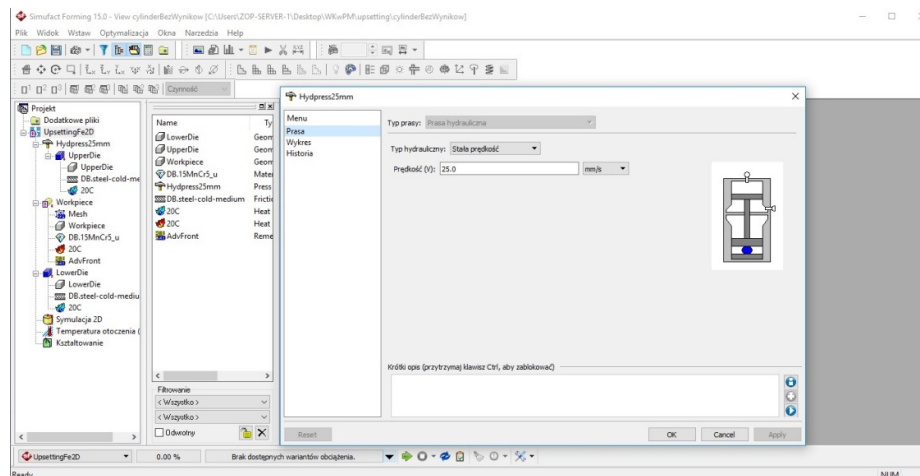
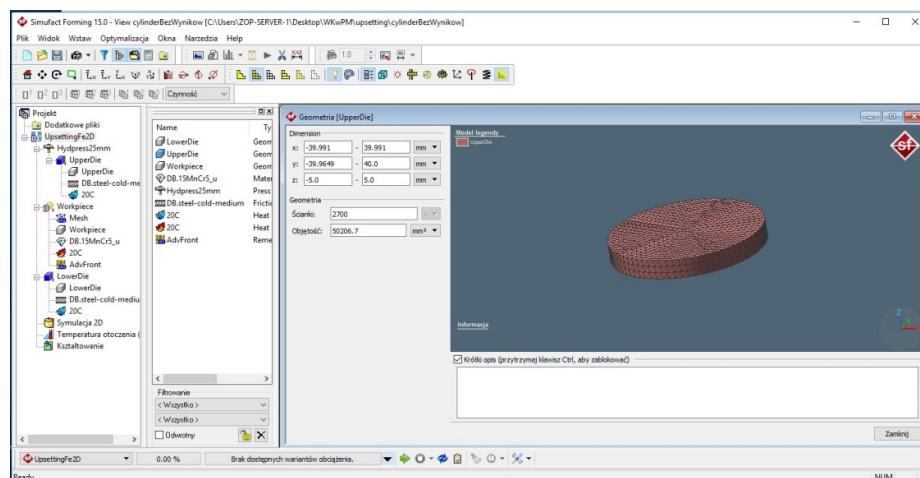


W programie zdefiniowano także prasę (rys. Prasa hydrauliczna). Podano prędkość ruchu kowadła górnego 25 mm/s.

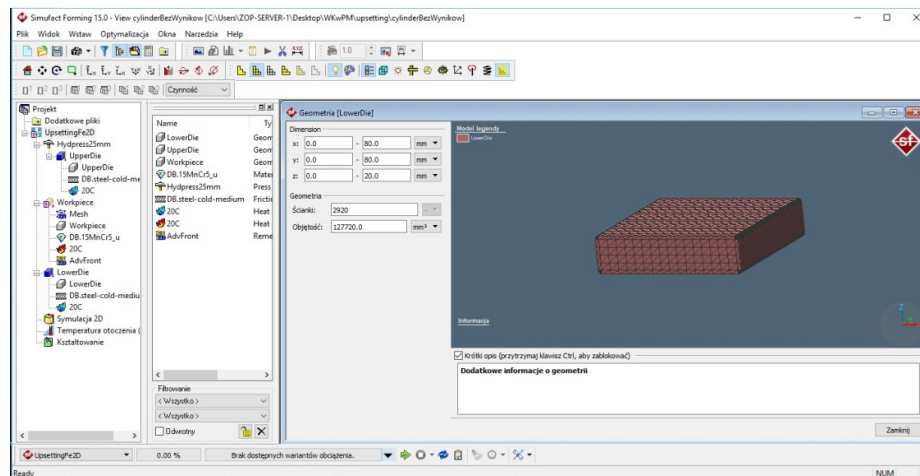


Rys. Prasa hydrauliczna

Można teraz przystąpić do definiowania narzędzi, czyli kowadła górnego i dolnego. Geometrię można zaimportować z programów zewnętrznych (typu CAD) lub wykorzystać wbudowany edytor. Na rysunkach Dolne kowadło i Górne kowadło podano geometrię i wymiary narzędzi.

