

POLITECHNIKA ŚLĄSKA W GLIWICACH
Wydział Mechaniczny Technologiczny

PRACA DYPLOMOWA MAGISTERSKA

**„Wykorzystanie pakietu MARC/MENTAT do modelowania naprężeń
cieplnych”**

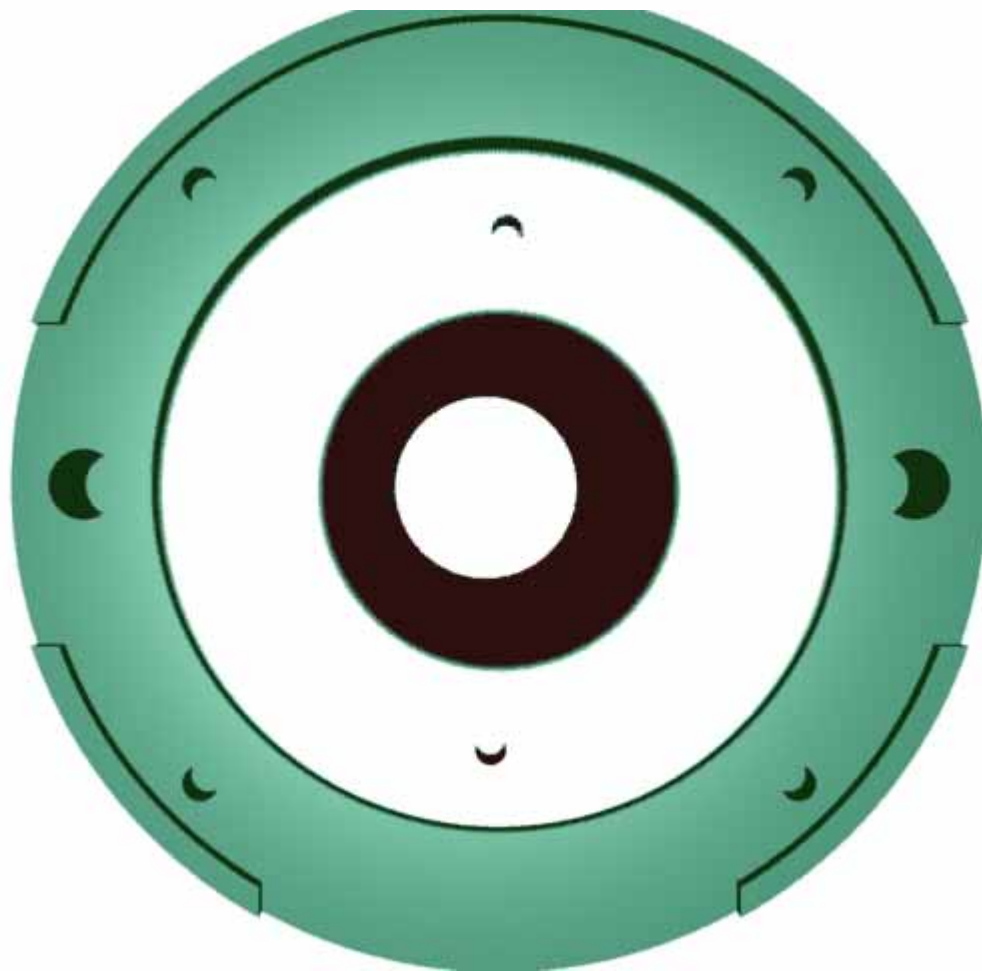


Spis treści

- Pole temperatury
- Przykład obliczeniowy
- Naprężenia cieplne
- Obliczenia testujące
- Przykład zastosowania MES do wyznaczanie naprężeń cieplnych
- Wnioski



Przykład zastosowania MES do wyznaczanie naprężeń cieplnych

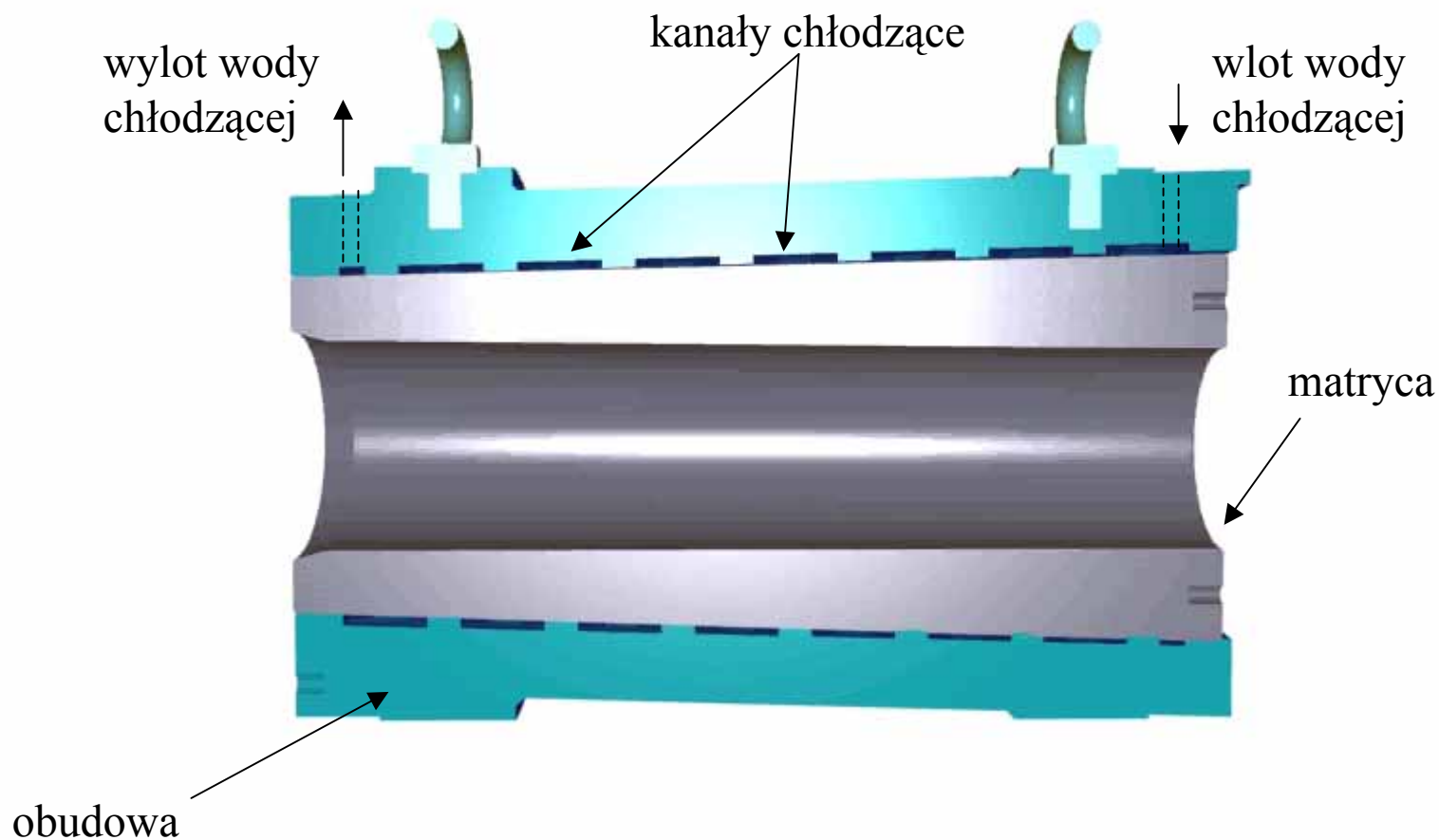


Prasa do wyciskania wlewków 1350T

Przekrój poprzeczny prasy



Przekrój poprzeczny prasy

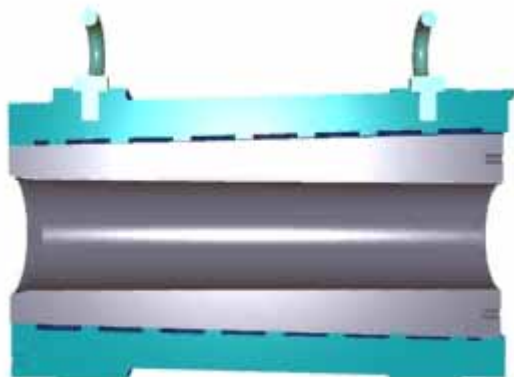


W ujęciu technologicznym cały proces wyciskania wlewka można sprowadzić do kilku okresowo powtarzających się operacji.

