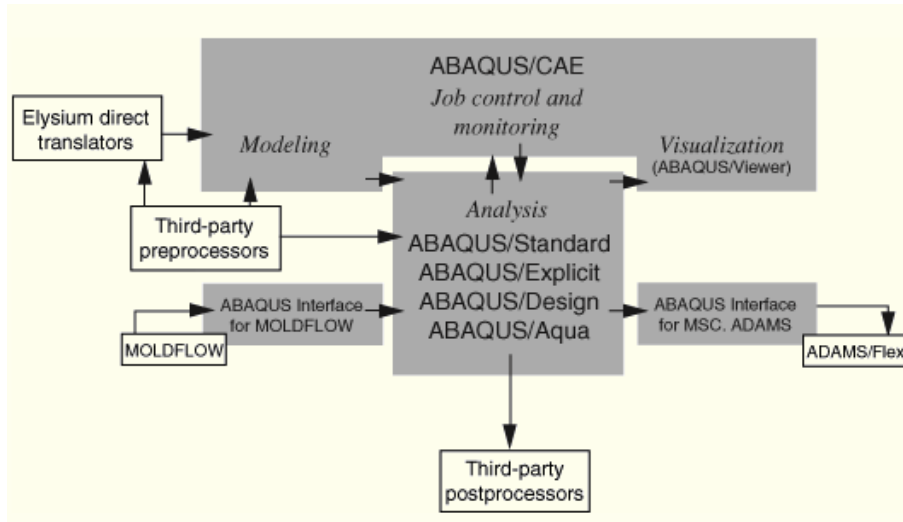


ROZWIĄZANIE PROBLEMU USTALONEGO PRZEPŁYWU CIEPŁA W SYSTEMIE ABAQUS/CAE Student Edition 6.7 - 2

Wstęp

Struktura programu ABAQUS



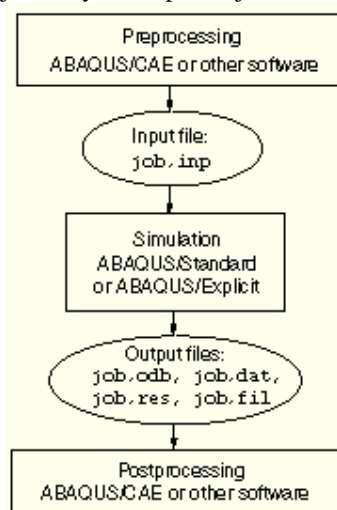
- ABAQUS/CAE (*Complete ABAQUS Environment*) jest interaktywnym, graficznym środowiskiem programu ABAQUS
- ABAQUS zawiera dwa główne produkty analizy skończenie elementowej: ABAQUS/Standard i ABAQUS/Explicit
- Do przedstawienia wyników w formie graficznej służy program ABAQUS/Viewer, który jest integralną częścią środowiska ABAQUS/CAE

System plików

Kompletna analiza zadania zawiera trzy oddzielne etapy:

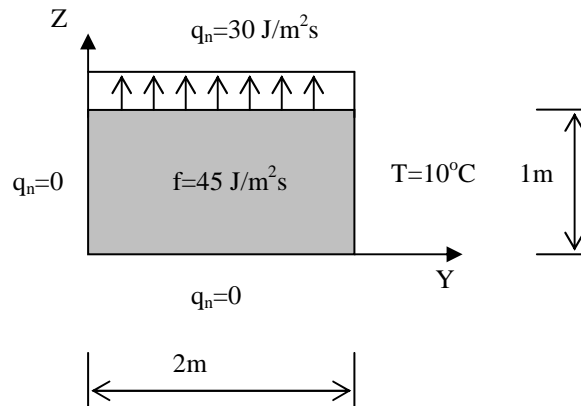
- Preprocessing (przygotowanie danych)
- Symulacja (rozwiązanie zadania)
- Postprocessing (praca z wynikami)

Etapy połączone są ze sobą przez pliki, jak na rysunku poniżej:



Zadanie


Wyznacz rozkład temperatury dla tarczy poniżej, wykonanej z materiału jednorodnego i izotropowego, dla którego współczynnik przewodności cieplnej wynosi $k=4 \text{ J}^\circ\text{Cms}$. Grubość tarczy równa jest 1m, intensywność generacji ciepła $f=45 \text{ J/m}^2\text{s}$. Warunki brzegowe takie jak na rysunku, gdzie q_n – naturalny warunek brzegowy, T – podstawowy warunek brzegowy.

