

Analiza badań osłony filtra samochodowego

1. Cel badań

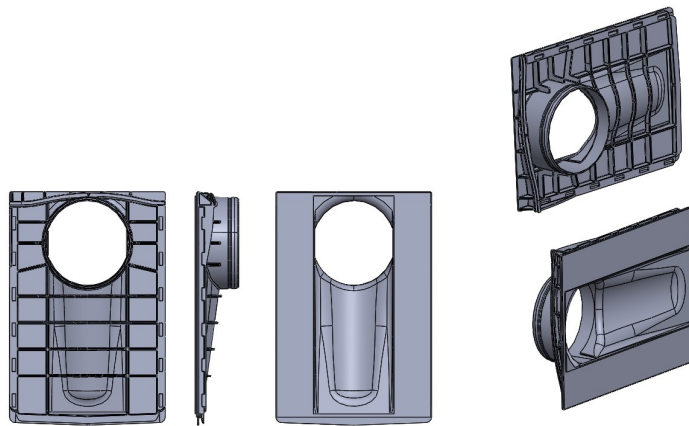
- przeprowadzenie symulacji wtrysku ze szczególnym uwzględnieniem uzyskania minimalnej masy wypraski, przy uniknięciu problemów z wypełnieniem gniazda
- optymalizacja systemu chłodzenia formy tak, by zminimalizować ryzyko odkształceń gotowego detalu, uzyskanie wyprasek, które będą możliwie łatwo uwalniane z formy podczas rozformowania

2. Proces optymalizacji

2.1 Obiekt badań

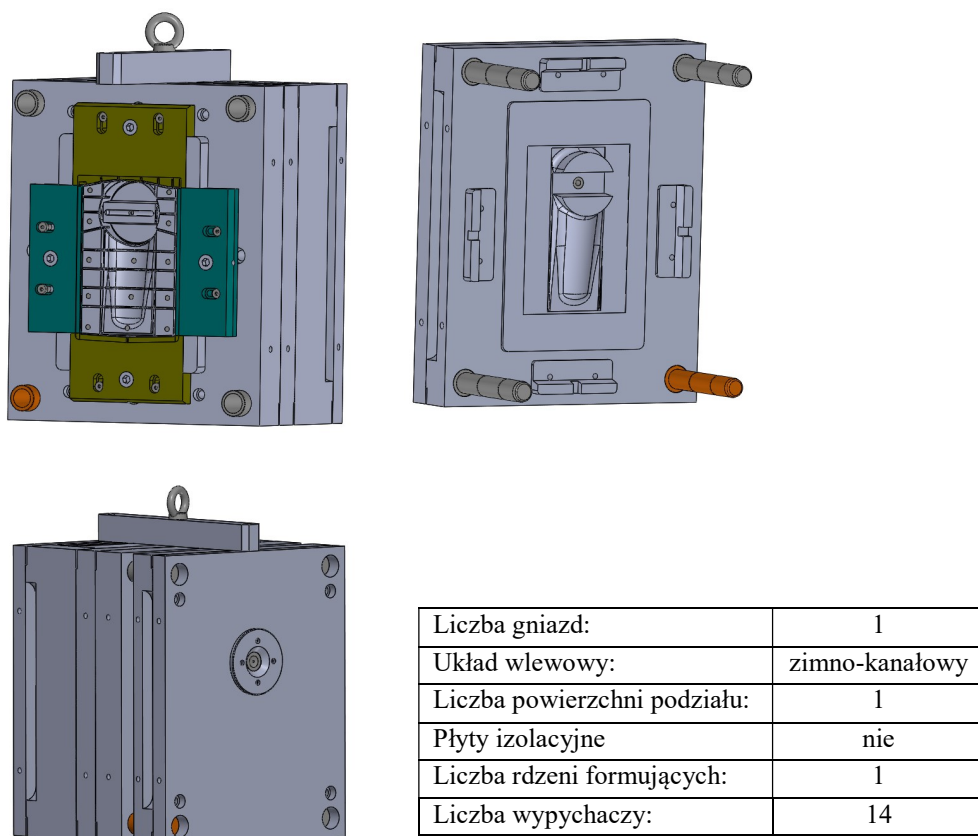
Na rys.1 przedstawiono wypraskę oraz jej podstawowe parametry. Obiekt jest wykorzystywany do produkcji filtrów samochodowych jako osłona filtra. Od strony technologicznej wypraska charakteryzuje się prostą budową geometryczną (jedna powierzchnia podziału formy) oraz dość intensywnym uźebrowaniem wymagającym zastosowania 14 wypychaczy, 4 suwaki oraz 1 rdzeń formujący.