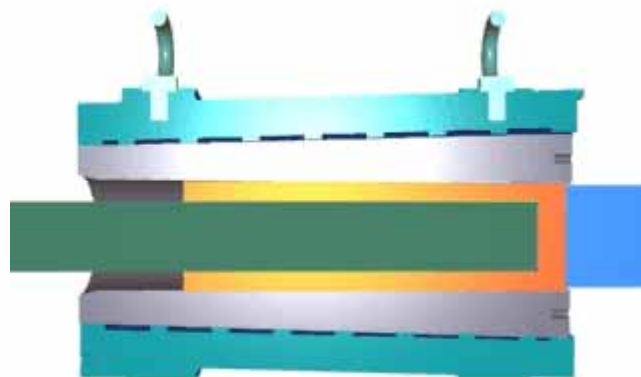
Można wyszczególnić:

- a) załadowanie gorącego wlewka do matrycy, wyciskanie,
- b) wypchnięcie za pomocą głowicy wyrzutnika gotowego produktu

a)

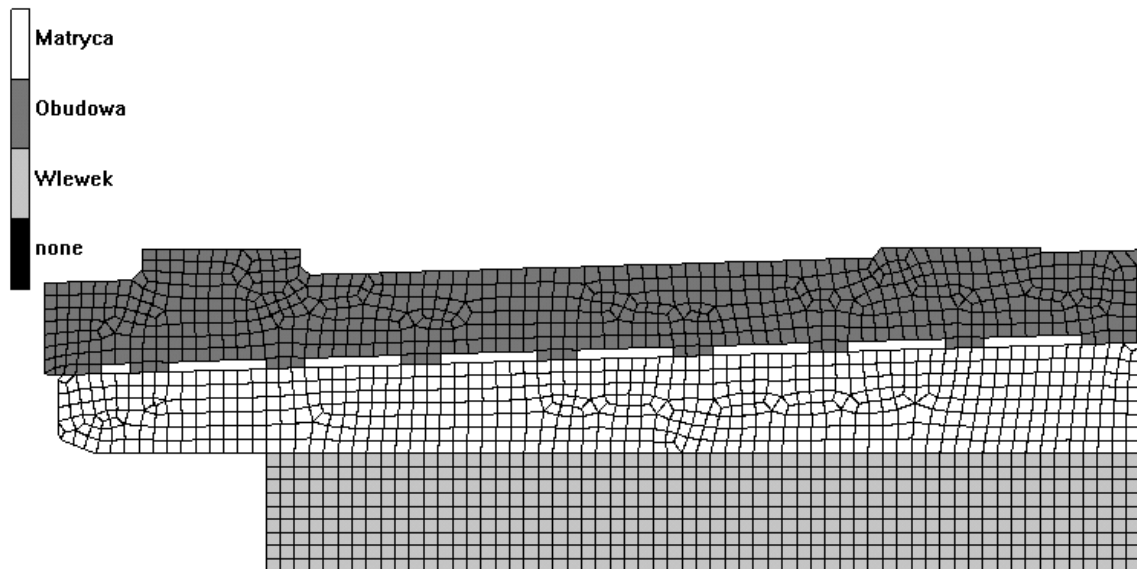


b)



Geometrię obszaru wygenerowano na podstawie płaskiej dokumentacji technicznej. Dyskretyzacji dokonano za pomocą elementów czterowęzłowych.

MSC



Siatka elementów skończonych z podziałem na poszczególne elementy układu.



Warunki brzegowe i początkowe

Ze względu na niestabilny charakter zadania tzn. zakładamy, że ogrzany do temperatury **800 [°C]** wlewek pod wpływem temperatury otoczenia schładza się, oraz przekazuje ciepło przez ścianki do matrycy, konieczne jest więc przeprowadzenie analizy niestabilnego pola temperatur.

Zakładamy, że w czasie $t=0$ [s] temperatury obudowy i matrycy są takie same i wynoszą **18 [°C]**, temperaturę wlewka określono na poziomie **750 [°C]** (uwzględnia to transport oraz różne niedokładności związane z procesem wygrzewania wlewka).

Temperaturę otoczenia określono na poziomie $T_{ot}=18$ [°C], współczynnik wymiany ciepła α wynosi odpowiednio **5 [W/m²K]** oraz **15 [W/m²K]** dla matrycy/obudowy i wlewka. Wodę chłodzącą, która przepływa w kanałach kołowych wokół matrycy przedstawimy za pomocą warunku brzegowego III rodzaju.

Z bilansu cieplnego wyznaczono temperatury wody na wylocie z kolejnych kanałów chłodzących.

I tak, na wylocie z kanału:

-pierwszego $T_{WY1}=16.1$ [°C]

-drugiego $T_{WY2}=17$ [°C]

-trzeciego $T_{WY3}=17.7$ [°C]

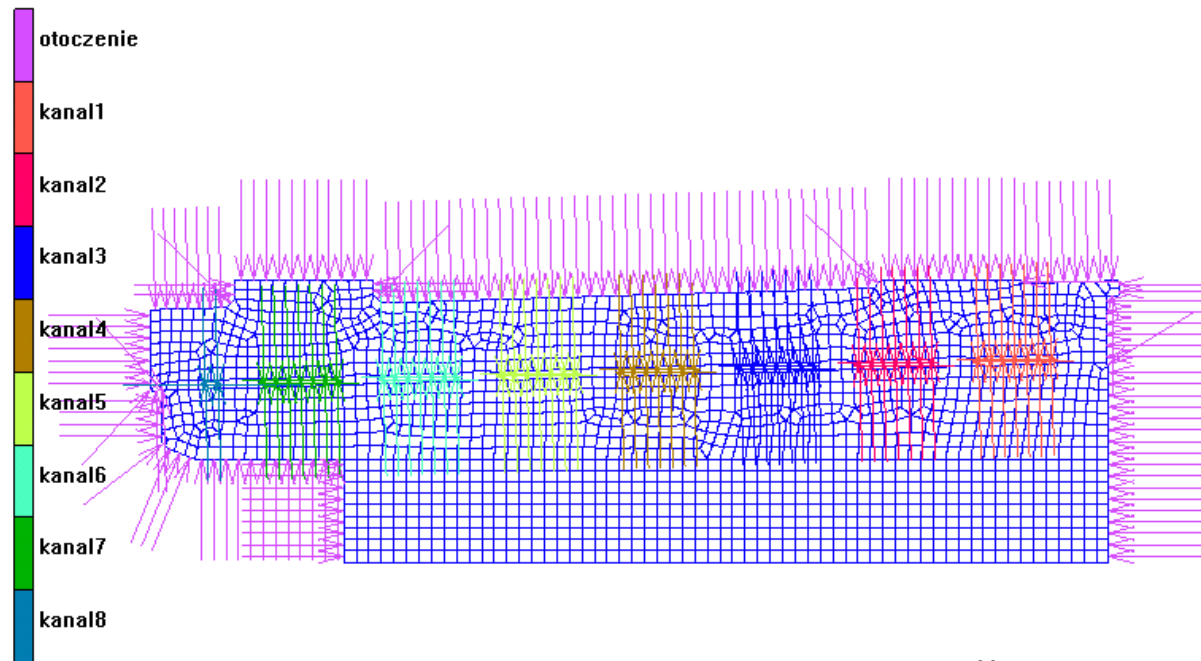
-czwartego $T_{WY4}=18.2$ [°C]