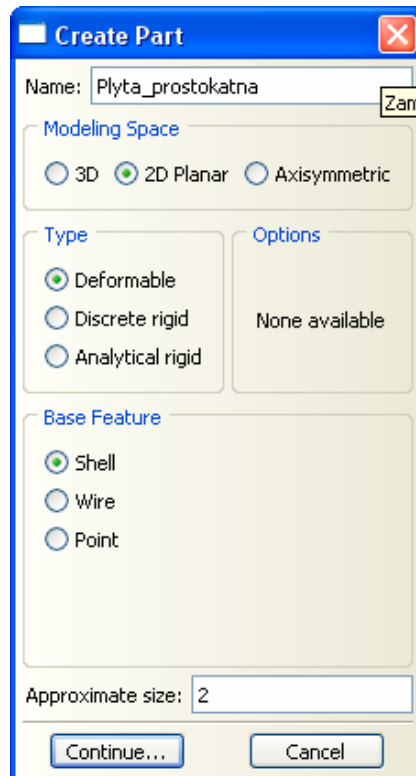



Podziel model na dwa trójkątne liniowe elementy skończone o węzłach leżących w narożach obszaru.


1. Uruchom program ABAQUS/CAE, wybierz *Create Model Database*.

Part

2. Z menu *Part* wybierz *Create* lub z paska narzędzi ikonę *Create Part* . W oknie zaznacz



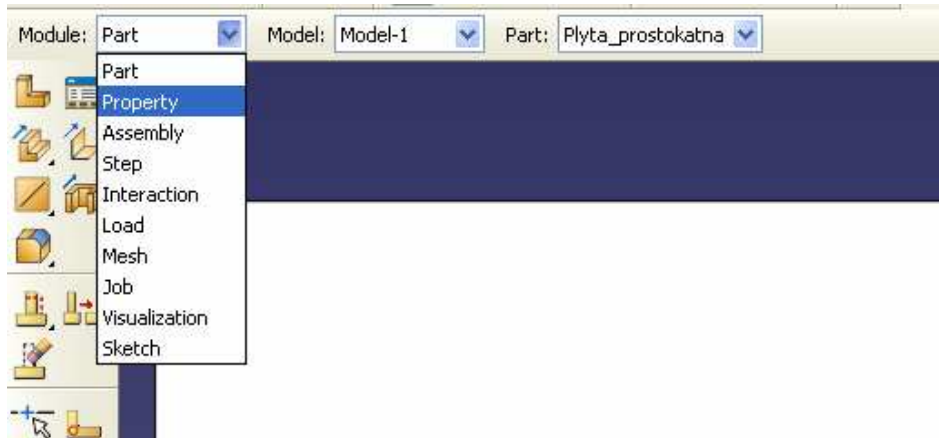
Po wciśnięciu *Continue...* z paska narzędzi wybierz przycisk *Scetcher Options*  i wprowadź wartość *Grid spacing* 0.5




3. Wybierz polecenie *Create Rectangle*  i narysuj prostokąt o wymiarach 2x1. (Jedna kratka = 0.5).

4. Zaakceptuj wciskając przycisk *Done*. Została utworzona „część” o nazwie *Płyta_prostokatna*


Property

5. Przejdź do modułu *Property*




6. Zdefiniuj materiał, wybierz przycisk *Create Material* , w oknie dialogowym *Edit Material* wybierz opcje *Thermal > Conductivity*, w polu *Conductivity* wprowadź wartość współczynnika przewodności cieplnej $k=4$.
7. Wybierz przycisk *Create Section* ; zaznacz *Category: Solid, Type: Homogeneous*. W oknie *Edit Section* wciśnij przycisk OK.
8. Przypisz przekrój *Section-1* do części „*plyta_prostokatna*”. Uruchom procedure *Assign Section* , zaznacz myszką w oknie widoku część i wciśnij przycisk *Done* na dole ekranu. Zaakceptuj przypis wciskając OK.


Assembly


9. Przejdź do modułu *Assembly*. Utwórz instancje części, z menu wybierz *Instance* a następnie *Part* lub przycisk , zaznacz opcje *Dependent (mesh on part)* i zaakceptuj.