Obiekt badań to jednogniazdowa forma wtryskowa o wymiarach gabarytowych 546x446x441 mm (rys.2). Materiałem wtryskiwanym jest PP (Hostacom X M2 U34) o temperaturze 245°C. Temperaturę formy ustalono na poziomie 20-35°C, natomiast ciśnienie maksymalne wtrysku to 80 MPa.



Wymiary (mm):	183x266x51
Średnia grubość ścianki (mm):	2,4
Materiał:	PP
Temperatura formy (°C):	35
Temperatura tworzywa (°C):	245

Rys.1. Wypraska, dla której podjęto się optymalizacji układu chłodzenia.



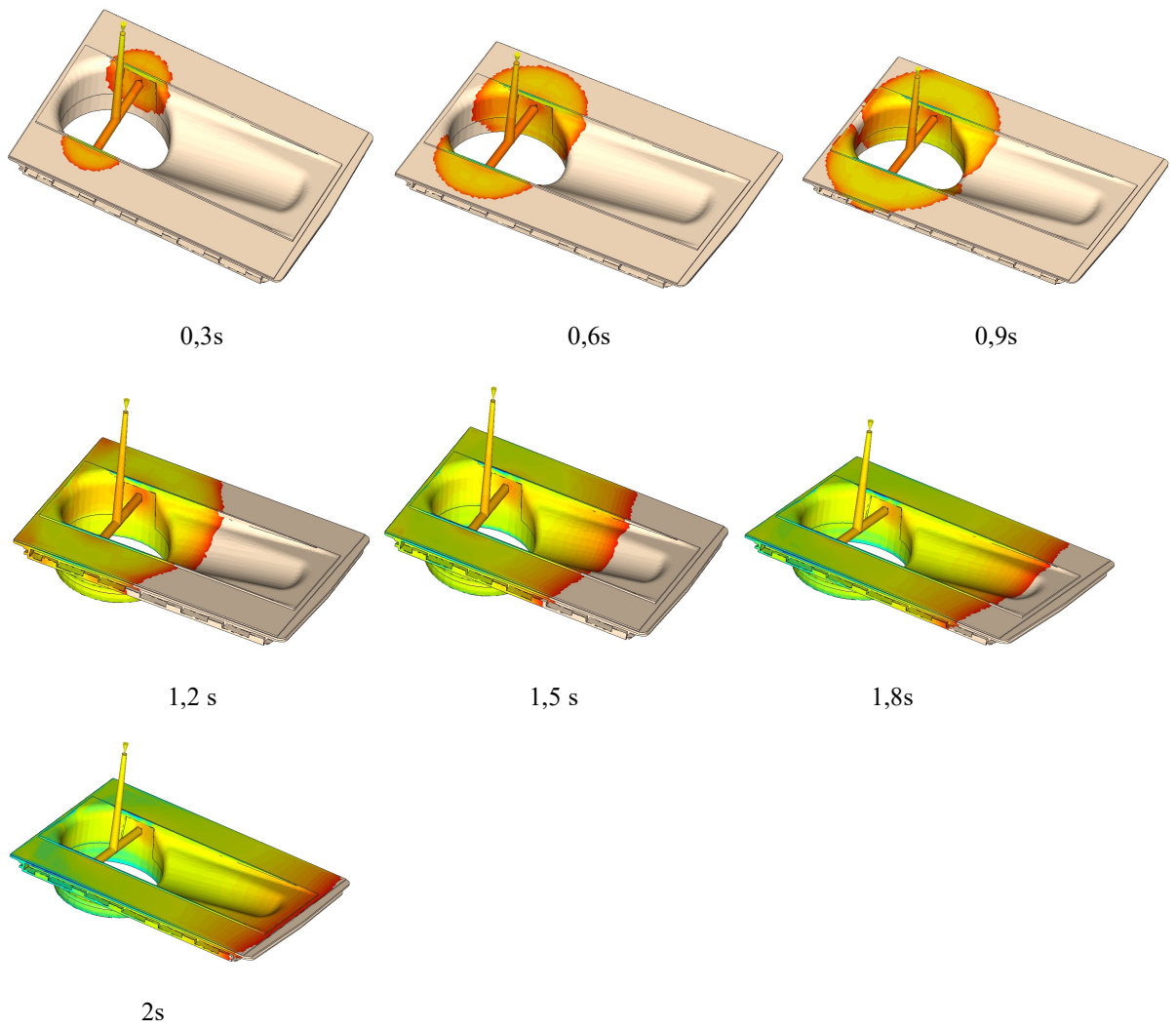
Rys.2. Optymalizowana forma wtryskowa

2.2 Wstępny proces wtrysku

Symulację wykonano za pomocą programu Cadmould 3D-F Simulation i rozpoczęto od wstępnego procesu wtrysku, na podstawie którego zaobserwować można kierunki płynięcia tworzywa, linie łączenia oraz przewidywane spadki temperatury i ciśnienia (rys. 3,4).

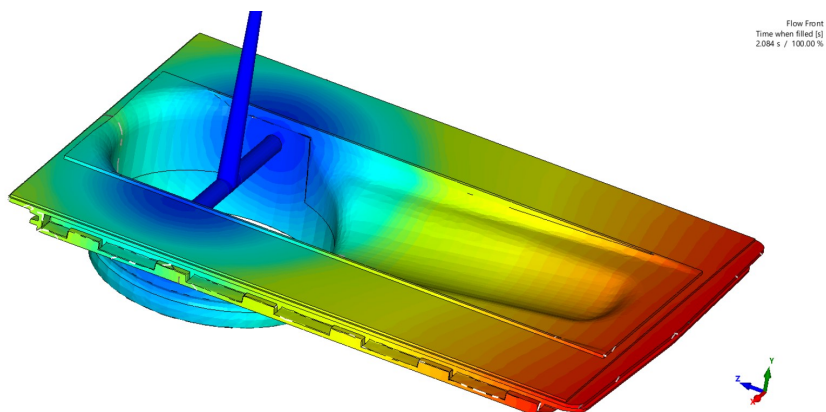
Linie łączenia są jedną z najczęściej pojawiających się wad podczas procesu wtrysku. Wpływają one nie tylko na właściwości estetyczne wypraski, ale i na jej parametry techniczne. Obok naprężeń wewnętrznych są one głównym powodem pęknięcia wyprasek podczas procesu montażu