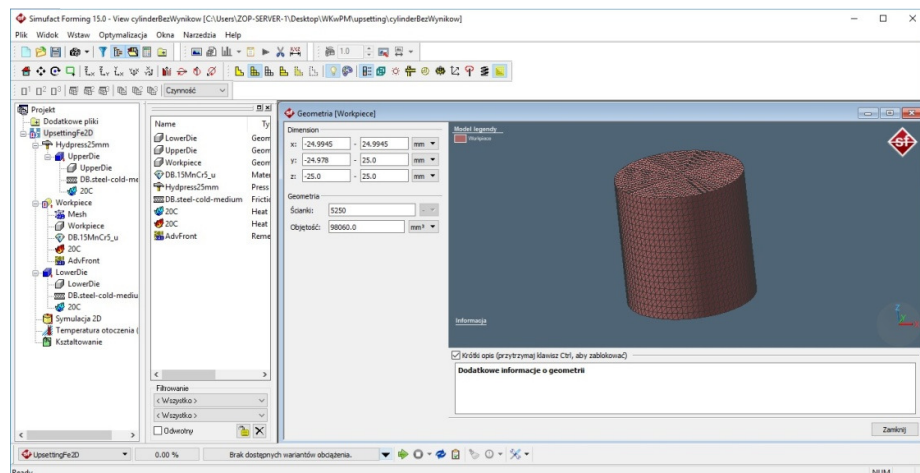


Rys. Górne kowadło



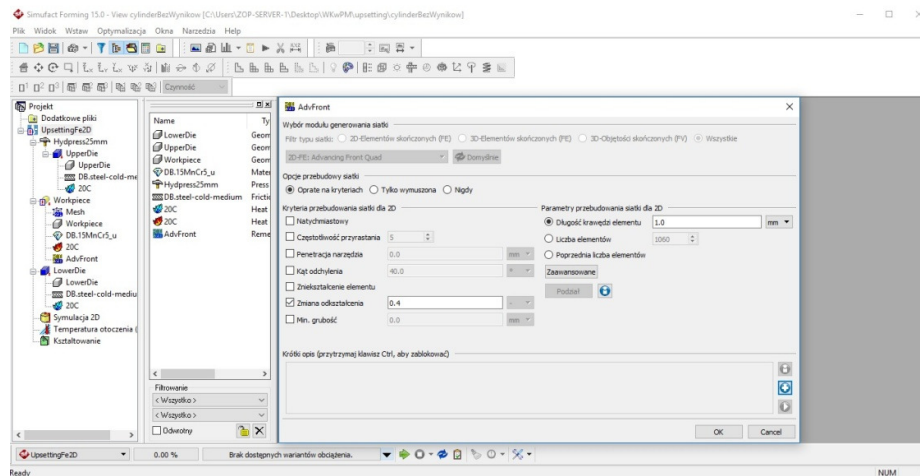
Rys. Dolne kowadło

Trzeba jeszcze zdefiniować geometrię i wymiary próbki, która będzie spęczana. Ma to być walec o określonych wymiarach. Tę charakterystykę próbki przedstawiono na rys. Próbka



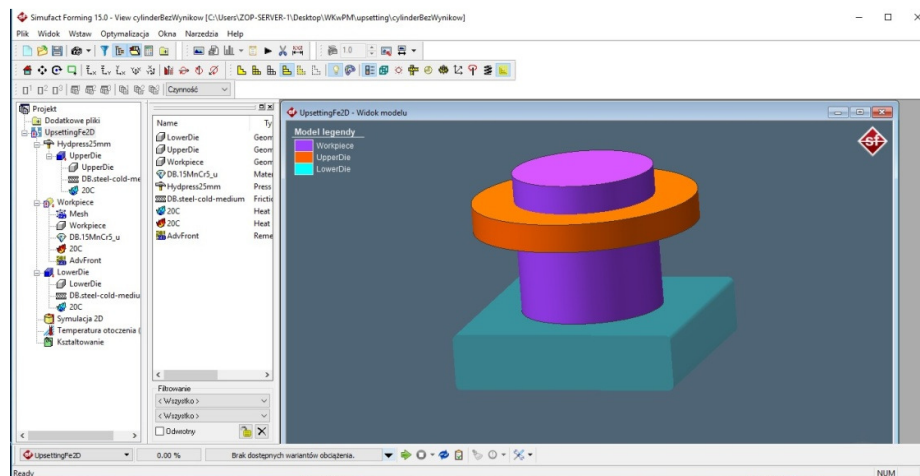
Rys. Próbka

Elementy geometryczne zostały już pokryte siatką elementów skończonych. Kowadła będą traktowane jako ciała sztywne, więc nie ulegną odkształceniu. Próbka oczywiście jest podatna na odkształcenia, będzie odkształcona. Siatkę na próbce wykonano za pomocą poleceń pokazanych na rys. Siatka.



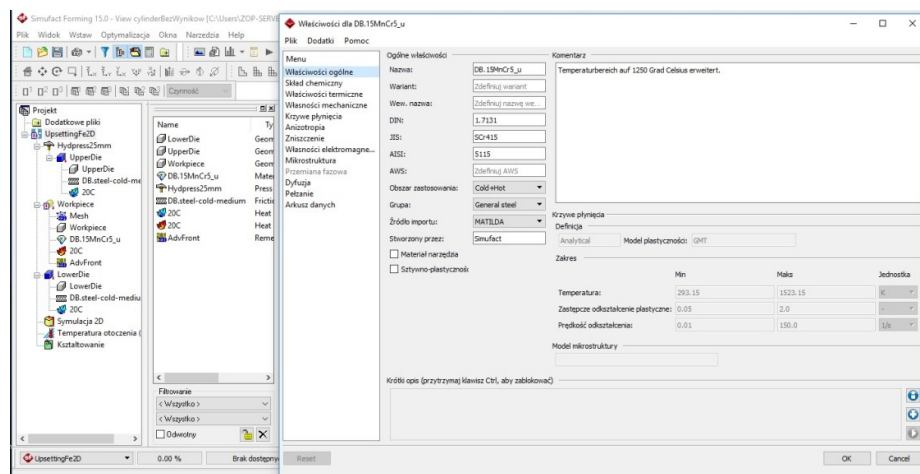
Rys. Siatka

Po zdefiniowaniu geometrii układu przedstawiono zagadnienie na rysunku Układ kowadeł i próbki.



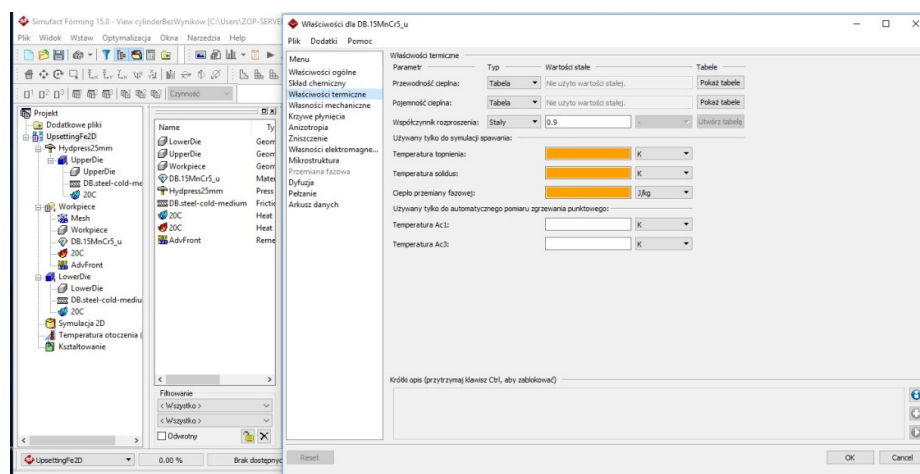
Rys. Układ kowadeł i próbki

Następny krok do zdefiniowania materiału, z którego wykonana jest próbka. W programie Simufact.forming dostępna jest biblioteka, dość bogata, zawierająca dane materiałowe materiałów wykorzystywanych w obróbce plastycznej. W rozwiązywanym zadaniu założono, że próbka wykonana jest ze stali, której charakterystykę przedstawiono na rysunku Materiał – ogólne dane (i następnych). Komentarz do rys. Materiał – ogólne dane jest zbędny, wszystkie niezbędne dane są opisane czytelnie w języku polskim. Producent programu deklaruje tłumaczenie programu na język polski, ale tłumaczenie nie jest wykonane dla wszystkich wyświetlanych informacji.