Step

10. Przejdź do modułu *Step*. Wybierz przycisk *Create Step* . W oknie dialogowym *Create Step* wybierz *Procedure Type: General* i zaznacz *Heat transfer* a następnie wciśnij przycisk *Continue....*
11. W oknie dialogowym *Edit Step* w zakładce *Basic* zaznacz opcję *Response: Steady-State*. W zakładce *Incrementation* zaznacz *Type: Fixed*; w polu *Maximum number of increments* wpisz 1; pole *Increment size* 1 pozostaw bez zmian.

Load


12. Przejdź do modułu *Load*. Wybierz przycisk *Create Load* . W grupie *Type of selected step* zaznacz *Surface heat flux*. Zaznacz myszką górną krawędź płyty i zaakceptuj, przycisk *Done*. W oknie *Edit Load* w polu *Magnitude* wpisz wartość zadanego przepływu ciepła q_n ze znakiem -30, (ciepło jest odprowadzane).
13. Ponownie wybierz przycisk *Create Load*. W grupie *Type of selected step* zaznacz *Body heat flux*. Zaznacz część *plyta_prostokatna*, zaakceptuj przycisk *Done*. W polu *Magnitude* wpisz wartość zadanej intensywności generacji ciepła $f=45$.


14. Zadaj temperaturę na prawej krawędzi płyty, polecenie *Create Boundary Condition* . W oknie *Create Boundary Condition*, w polu *Type for Selected Step*, zaznacz *Temperature* i wciśnij przycisk *Continue...*; wybierz myszką prawą krawędź płyty i zaakceptuj, przycisk *Done...*; w polu *Magnitude* wpisz zadaną wartość temperatury $T=10$.


Mesh


15. Przejdź do modułu *Mesh*. Zaznacz opcję *Object: Part*. Siatka będzie definiowana na części a nie na jej instancji (por. punkt 9).