-piątego $T_{WY5}=18.6$ [°C]

-szóstego $T_{WY6}=19$ [°C]

-siódmego $T_{WY7}=19.2$ [°C]

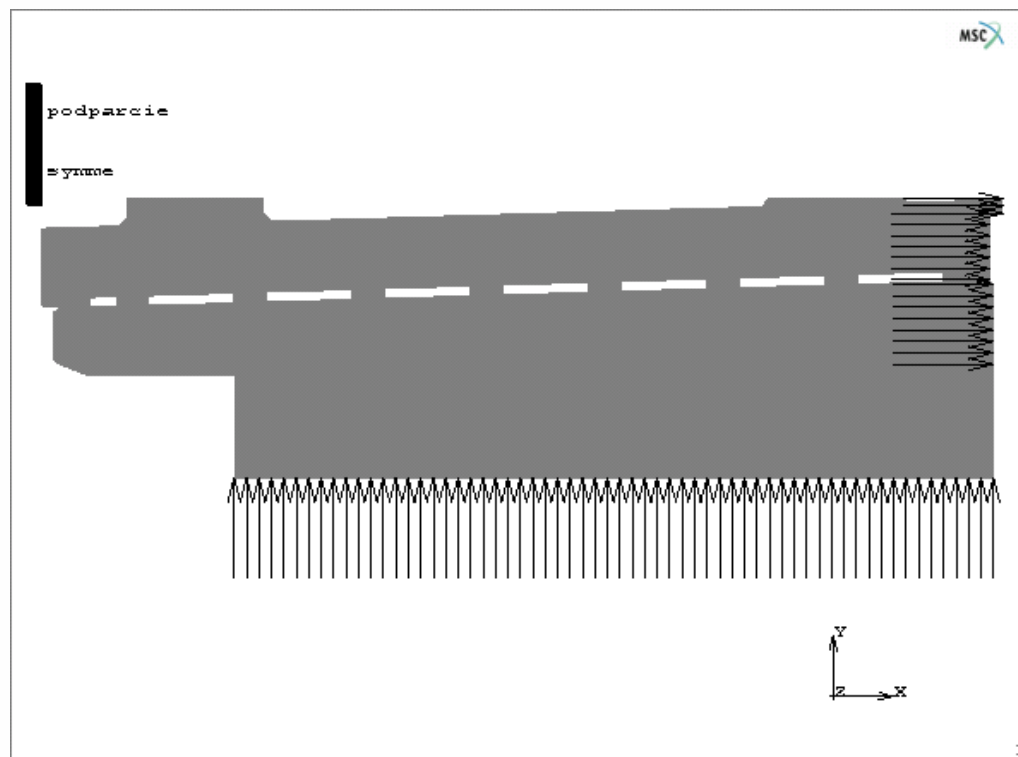
-ósmego $T_{WY8}=19.4$ [°C]



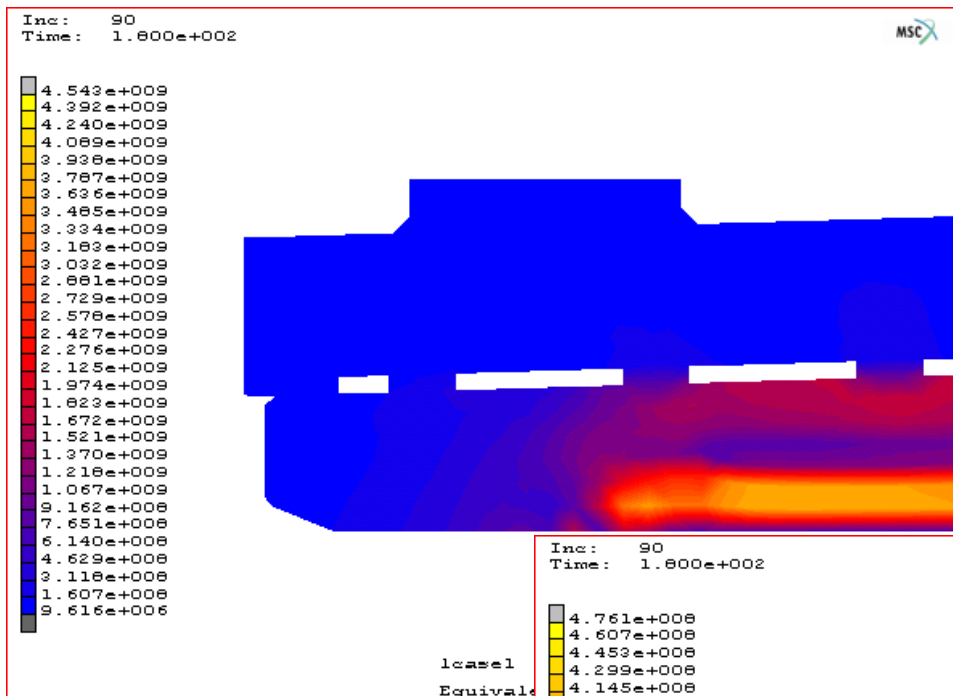
Siatka elementów skończonych z warunkami brzegowymi.

Powyższe wyliczenia pozwalają zadać w programie Mentat warunki brzegowe o wyliczonych wartościach temperatur i stałym dla uproszczenia we wszystkich kanałach parametrze $\alpha=2140$ [W/m²K] (wyznaczonym z zależności Michiejewa).

Ponieważ dokonujemy analizy dotyczącej naprężeń wywołanych polem temperatury, konieczne jest zadanie odpowiednio sformułowanych mechanicznych warunków brzegowych.