oraz w okresie ich użytkowania. Faktem jest, że nie ma możliwości wyeliminowania linii łączenia, jednakże podczas etapu konstrukcji formy w dużym stopniu można wpłynąć na warunki, w jakich one się kształtują. Miejsce powstawania linii łączenia powinny w dużym stopniu determinować budowę układu chłodzenia w szczególności wtedy, gdy pojawia się tam spadek ciśnienia. Spadkowi ciśnienia zwykle towarzyszy spadek temperatury płynącego tworzywa, co powoduje, że trudno jest uzyskać poprawne połączenie zderzających się strug. W takich miejscach należy unikać intensywnego chłodzenia i umożliwić płynącym strugom utworzenie spoiny w całym przekroju wypraski.

Wstępna symulacja pozwoliła również wyznaczyć rozkład pól temperatury w momencie wypełnienia wnęki formującej (rys.4b). Można zauważyć, że różnice temperatury w poszczególnych miejscach sięgają nawet 75°C. W miejscu A jej wartość spadła o 60°C w stosunku do wartości wyjściowej ponieważ tworzywo przestało płynąć w tym obszarze. W miejscach B i C nastąpił wzrost do wartości 235°C, co jest wynikiem odpowiednio lokalnego pogrubienia ścianki (B) oraz wzrostu ciśnienia i tarcia tworzywa (C).