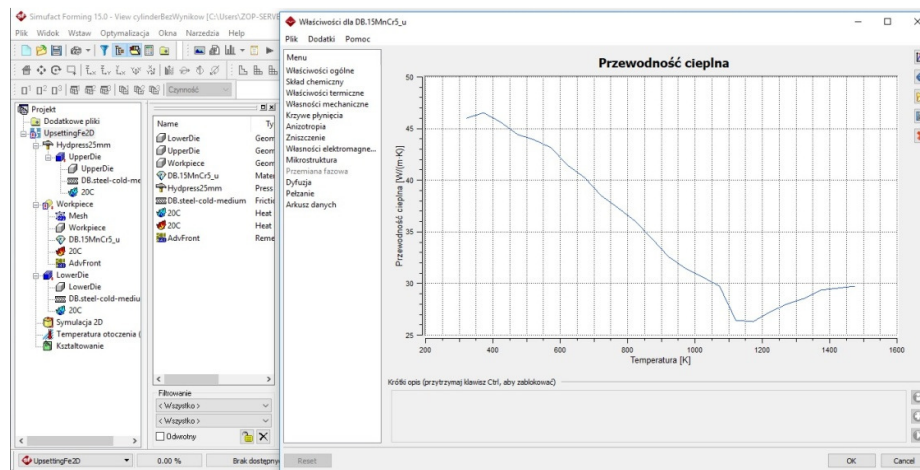


Rys. Materiał – ogólne dane

Dla materiału zdefiniowane są parametry związane w przewodnictwem ciepła (rys. Materiał – przewodnictwo ciepła). Zdefiniowano współczynnik rozproszenia jako wielkość stałą oraz pojemność cieplną oraz współczynnik przewodzenia ciepła zależne od temperatury (rys. Materiał – współczynnik przewodzenia ciepła).

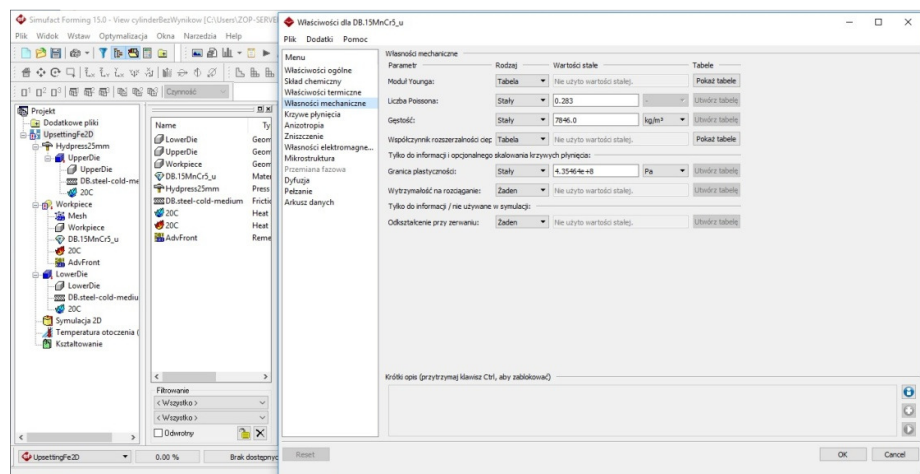


Rys. Materiał – przewodnictwo ciepła



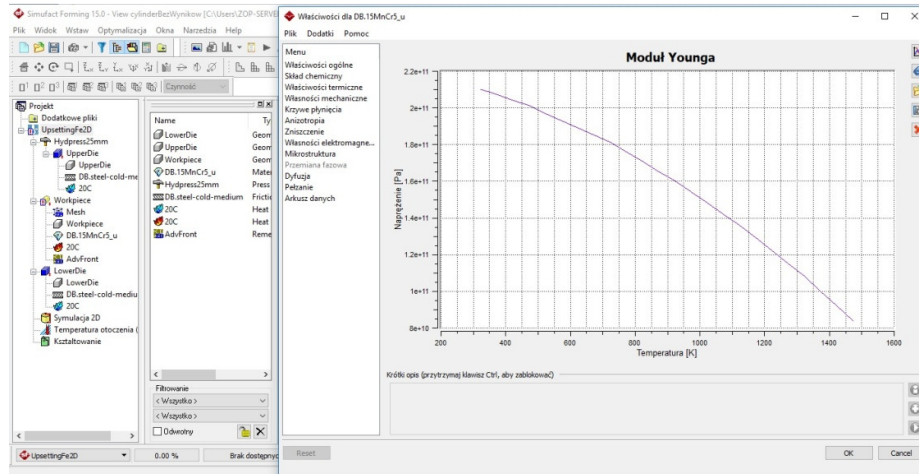
Rys. Materiał – współczynnik przewodzenia ciepła

Właściwości mechaniczne materiału przedstawiono na rysunku Materiał – właściwości mechaniczne.



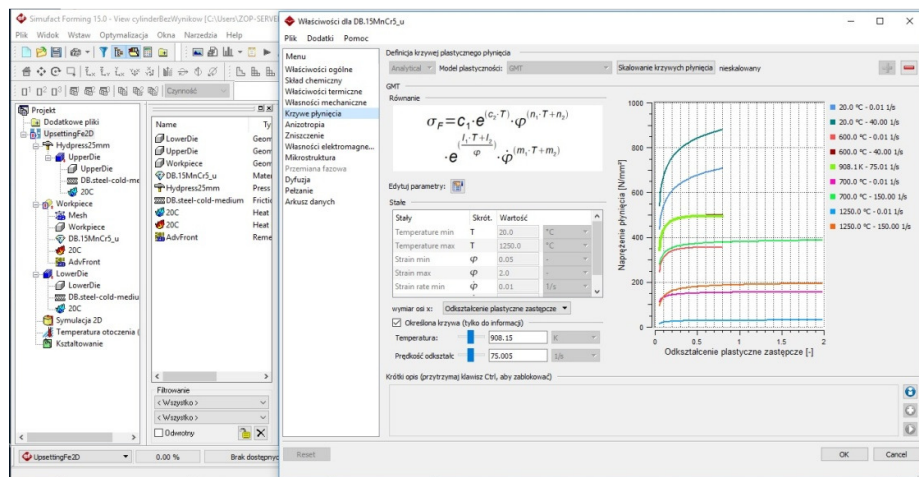
Rys. Materiał – właściwości mechaniczne.