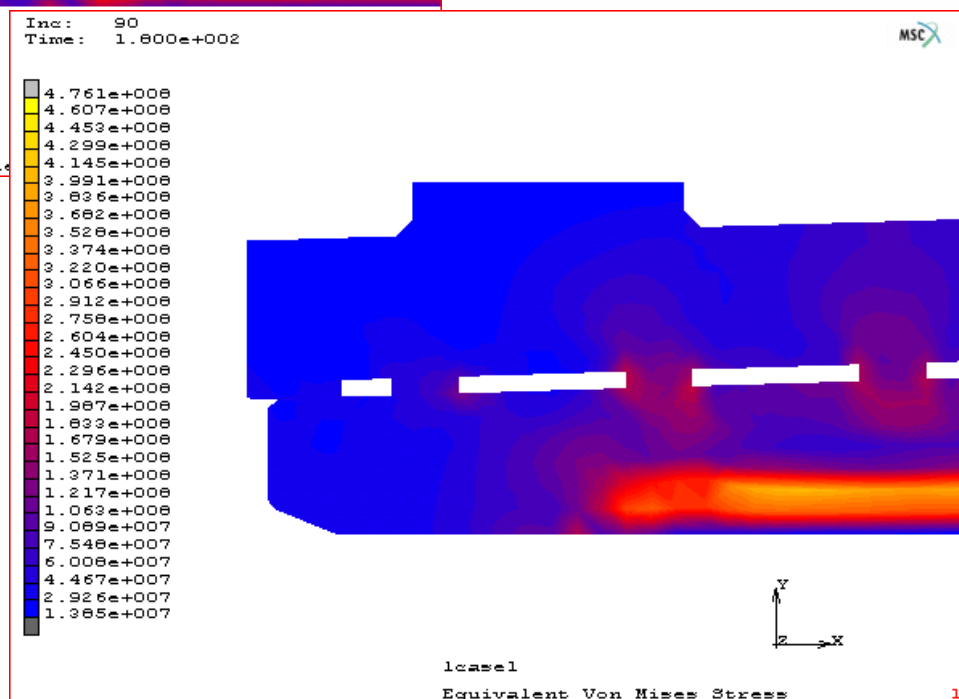


Wieży nałożone na układ



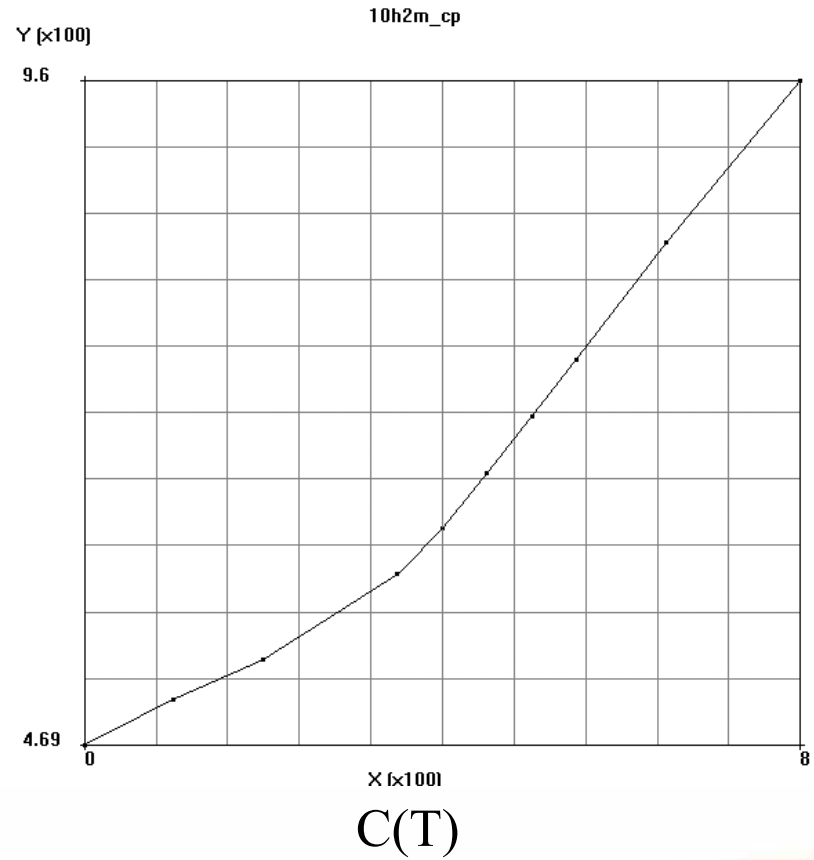
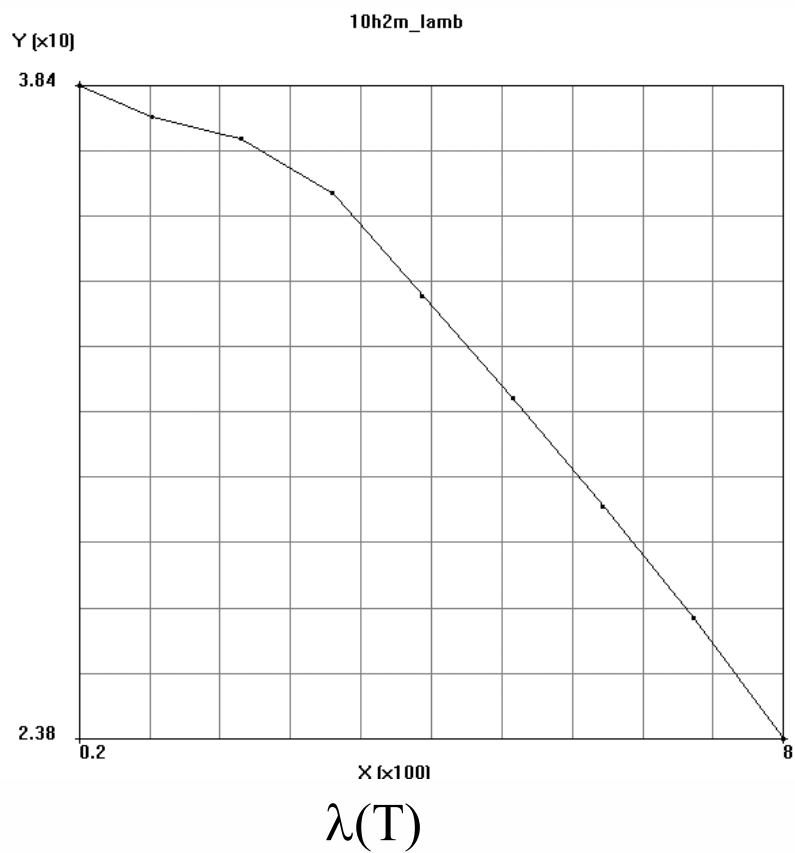
Rozkład naprężeń
cieplnych [Pa] po czasie
180 [s] dla średnich
wartości parametrów
(max.4.5 GPa)

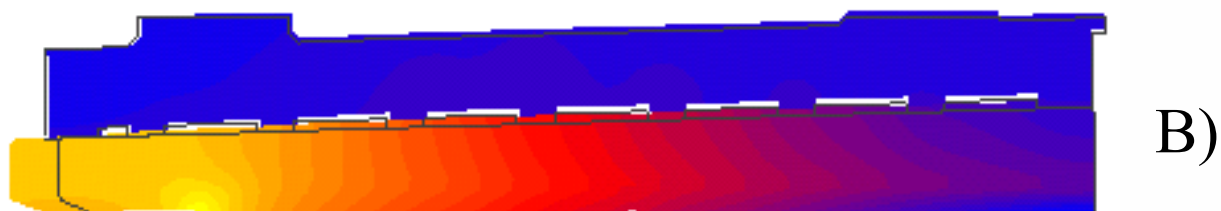
Rozkład naprężeń
cieplnych [Pa] po czasie
180 [s] dla parametrów
zależnych od
temperatury
(max. 470 MPa)