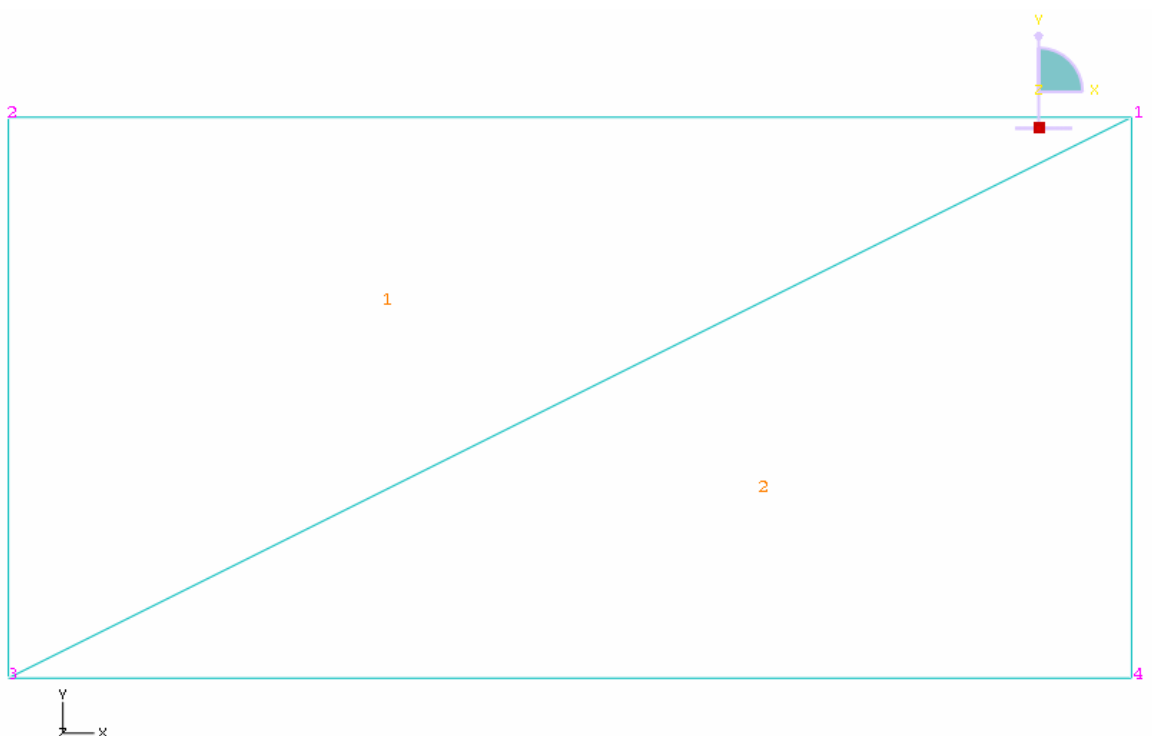


16. Zdefiniuj gęstość siatki globalnie, wybierając przycisk *Seed Part* . W polu *Approximate global size* wpisz 2.

17. Wybierz polecenie *Assign Mesh Controls*  i zaznacz *Element Shape: Tri*. Generowane będą elementy trójkątne.



18. Określ typ elementów skończonych, polecenie *Element Type* . W grupie *Family* wybierz *Heat transfer*. Do generacji siatki zostanie użyty element o nazwie DC2D3: dwuwymiarowy, trój-węzłowy element skończony.

19. Utwórz siatkę skończenie elementową, przycisk *Mesh Part* .
 20. Zmień sposób podziału części na elementy, wybierz z menu *Mesh* opcję *Edit*; w grupie *Category* zaznacz *Element*; w grupie *Method* wybierz *Swap diagonal (tri)*. Wybierz myszką przekątną pomiędzy elementami i zaakceptuj.
 21. Wyświetl numery węzłów i elementów wygenerowanej siatki, z menu *View* wybierz opcje *Part Display Option* i w zakładce *Mesh* zaznacz *Show node labels* i *Show element labels*.



22. Zapisz model do swojego katalogu roboczego *File Save As* (np. *przeplyw_ciepla*, zostanie utworzony plik z rozszerzeniem *.cae*).

Job

23. Utwórz zadanie do rozwiązania tzw. „job”. Wybierz polecenie *Create Job* . W oknie dialogowym *Create Job*, w polu *Name* wpisz nazwę zadania np. *przeplyw_ciepla*. Nazwa zadania będzie równocześnie nazwą plików wynikowych. Wciśnij przycisk *Continue...* W oknie *Edit Job* zaakceptuj wartości domyślne.
24. Uruchom menadżera zadań, przycisk *Job Manager* . Wybierz zadanie *przeplyw_ciepla* i wciśnij przycisk *Submit*. Jeśli model nie zawiera błędów opcja *Status* przyjmie wartość *Completed*. W przeciwnym wypadku popraw błędy w modelu i ponownie uruchom obliczenia.
25. Możesz od razu przejść do modułu *Visualization*, wciskając przycisk *Results* w oknie *Job Manager*, lub zamknąć okno menadżera zadań i wybrać moduł *Vizualization* z listy modułów.

Visualisation

26. Upewnij się, że otwarty jest plik *Przeplyw_ciepla.odb*, opcja *ODB*: na pasku zadań.
27. Wybierz z menu opcję *Report*. W oknie *Report Field Output*, w zakładce *Variable* z listy *Position*: wybierz *Uniqe Nodal*. Następnie zaznacz opcje:

NT11: Nodal temperature – temperatura

RFL11: Reaction fluxes – intensywność strumienia przepływu ciepła

Przejdź do zakładki *Setup*. W polu *Name* wprowadź nazwę pliku raportu wraz ze ścieżką dostępu do swojego katalogu roboczego, np. *I:/Katalog_roboczy/wyniki_tekstowe.txt*.

Odznacz opcję: *Append to file* *Append to file*. Zaakceptuj wciskając OK. W katalogu *I:/Katalog_roboczy* zostanie utworzony plik tekstowy *wyniki_tekstowe.txt*.

28. Ponownie uruchom opcję *Report*. Tym razem w zakładce *Variable* z listy *Position*: wybierz *Integration Point* i zaznacz opcje: *HFL*: Heat flux vector – wektor strumienia przepływu ciepła. Zaznacz opcje:

Append to file *Append to file*. Sprawdź czy w liście *Edit* jest tylko jedna zmienna *HFL*, jeśli pojawiają się inne usuń je. Zaakceptuj, przycisk *Apply* lub *OK*. Zmienna *HFL* została dopisana do pliku *wyniki_tekstowe.txt*.