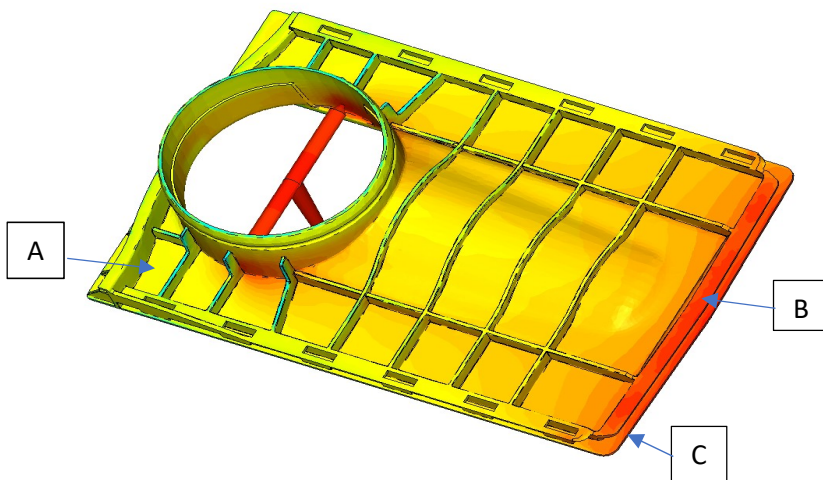


Rys. 3 Proces wypełniania gniazda w czasie

a)



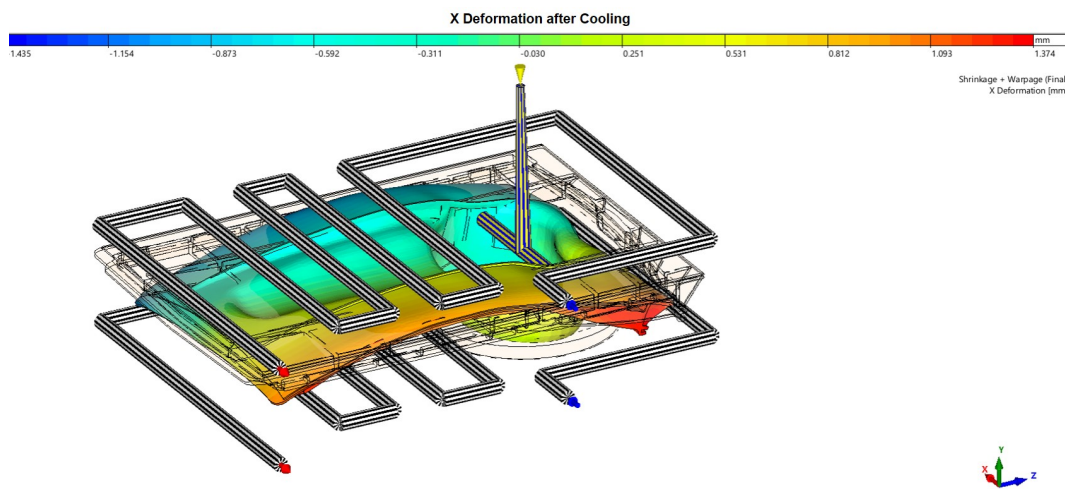
b)