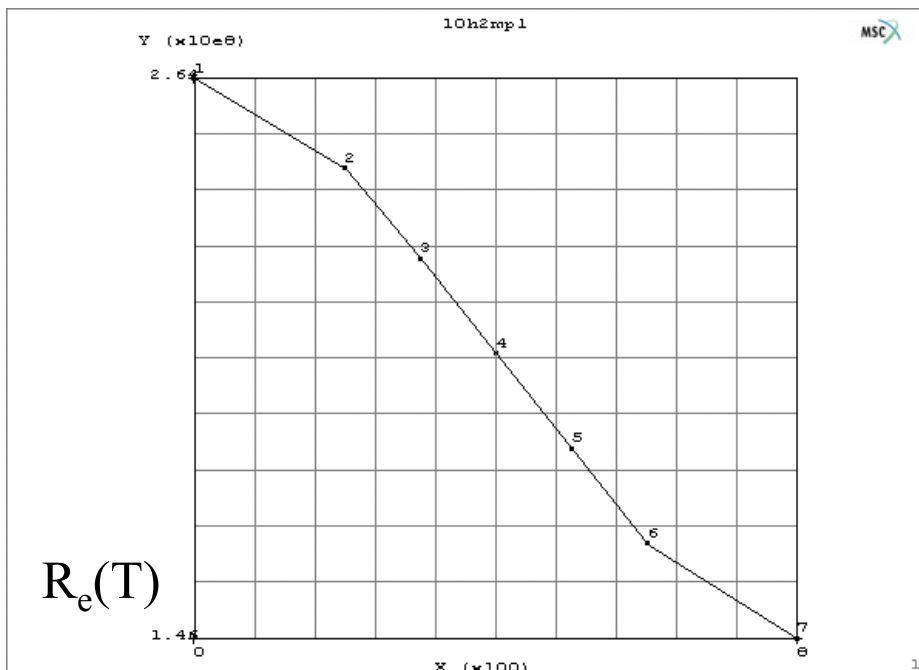
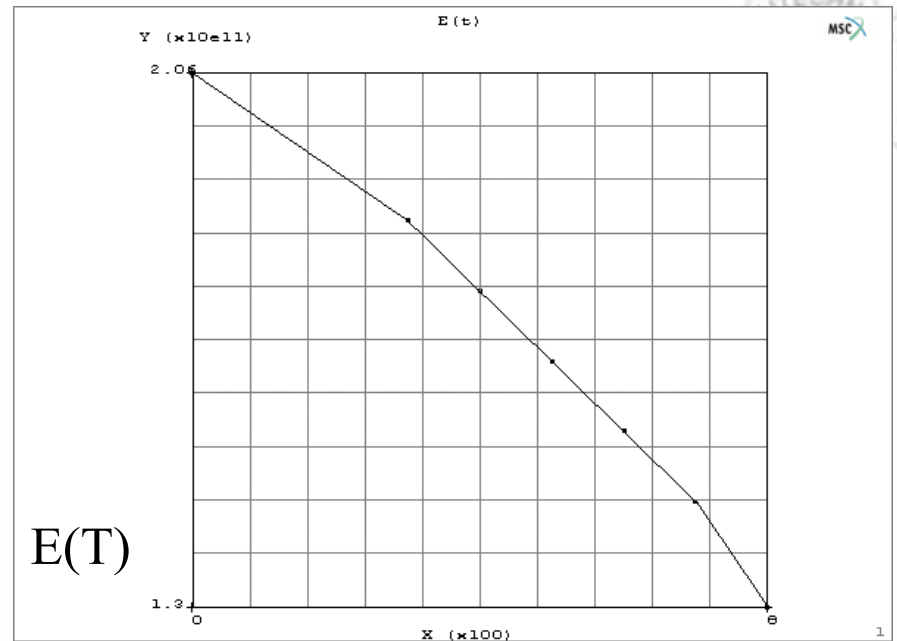
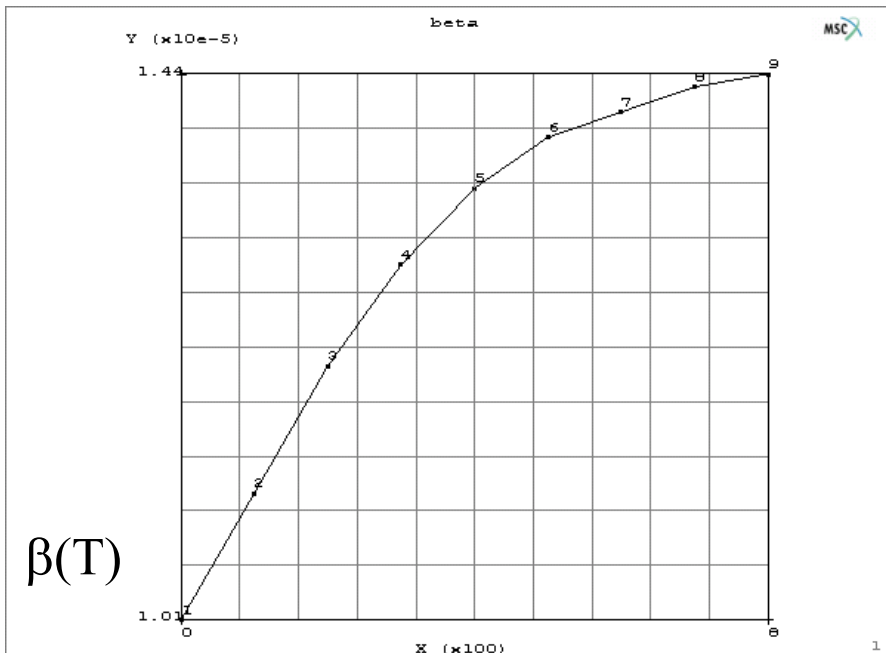
Własności materiałowe

Ponieważ w rozpatrywanym obszarze oczekujemy bardzo szerokiego spektrum temperatur (od 15 do 750 [°C]), konieczne jest uwzględnienie zmian podstawowych parametrów fizycznych w zależności od temperatury.

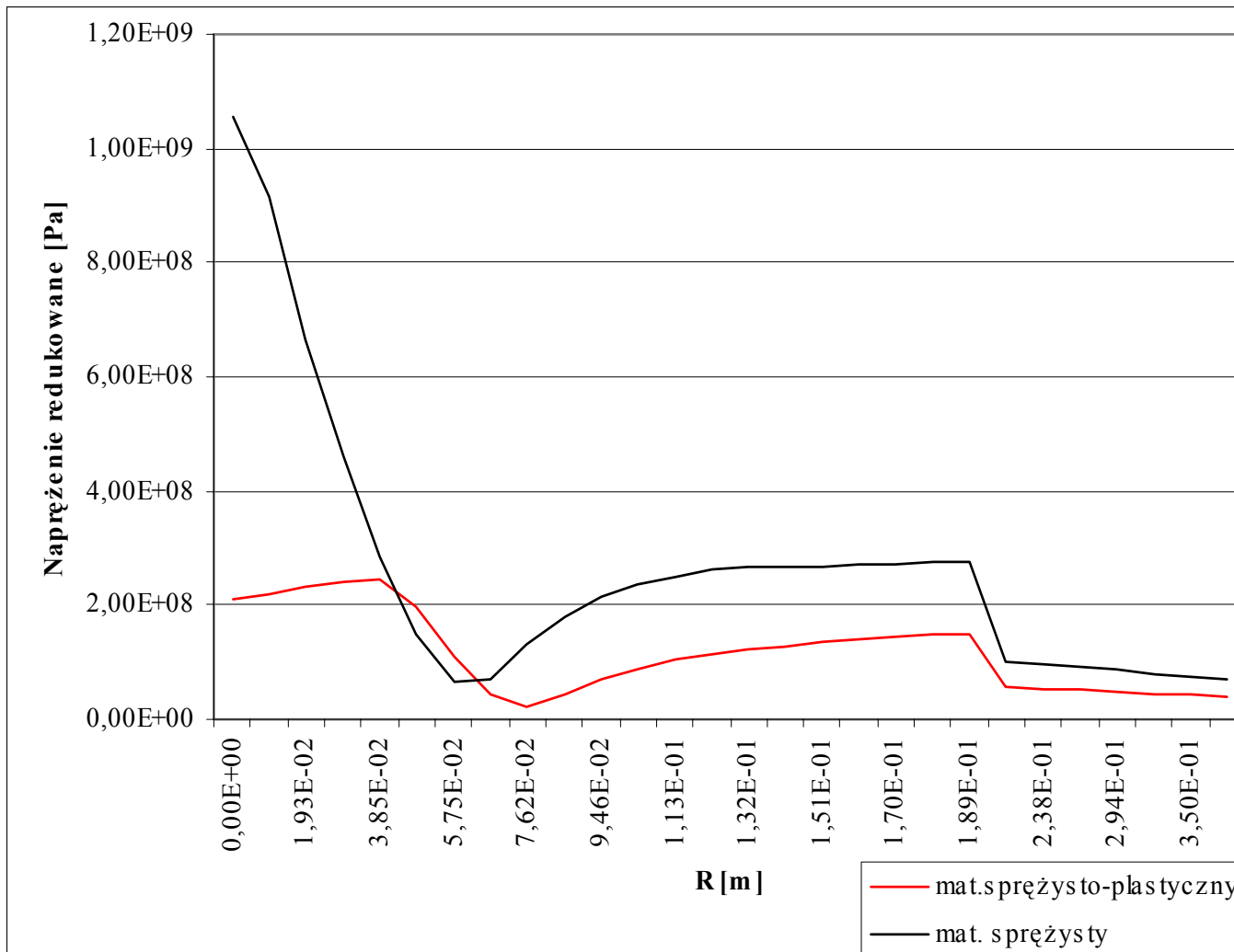




Odkształcenia. A-siatka jednorodna, B-kontakt
(kolor żółty: maksymalne odkształcenia, niebieski: minimalne)



