkę Visualization i w menu File wybierz Open. Do wyboru powinny być trzy pliki JobSiatka1, JobSiatka2 oraz JobSiatka3. Wybranie któregoś z nich spowoduje wczytanie wyników obliczeń dla danego przypadku (bez modelu). Aby wczytać model musisz wrócić na zakładkę Part i powtórzyć procedurę.