29. Otwórz plik *wyniki_tekstowe.txt* w Notatniku.. Sprawdź czy otrzymałaś/eś wartości takie jak poniżej

```
wyniki_tekstowe.txt - Notatnik
Plik Edycja Format Widok Pomoc
*****
Field Output Report, written Mon Mar 17 12:39:09 2008
Source 1
-----
   ODB: C:/Jobs/przeplye_ciepla.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: PLYTA_PROSTOKATNA-1
-----
      Node      NT11      RFL11
      Label     @Loc 1     @Loc 1
-----
          1         10.         -5.
          2         15.          0.
          3         20.          0.
          4         10.        -25.

Minimum
  At Node         10.         -25.
                4
Maximum
  At Node         20.          0.
                3
Total            55.        -30.
```

```

*****
Field Output Report, written Mon Mar 17 12:39:54 2008
Source 1
-----
   ODB: C:/Jobs/przeplye_ciepla.odb
   Step: Step-1
   Frame: Increment      1: Step Time =   1.000

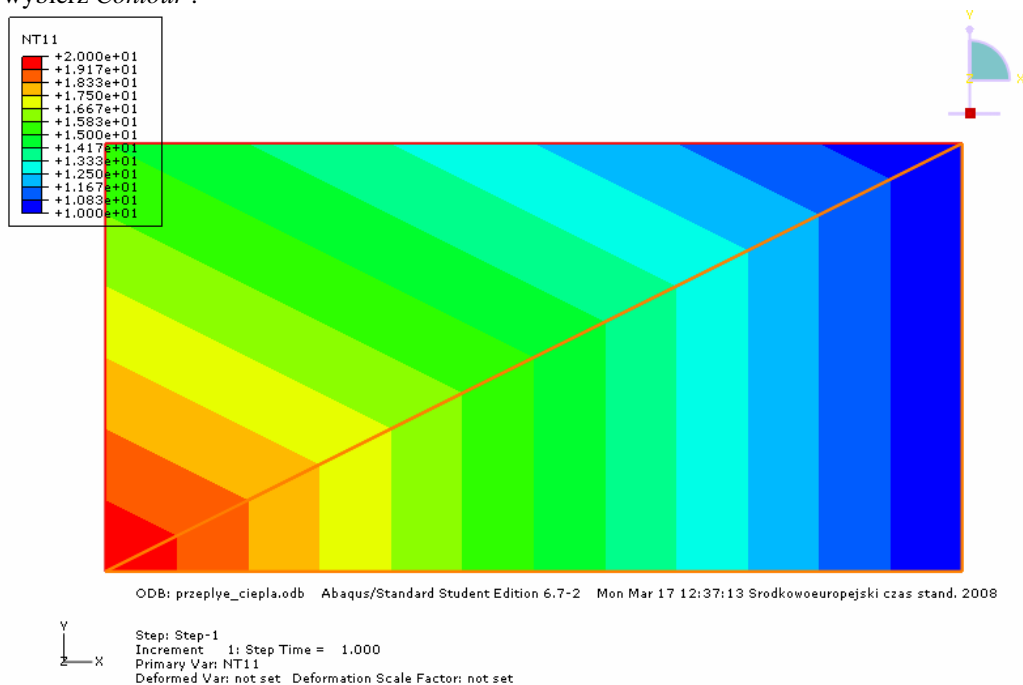
Loc 1 : Integration point values from source 1
Output sorted by column "Element Label".
Field Output reported at integration points for part: PLYTA_PROSTOKATNA-1