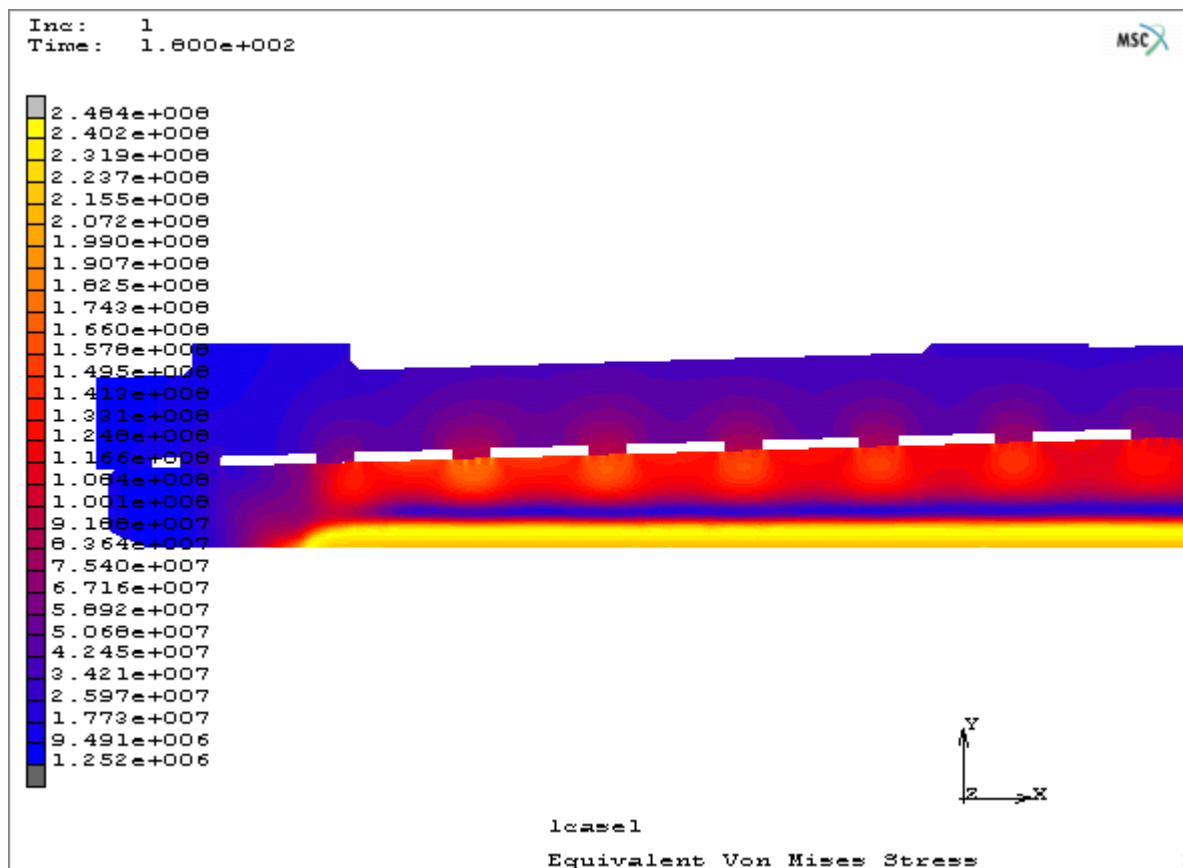
Analizy układu dokonano metodą idealnego [kontaktu](#), przy zastosowaniu modelu materiału idealnie [sprężysto-plastycznego](#).



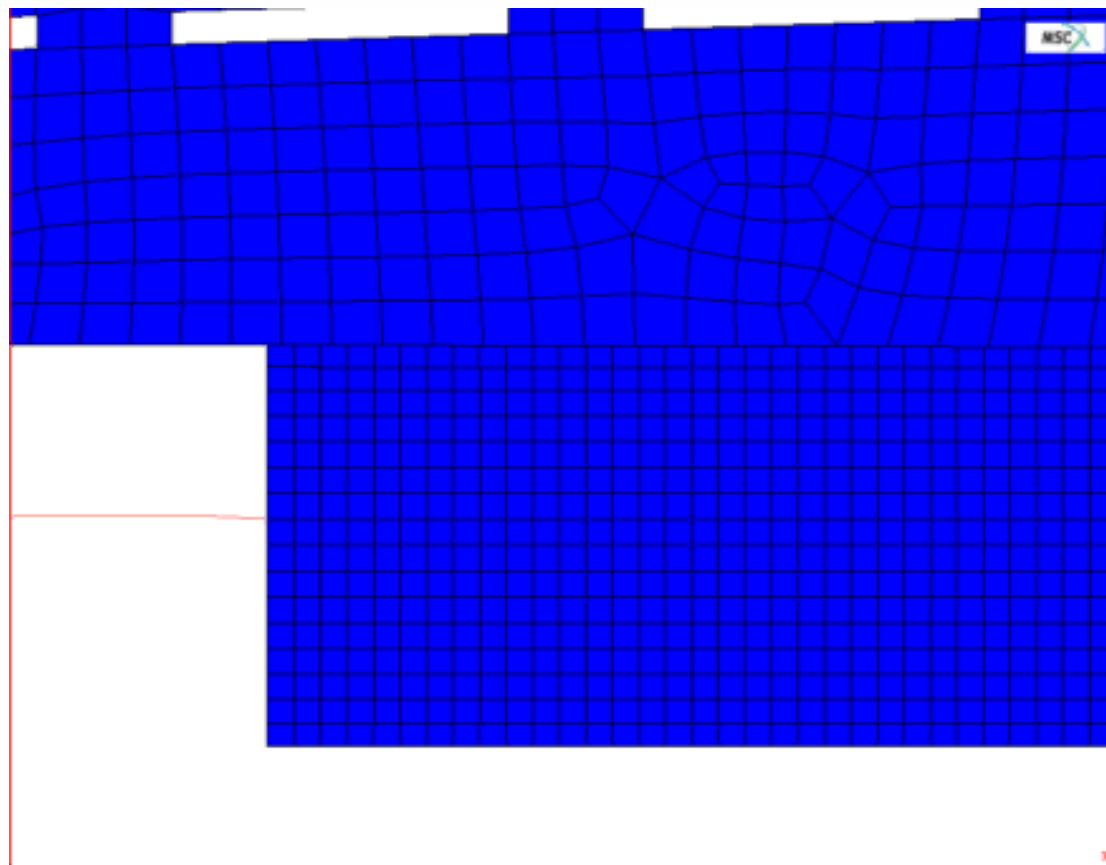
Rozkład naprężeń wzdłuż przekroju poprzecznego. Wyniki dla analizy typu kontakt.

Analiza i wyniki

Wyniki otrzymane dla układu z zadaną na stałe średnią długością wlewka.