Można zauważyć, że niektórym charakterystykom nadano stałe wartości, a niektóre są określone jako funkcje np. temperatury (rys. Materiał – moduł Younga)



Rys. Materiał – moduł Younga

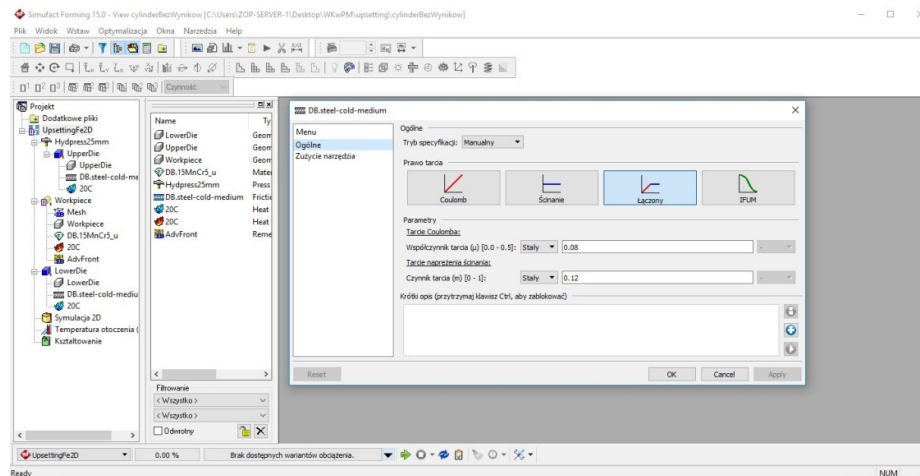
Ważne jest zdefiniowanie wielkości dotyczących odkształceń plastycznych. Na rys. Materiał – właściwości mechaniczne podana jest wartość granicy plastyczności. Krzywe umocnienia przedstawiono na rys. Materiał – krzywe umocnienia (prezentacja w programie jest w formie wykresu, ale dane zgromadzone są w formie tabeli, wartość naprężenia dla konkretnej wartości odkształcenia jest obliczana na podstawie podanych danych i funkcji, nie odczytuje się jej z wykresów).



Rys. Materiał – krzywe umocnienia

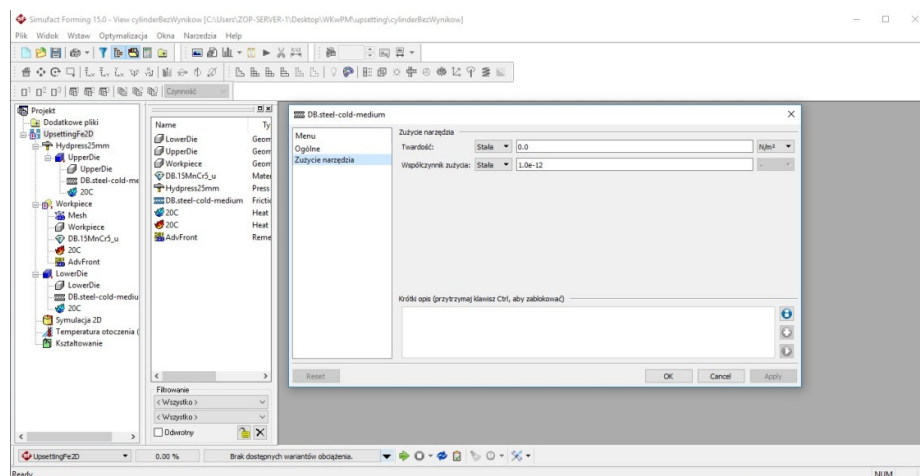
Dane dotyczące charakterystyk próbki oraz geometria narzędzi są już wprowadzone. W następnym kroku trzeba zdefiniować warunki styku narzędzi i elementów obrabianego. Określa się je za pomocą siły tarcia. W omawianym zagadnieniu przyjęto tarcie złożone z dwóch modeli:

- tarcie Coulomba, określane za pomocą współczynnika μ
 - tarcie płynięcia plastycznego, związanego z naprężeniami ścinającymi, z parametrem m .
- Sposób określania modelu tarcia przedstawiono na rysunku Tarcie



Rys. Tarcie

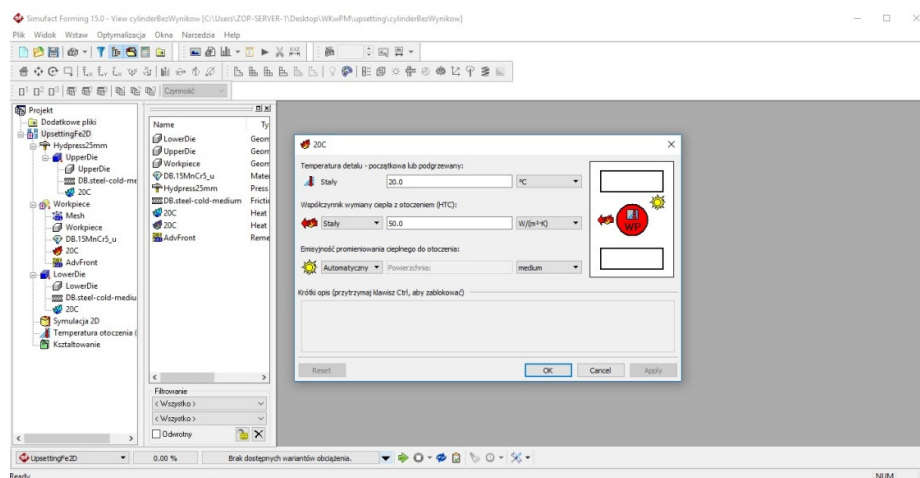
W programie jest dostępna opcja zdefiniowania zużycia narzędzi jako jeszcze jednego źródła siły tarcia (rys. Zużycie narzędzi).