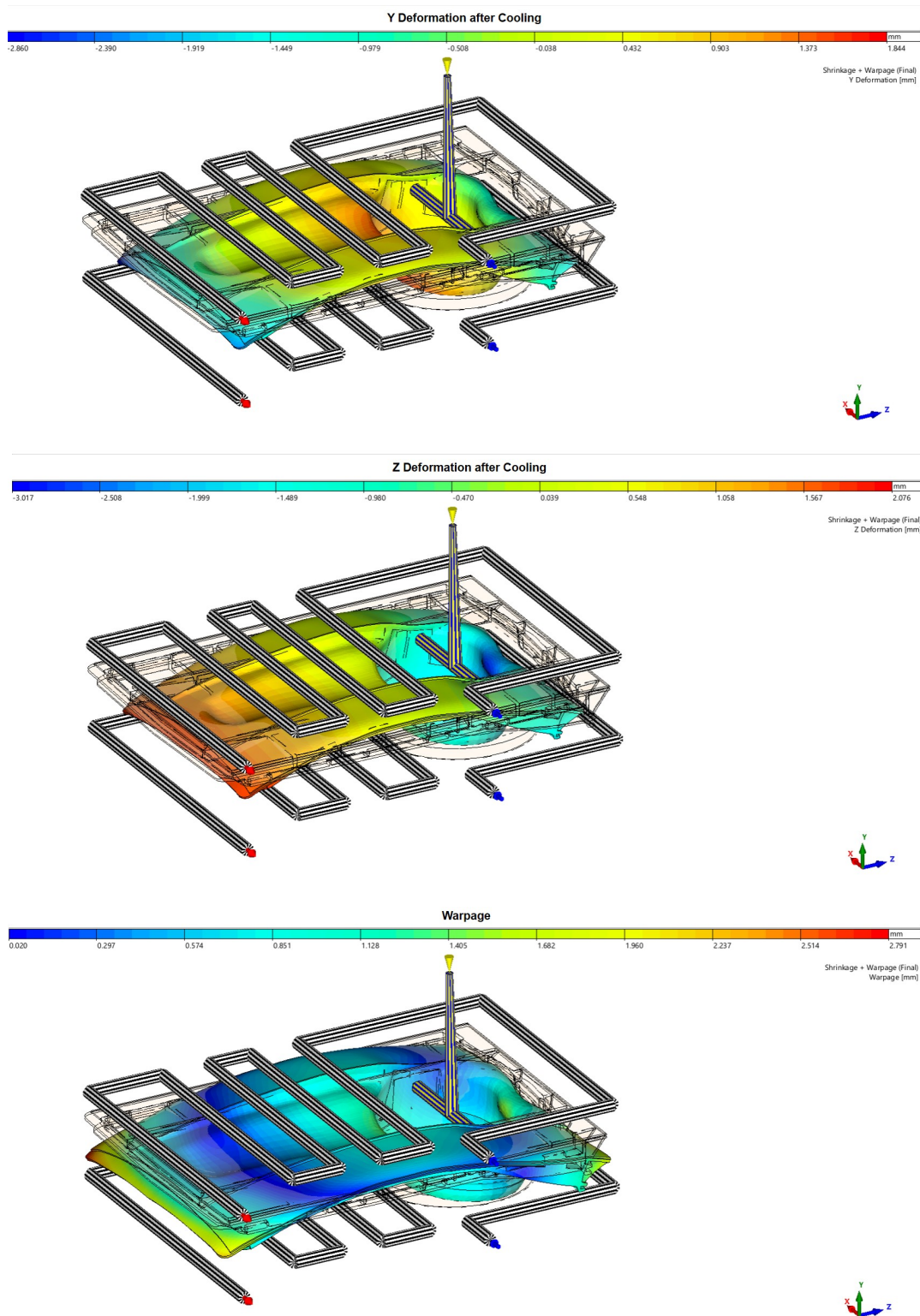


Rys.4. Wyniki wstępnej symulacji wypełnienia gniazda a) występowanie linii łączenia w wyprasce, b) rozkład temperatury w wyprasce

2.3 Równomierność procesu chłodzenia

O jakości układu decyduje nie tylko jego efektywność, ale i równomierność. Nierównomierne chłodzenie może doprowadzić do powstawania dużych naprężeń w wyprasce, które w efekcie objawiają się jej zniekształceniem lub nawet pęknięciem (rys.5).