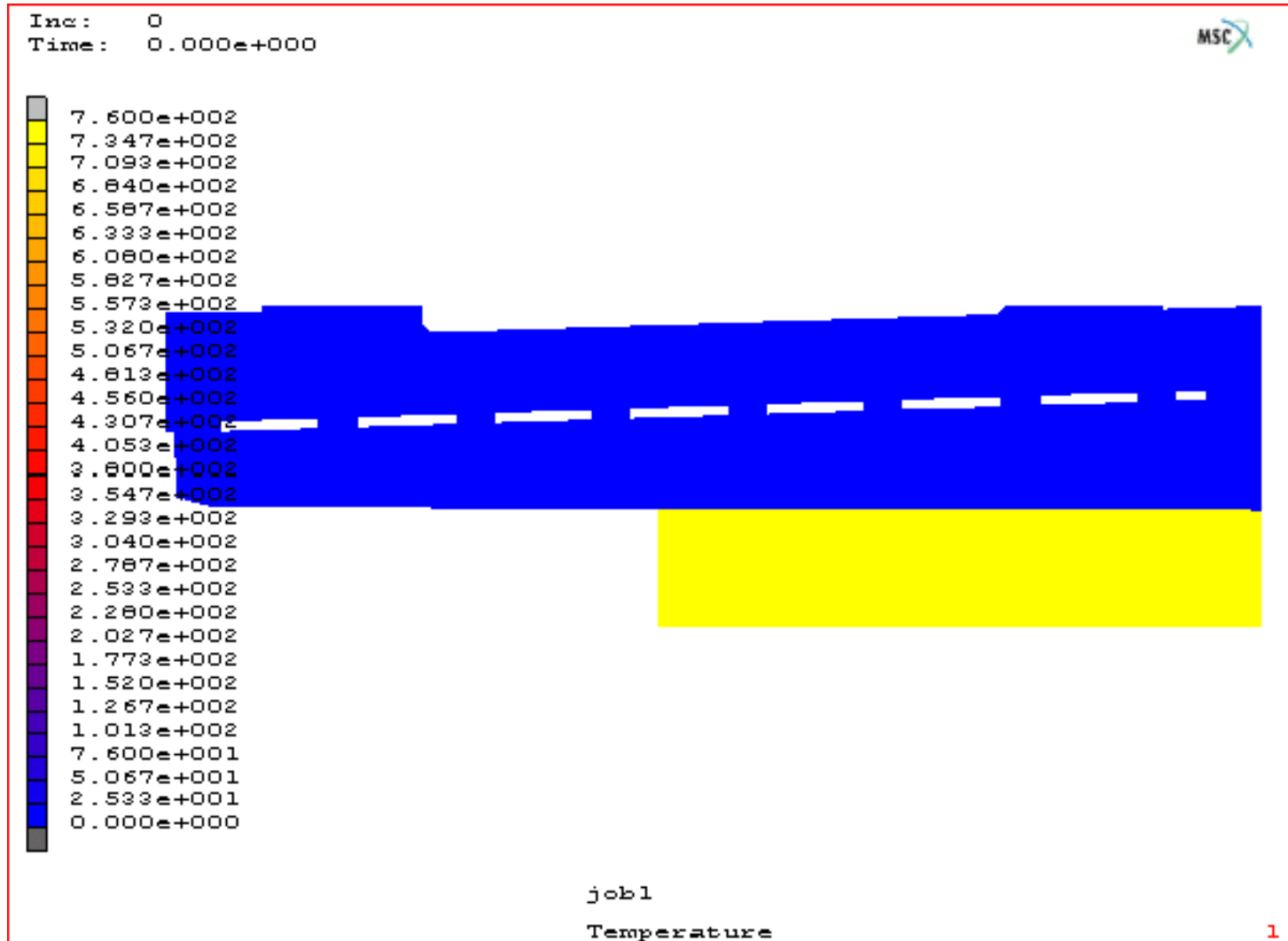


Mapa naprężeń zredukowanych dla materiałów sprężysto-plastycznych



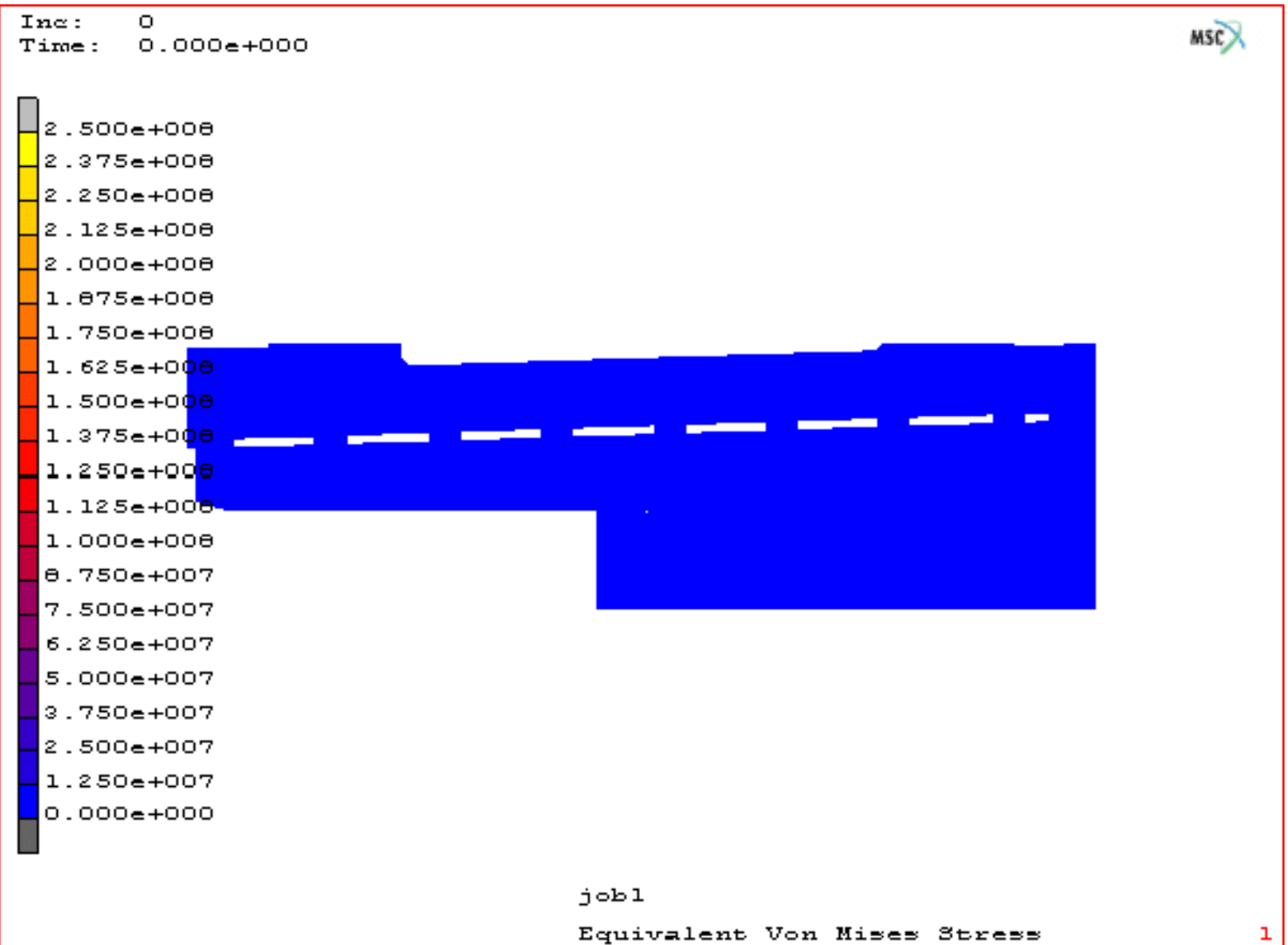
Zastosowanie opcji - *global remeshing* dla obszaru wlewka
(kolor żółty - maksymalne odkształcenie plastyczne, niebieski minimalne)

Wyniki otrzymane dla układu z symulacją procesu wyciskania wlewka z zastosowaniem dynamicznej modyfikacji siatki - *global remeshing*