Rys. Zużycie narzędzi

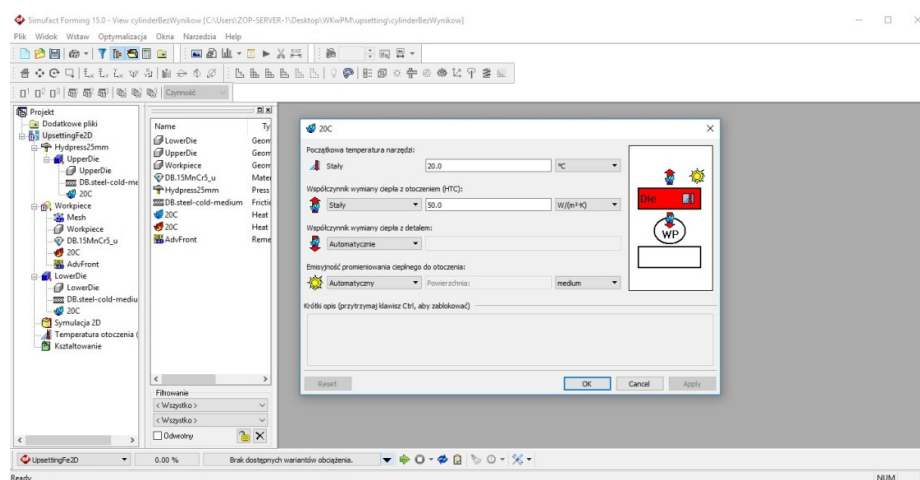
Należy jeszcze zdefiniować temperaturę otoczenia, narzędzi oraz elementu obrabianego (próbki).

Spéczenie ma zostać przeprowadzone na zimno, więc temperaturę próbki ustala się na temperaturę otoczenia (rys. Temperatura próbki).



Rys. Temperatura próbki.

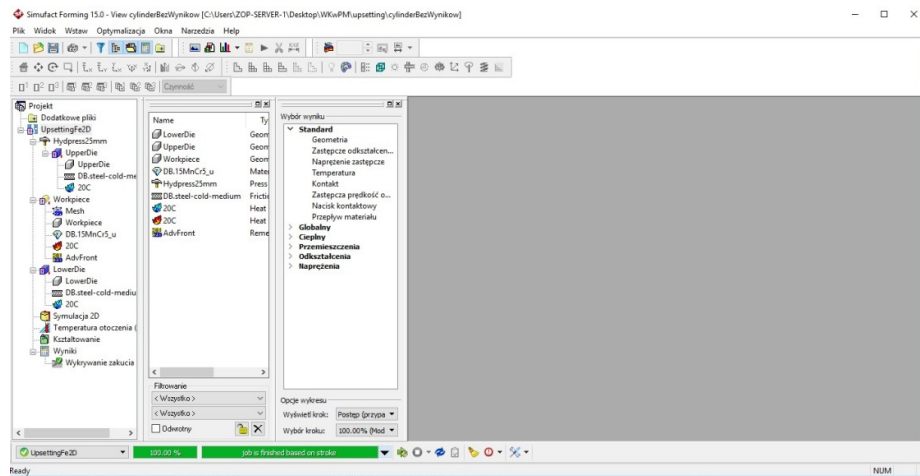
Należy określić także temperaturę narzędzi i otoczenia (rys. Temperatura otoczenia).



Rys. Temperatura otoczenia.

Proces został zdefiniowany. Można przystąpić do liczenia. Po dokonaniu obliczeń wyniki można prześledzić w postaci wykresów. Można też przeprowadzić analizę poobliczeniową, która polega na przeliczaniu otrzymanych rezultatów i obliczaniu żądanych wielkości.

Wielkości, które można prześledzić w ramach analizy poobliczeniowej wyświetlone są w drugim oknie po lewej, pod menu głównym. Okno to można otworzyć po dokonaniu obliczeń (rys. Wyniki).



Rys. Wyniki

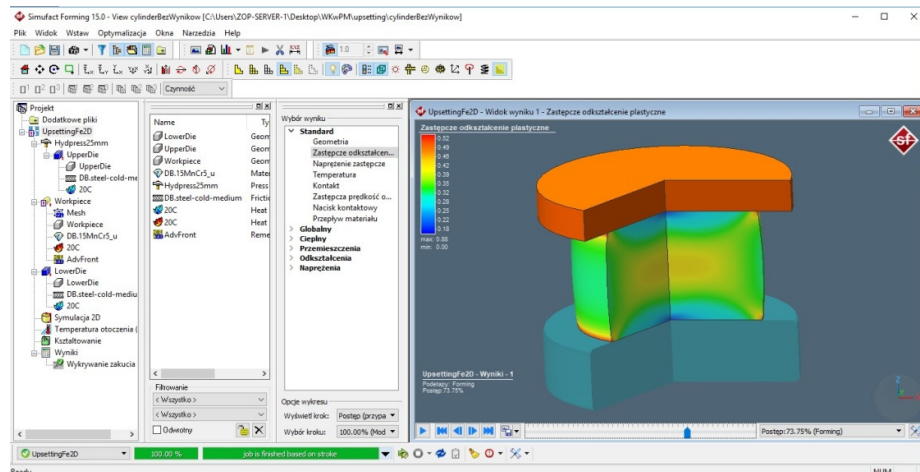
Proces rozważany w zadaniu jest zmienny w czasie, Wyniki można, więc, zaprezentować w formie animacji. Jednak w poniższym opracowaniu nie można wkleić filmów. Zostaną zamieszczone wykresy pożądaných wielkości, przygotowane w chwili 73.75 % czasu trwania całego procesu.