```

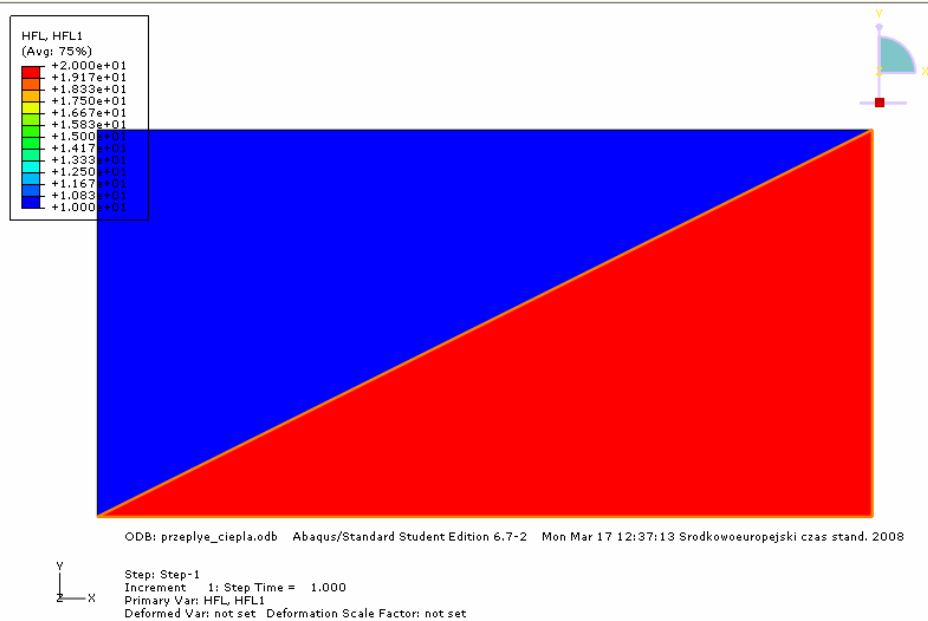
Element Label	Int Pt	HFL.Magnitude @Loc 1	HFL.HFL1 @Loc 1	HFL.HFL2 @Loc 1
1	1	22.3607	10.	20.
1	2	22.3607	10.	20.
1	3	22.3607	10.	20.
2	1	20.	20.	0.
2	2	20.	20.	0.
2	3	20.	20.	0.
Minimum				
At Element		20.	10.	0.
Int Pt		2	1	2
		3	3	3
Maximum				
At Element		22.3607	20.	20.
Int Pt		1	2	1
		1	3	3
Total		127.082	90.	60.

Odczytaj temperaturę i intensywności strumienia przepływu ciepła w węzłach oraz składowe wektora strumienia przepływu ciepła dla elementów w punktach numerycznego całkowania.

30. Wyświetl rozkład temperatury w postaci kolorowych pasm. Z menu wybierz *Results > Field Output*, w zakładce *Output Variable* zaznacz zmienną NT11. Zaakceptuj przycisk OK. W oknie *Select Plot State* wybierz *Contour*.



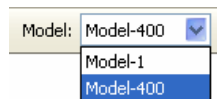
31. Wyświetl składowe wektora przepływu ciepła w postaci kolorowych pasm. Z menu wybierz *Results > Field Output*, w zakładce *Output Variable* zaznacz zmienną HFL. W zakładce *Component* wybierz HFL1 – składowa w kierunku osi X. Zaakceptuj przycisk OK.



32. Zdefiniuj nową gęstość siatki, dzieląc obszar na 400 elementów skończonych.

Mesh

33. Przejdź do modułu *Mesh*. Z menu *Model* wybierz *Copy Model*. W oknie *Copy Model* podaj nazwę dla modelu z podziałem na 400 elementów np. *Model-400*. Sprawdź czy opcja *Model:* ma wartość *Model-400*.





34. Usuń siatkę skończenie elementów skończonych. Wybierz z menu *Mesh* polecenie *Delete Part Mesh* lub



przycisk i zaakceptuj, przycisk *Yes*.

35. Zdefiniuj nowy podział na elementy. Z menu *Seed* wybierz opcję *Edge By Number...*, wskaż myszką dłuższe krawędzie płyty (trzymając przycisk *Shift*). Na dole ekranu w polu *Number of elements along the edges* wpisz 20 i zaakceptuj, przycisk *Enter*. Ponownie wybierz *Seed > Edge By Number*, tym razem zaznacz krótsze krawędzie płyty a w polu *Number of elements along the edges* wpisz 10.

36. Wybierz przycisk *Assign Mesh Controls*  i w grupie *Technique* zmień metodę generacji siatki na *Structured*. Część zmieni kolor na zielony.