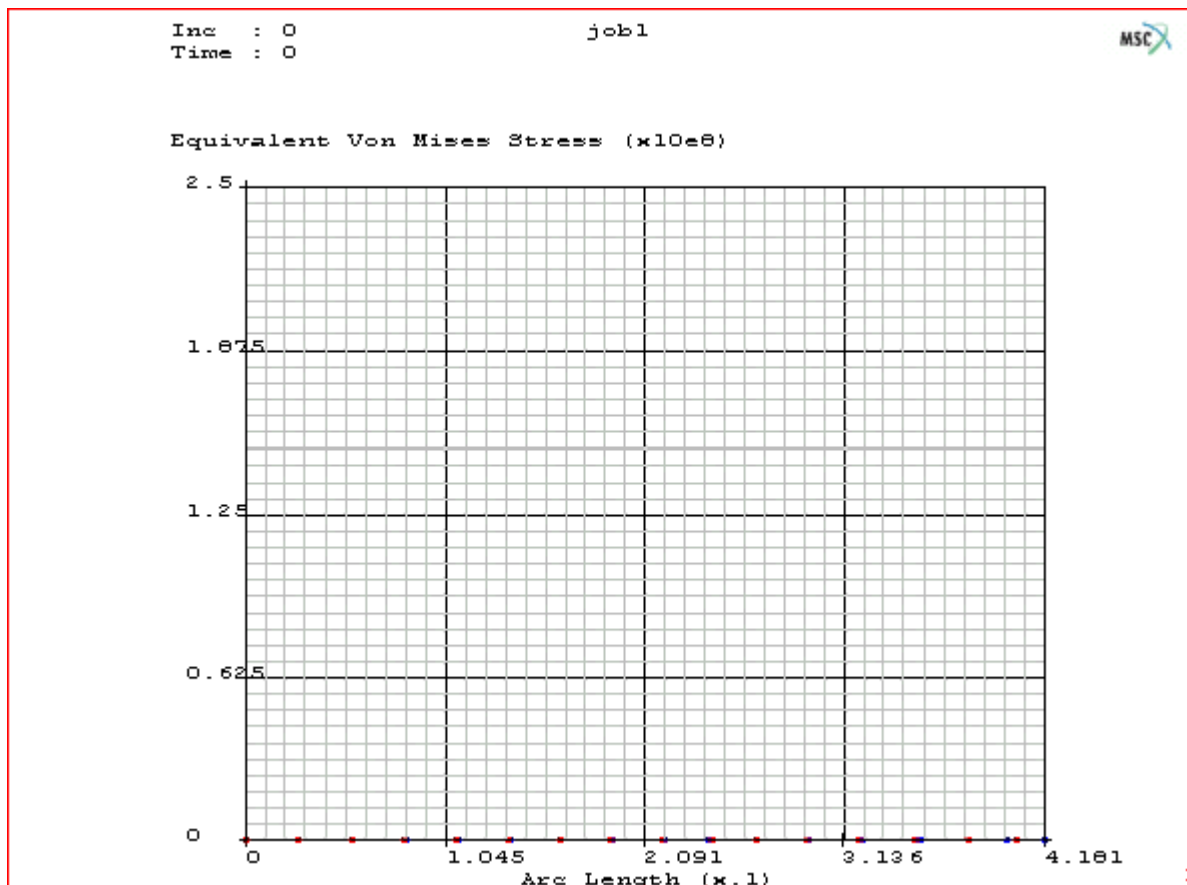
Pole temperatury

Wyniki otrzymane dla układu z symulacją procesu wyciskania wlewka. Granica plastyczności materiału wlewka 1Pa.



Mapa naprężeń zredukowanych

Udział naprężeń cieplnych w całkowitym obciążeniu układu



kolor niebieski - pełne obciążenie układu

kolor czerwony - układ obciążony jedynie cieplnie

Mapy naprężeń zredukowanych, dla układu obciążonego:

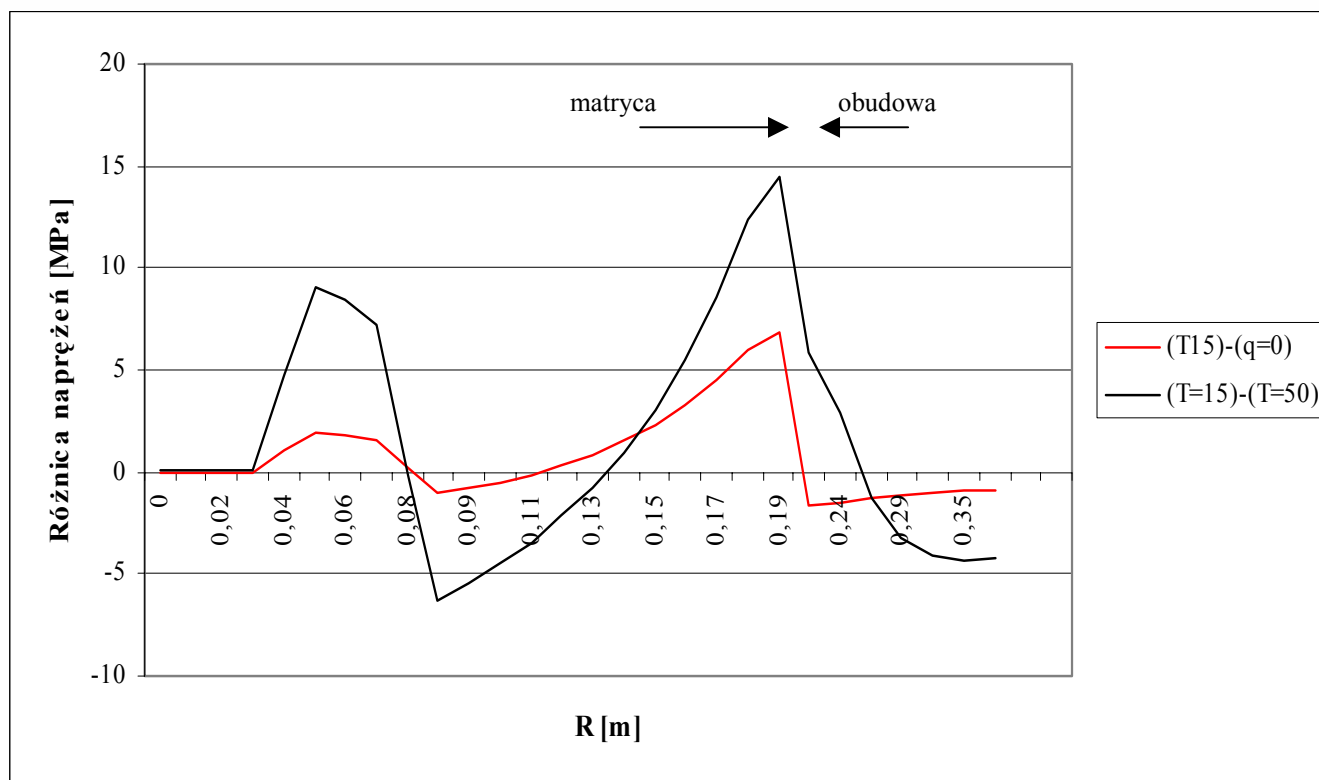
a) tylko siłami od wyciskania wlewka, b) tylko cieplnie



a)

b)

Wpływ kanałów chłodzących na rozkład naprężeń wzdłuż przekroju



Jako rozwiązanie najbardziej korzystne zaproponowano wariant, w którym podczas procesu wyciskania wlewka w kanałach nie stosujemy chłodzenia, dopiero po wypchnięciu wlewka ustalamy chłodzenia wodą o temp. 15 [C]. Dopuszcza się brak chłodzenia między kolejnymi cyklami w przypadku zakończenia procesu lub przy znacznych przestojach. Pozwoli to w sposób naturalny doprowadzić układ do stanu beznapięzeniowego.



WNIOSKI

- w przypadku układów o znacznych gabarytach i przy dużych zmianach temperatur konieczne jest stosowanie w pełni nieliniowych charakterystyk materiałowych,
- siatka dające bardzo dobre wyniki w przypadku obliczeń cieplnych, w przypadku analizy naprężeń cieplnych powoduje miejscowe kumulacje naprężeń, nie mające miejsca w rzeczywistości,
- w przypadku skomplikowanych układów, konieczne jest stosowanie analizy typu kontakt, w celu otrzymania wyników zbliżonych do rzeczywistości,
- na postać otrzymanych wyników ma wpływ rodzaj modelu zastosowanego do odwzorowania zachowania materiału.

Koniec