Wielkości, które są kluczowe z punktu widzenia obróbki plastycznej to;

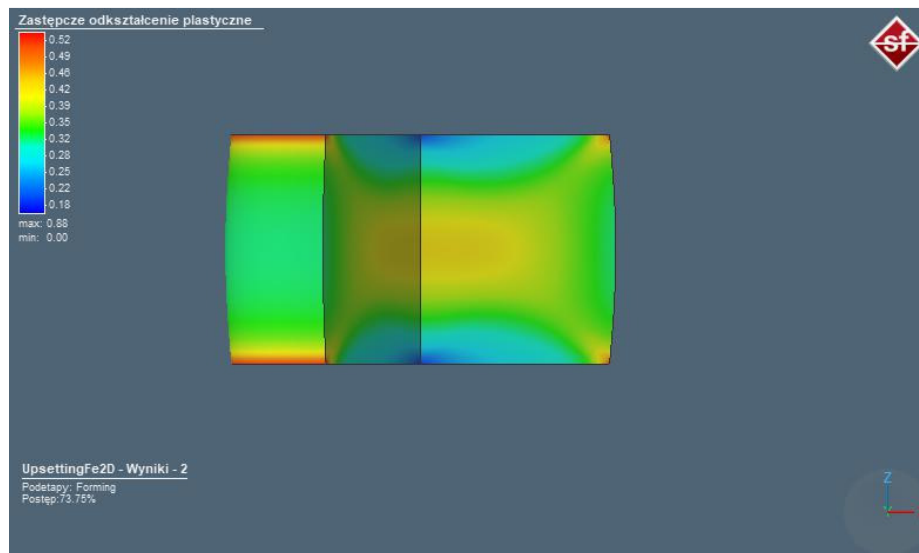
- zastępcze odkształcenie (rys. Odkształcanie zastępcze, animacja EffectiveStrain.avi)
- zastępcze naprężenia (rys. Naprężenie zastępcze, animacja EffectvieStress.avi)
- płynięcie materiału

Wielkości powyższe wyznacza się na podstawie hipotezy Hubera (von Misesa)

(a)



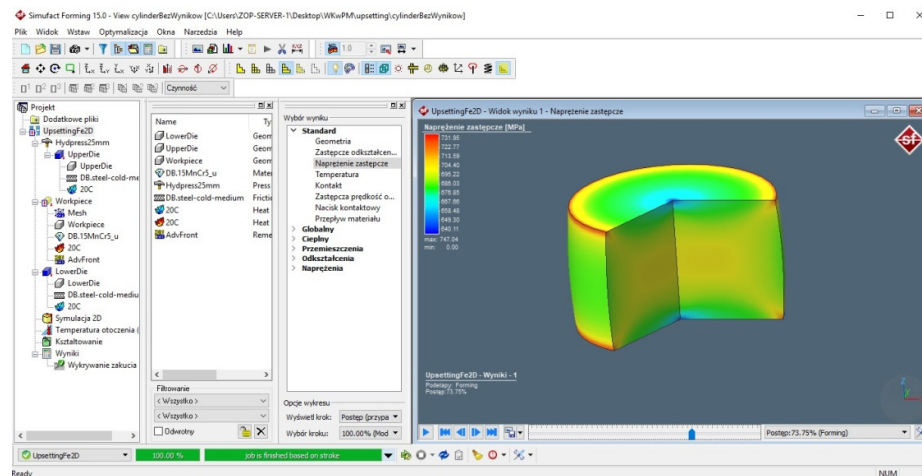
(b)



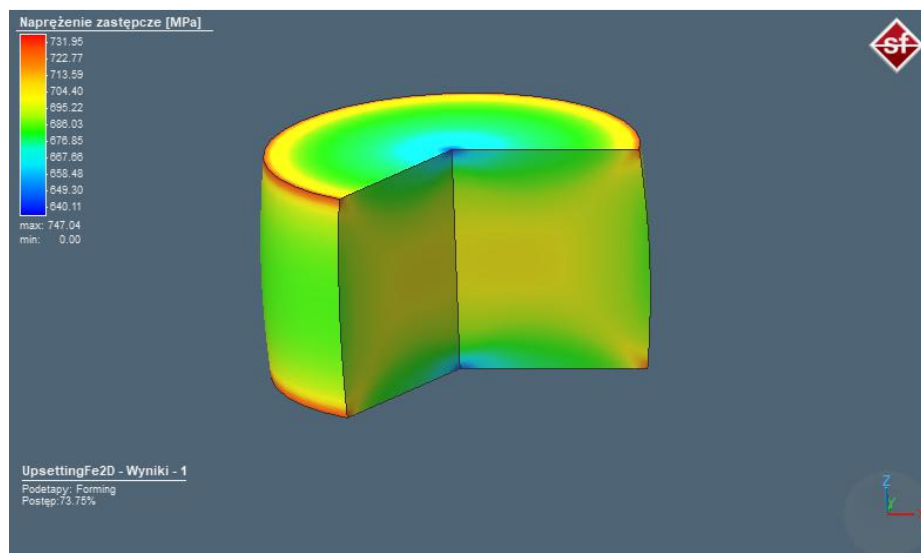
Rys. Odkształcenie zastępcze (a) widok w programie, (b) wycięty wykres odkształceń

Z legendy można odczytać, że w chwili czasowej, dla których wykonano wykres odkształcenia zastępcze mieściły się w zakresie $[0.18, 0.52]$. Natomiast, w przebiegu całego procesu maksymalna wielkość odkształcenia zastępczego wynosiła 0.88, minimalna 0.00.

(a)



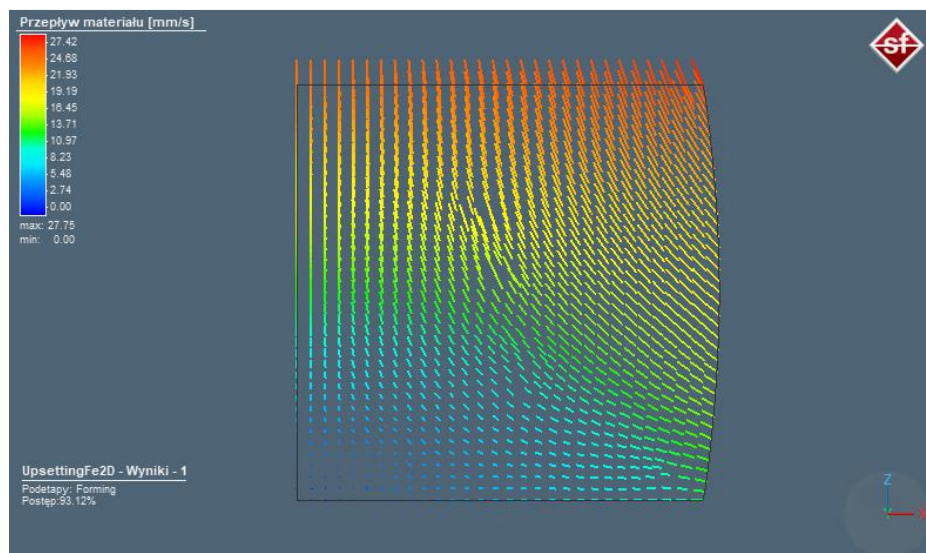
(b)



Rys. Napężenia zastępcze (a) widok w programie, (b) wycięty wykres naprężeń

Z legendy można odczytać, że w chwili czasowej, dla których wykonano wykres, napężenia zastępcze mieściły się w zakresie $[640.11, 731.95]$. Natomiast, w przebiegu całego procesu maksymalna wielkości odkształcenia zastępczego wynosiła 747.04, minimalna 0.00.