37. Wygeneruj siatkę (przycisk *Mesh Part* ).

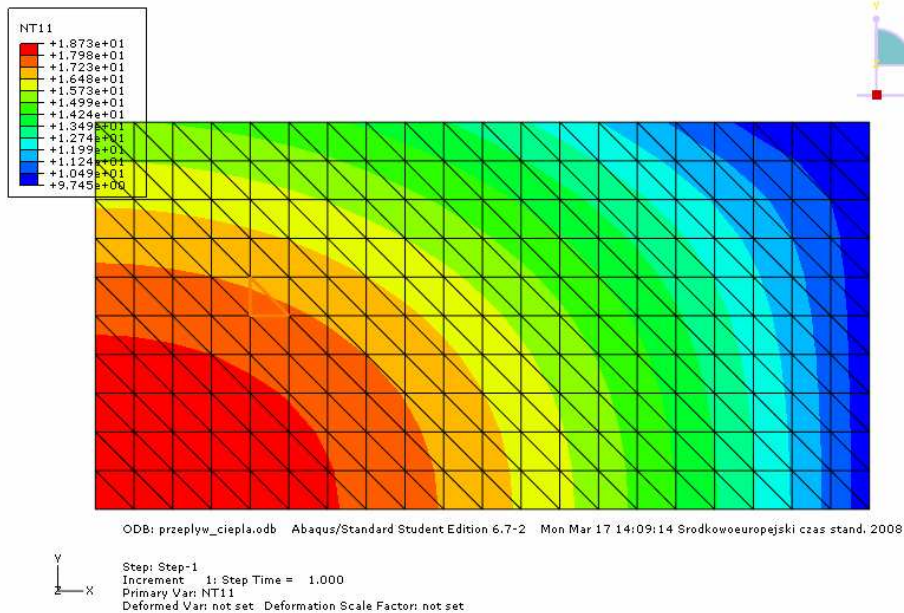
Job

38. Rozwiąż zadanie nadając mu nazwę *przepływ_ciepla_400* (por. punkt 23, 24, 25), pamiętając, że modelem który tym razem podlega analizie jest *Model-400*.

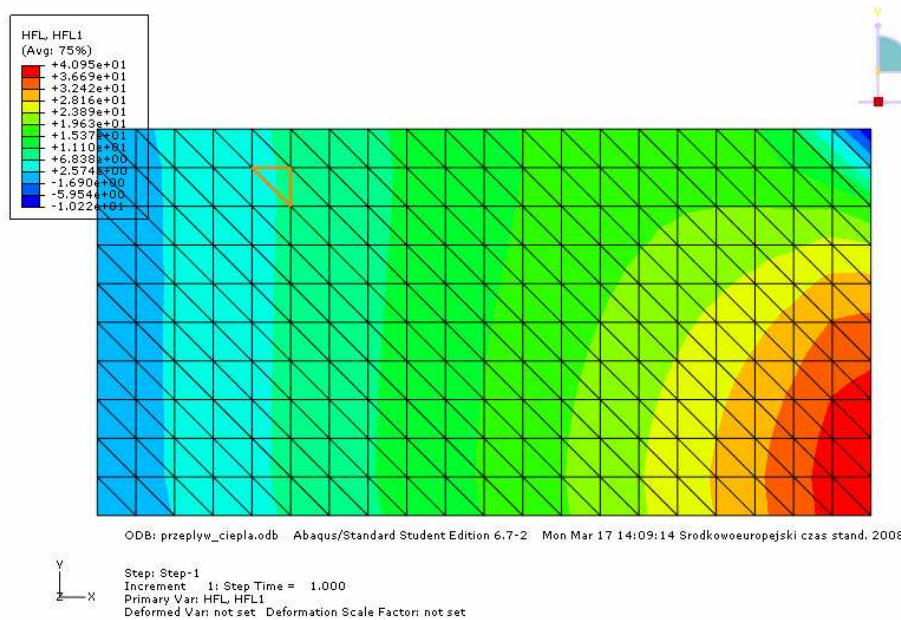
Visualisation

39. Wyświetl rozkład temperatury i składowe wektora strumienia przepływu ciepła w postaci kolorowych pasm (por. punkt 30 i 31). Porównaj wyniki z poprzednim rozwiązaniem.

Rozkład temperatury, NT11, okno Viewport: 1.



Wybierz z menu *Viewport* polecenie *Create*. Zostanie utworzone nowe okienko o nazwie Viewport: 2. W tym oknie wyświetl składowa wektora przepływu ciepła w kierunku X, HFL1



Wybierz z menu *Viewport* polecenie *Create*. Zostanie utworzone nowe okienko o nazwie Viewport: 3. W tym oknie wyświetl składowa wektora przepływu ciepła w kierunku Y, HFL2