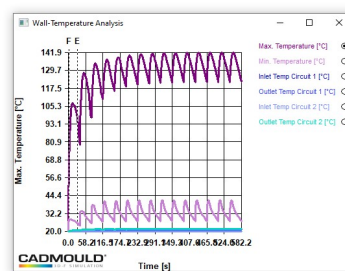
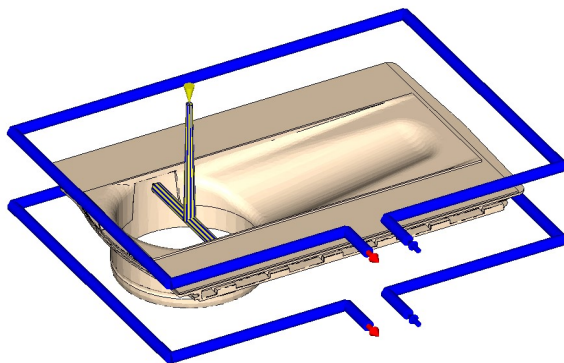
Rys.5. Kierunek i stopień odkształcenia w zależności od temperatury występującej w wyprasce

Na równomierność procesu chłodzenia wpływają bezpośrednio: średnica, kształt i rozmieszczenie kanałów chłodzących. Te z kolei w dużej mierze zależą od innych obszarów konstrukcji formy, jak m.in. liczba wypychaczy, liczba i kształt wkładek formujących, przebieg i rodzaj układu wlewowego, etc. W praktyce wielu konstruktorów w pierwszej kolejności skupia się na obszarze formującym, a dopiero na końcowym etapie uzupełnia

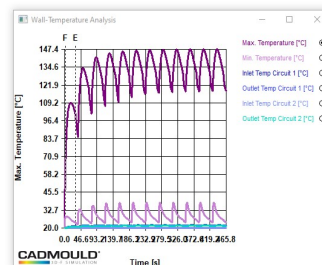
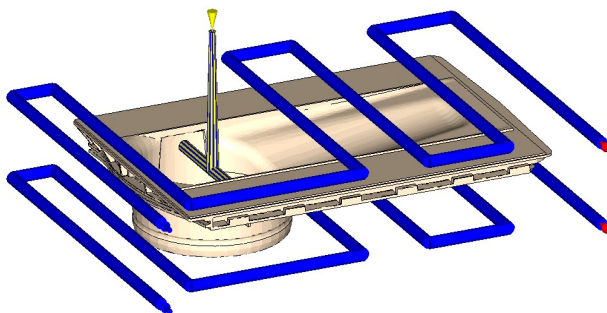
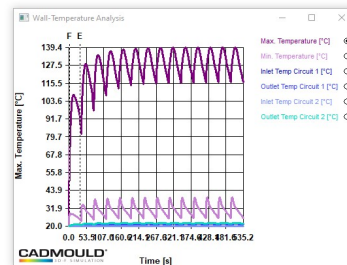
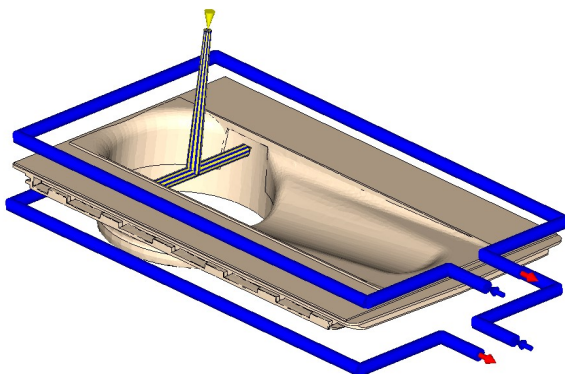
formę o układ chłodzenia. Takie działanie może bardzo niekorzystnie wpłynąć na jakość wypraski.