W ramach analizy poobliczeniowej można wykreślić także wektory prędkości płynięcia materiału. Rys. Prędkość płynięcia przedstawiono wektory prędkości występujące w chwili 73.75 % czasu całego procesu. Warto zauważyć, że na kowadło dolnym przy osi walca prędkości są równe zero. Im bliżej krawędzi zewnętrznej prędkości rosną i są wektorami równoległymi do powierzchni dolnej walca (kowadła dolnego). Natomiast na styku walca z kowadłem górnym prędkości są co najmniej wielkości prędkości poruszania się kowadła górnego. Przy osi walca prędkości te są pionowe (wektory prędkości mają składowe pionowe równe zero). Natomiast przy krawędzi zewnętrznej wektory prędkości mają dwie składowe (pionową i poziomą) różne od zera, więc wektory nie są równoległe ani do kierunku pionowego, ani do poziomego.



Rys. Prędkości płynięcia materiału

Analiza poobliczeniowa może obejmować analizę wielu innych parametrów.
Jednak prezentacja w tym zadaniu zostanie zakończona na powyższych przykładach.

Zadania do samodzielnego rozwiązania. W poniższych zadaniach pojawiają się parametry c_1 , c_2 , c_3 . Są to cyfry za numeru albumu studentki/studenta. c_1 jest ostatnią cyfrą w numerze albumu, c_2 przedostatnią, c_3 – trzecią od końca cyfrą.

Dwa pierwsze zadania wymagają powtórzenia wiadomości z wykładu z Obróbki Plastycznej, z 2 semestru (materiały są na stronie anita.uscilowska.wixsite.com/universty w Zakładce: For Students, Obróbka Plastyczna, Wykład 1, 2, 3.

Zadanie 3 jest przygotowane w oparciu o symulacje wykonane w programie Simufact.forming. Ponieważ Państwo nie mają dostępu do licencjonowanego oprogramowania, symulacje zostały wykonane bez Państwa udziału. Zadanie 3 polega na przeprowadzeniu analizy otrzymanych wyników (symulacji)

Odpowiedzi rozwiązanych zadań należy przesłać do mnie na adres: anita.uscilowska@put.poznan.pl do 10 czerwca br. do godz. 23.59.

Formularz odpowiedzi znajduje się na końcu tego pliku (przesłać należy tylko wypełniony formularz, bez dodatkowych informacji).

zad. 1. Stan naprężenia w wybranym punkcie ciała określony jest tensorem:

$$\sigma = \begin{bmatrix} 100 & 150 - c_1 & 75 \\ 150 - c_1 & 20 & -50 \\ 75 & -50 & 75 + c_2 \end{bmatrix} [\text{MPa}]$$

Stosując hipotezę Hubera oszacować czy punkt jest w stanie plastycznym, czy sprężystym, jeżeli granica plastyczności materiału wynosi $\sigma_p^0 = 200 \text{ MPa}$.

zad. 2. W wybranym punkcie materiału stan naprężenia określony jest stanem naprężeń głównych:

$$\sigma_1 = (250 + c_1) \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = (100 - c_2) \text{ MPa}$$

$$\sigma_3 = -200 \text{ MPa}$$

Stosując hipotezę Hubera oszacować czy punkt jest w stanie plastycznym, czy sprężystym, jeżeli granica plastyczności materiału wynosi $\sigma_p^0 = 390 \text{ MPa}$.

zad. 3. Wykonano symulacje spęczania walca ma średnicę 50 mm i wysokość 50 mm.

Spęczanie zrealizowano na prasie hydraulicznej. Dolne kowadło jest nieruchome, na nim spoczywa próbka. Górne wahadło porusza się w dół z prędkością 25 mm/s. Materiał, z którego wykonano próbkę jest taki sam jak w przykładzie prezentowanym powyżej. Również warunki określające temperaturę próbki, otoczenia i narzędzi są takie same jak w powyższym przykładzie. Parametrem, którego wpływ na przebieg procesu badano były współczynniki tarcia:

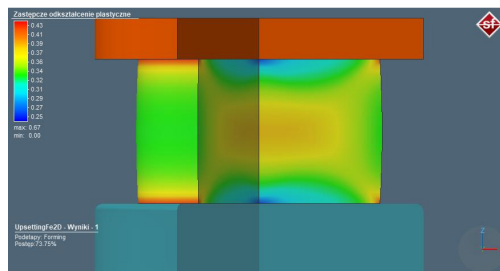
- I. tarcie Coulomba, współczynnik $\mu=0.04$, tarcie płynięcia plastycznego, parametr $m = 0.06$
– na dolnym i górnym kowadło
- II. tarcie Coulomba, współczynnik $\mu=0.08$, tarcie płynięcia plastycznego, parametr $m = 0.12$
– na dolnym kowadło

tarcie Coulomba, współczynnik $\mu=0.04$, tarcie płynięcia plastycznego, parametr $m = 0.06$ – na górnym kowadlu

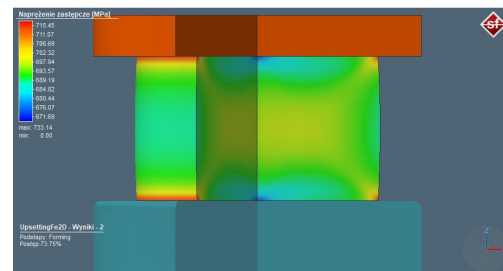
III. tarcie Coulomba, współczynnik $\mu=0.16$, tarcie płynięcia plastycznego, parametr $m = 0.24$ – na dolnym i górnym kowadlu

Symulacje uzyskane dla powyższych danych przedstawiono za pomocą wykresów wykonanych w chwili 73.75 % czasu całego procesu. Na legendach wykresów zamieszczone są zakresy zmiany wartości wykreslanej wielkości w danej chwili oraz pojawiające w czasie trwania całego procesu.

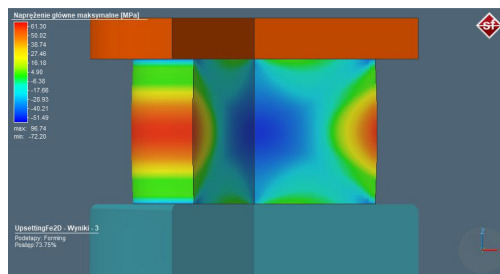
a.



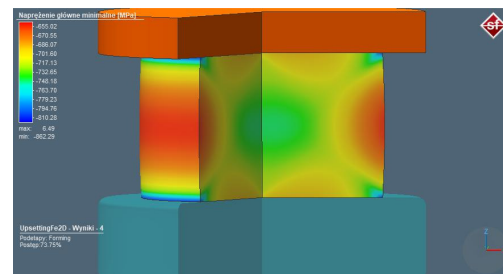
b.



c.

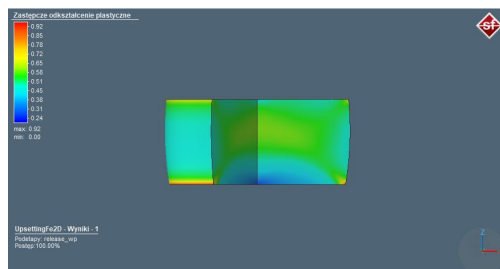


d.

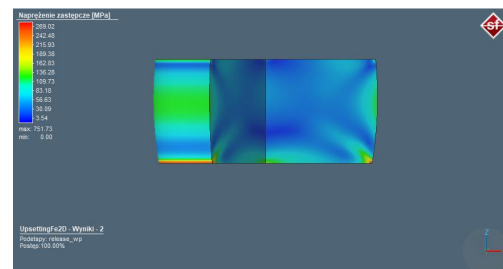


Rys. Wariant I: górne kowadło $\mu=0.04$, $m = 0.06$, dolne kowadło $\mu=0.08$, $m = 0.12$ a. Odkształcenie zastępcze, b. Naprężenia zastępcze, c. Maksymalne naprężenie główne, d. Minimalne naprężenie główne.

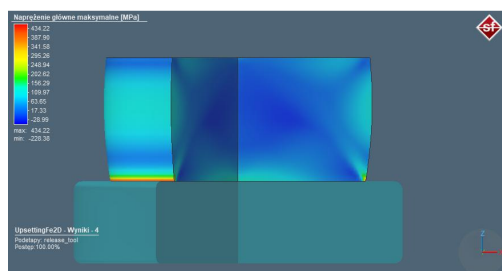
a.



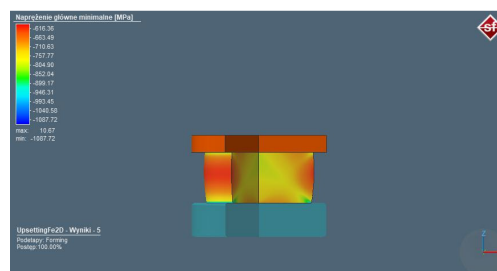
b.



c.

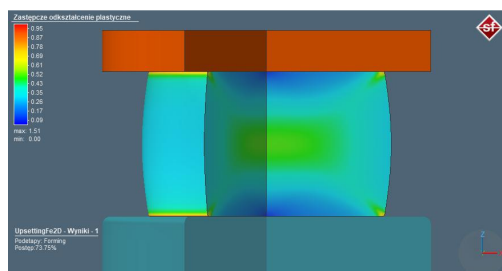


d.

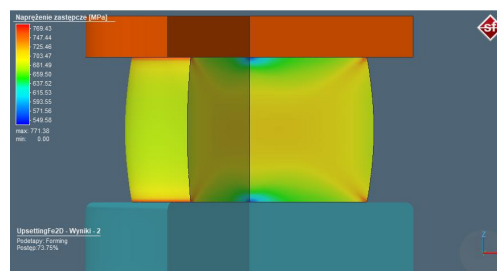


Rys. Wariant II: $\mu=0.04$, $m = 0.06$ a. Odształcenie zastępcze, b. Naprężenia zastępcze, c. Maksymalne naprężenie główne, d. Minimalne naprężenie główne.

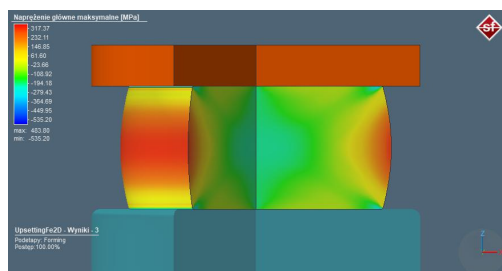
a.



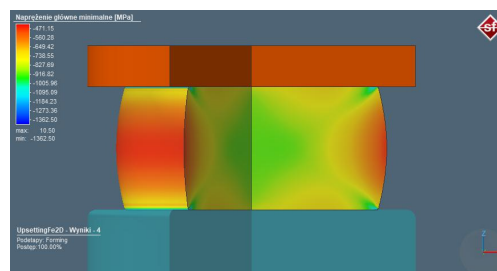
b.



c.



d.



Rys. Wariant III: $\mu=0.16$, $m = 0.24$, a. Odształcenie zastępcze, b. Naprężenia zastępcze, c. Maksymalne naprężenie główne, d. Minimalne naprężenie główne.

Przeprowadzić analizę otrzymanych symulacji dla trzech wariantów zastosowanego tarcia. Określić wpływ wielkości tarcia na przebieg procesu – odkształcenie walca, występujący stan naprężeń.

Formularz odpowiedzi

Wspomaganie Komputerowe w Przetwarzaniu Materiałów – Obróbka Plastyczna
Wspomaganie Komputerowe w Technologii Materiałów – Obróbka Plastyczna

Imię i nazwisko Studentki/Studenta

numer albumu Studentki/Studenta

Zadanie 1.

Naprężenie zastępcze:

wniosek:

Zadanie 2.

Naprężenie zastępcze:

wniosek:

Zadanie 3.

Wnioski:

.....

.....

.....

.....