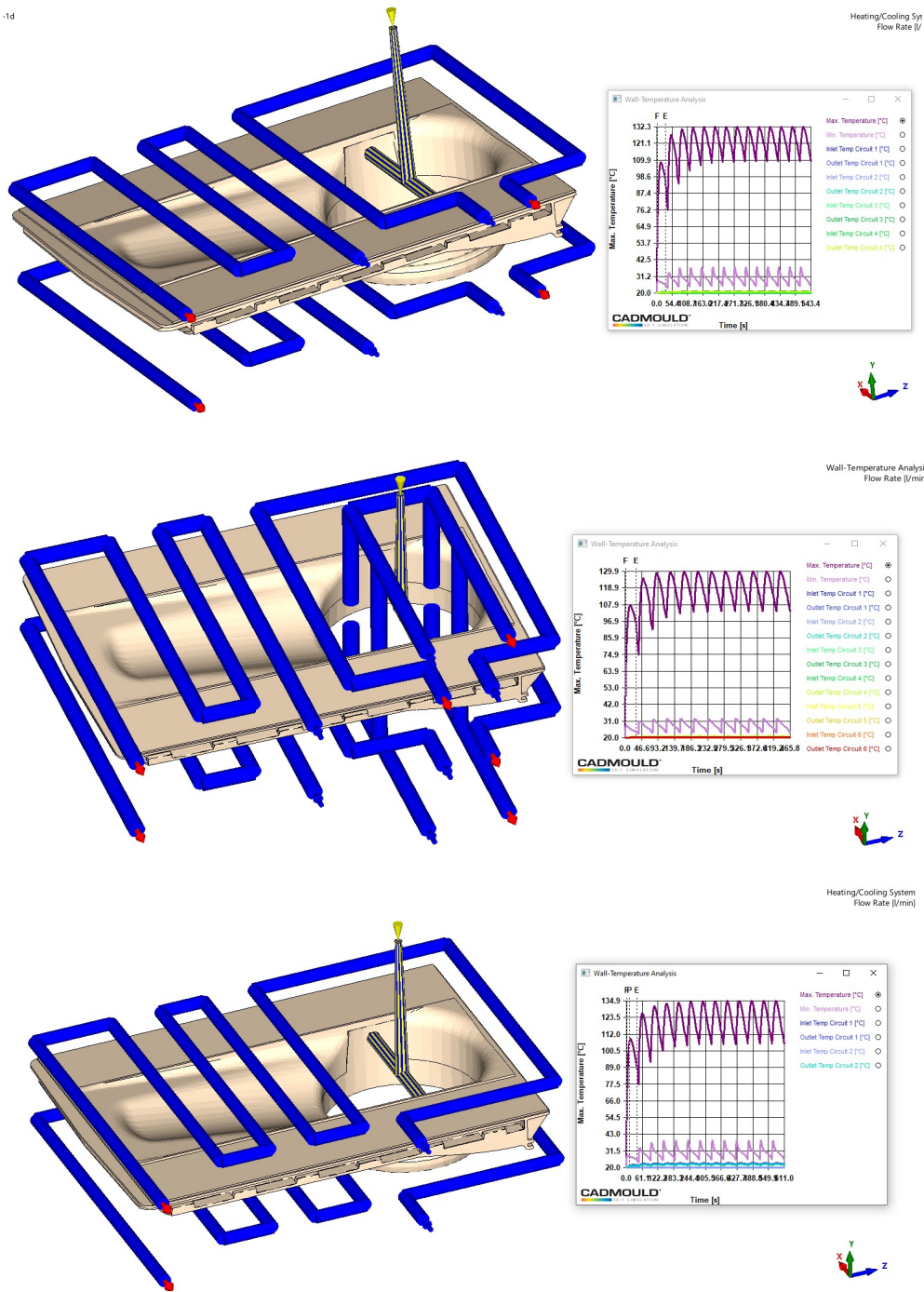
2.4 Konstrukcja układu chłodzenia

Podczas konstrukcji układu chłodzenia wzięto pod uwagę średnicę, liczbę i przebieg kanałów chłodzących, a także ich odległość od powierzchni formujących. W pierwszym etapie opracowano chłodzenie wkładu dla strony stemplowej z uwagi na występujące tam otwory pod wypychacze oraz suwaki i wkładki formujące a następnie dostosowano do niego obieg po stronie matrycowej. Przeprowadzono szereg symulacji, na podstawie których wyznaczono optymalny pod względem efektywności i równomierności układ chłodzenia. Na rys. 6 zaprezentowano wybrane przebiegi układu chłodzenia.



Heating/Cooling Syst
Flow Rate [l/m]





Rys.6. Wybrane układy chłodzenia poddane symulacji

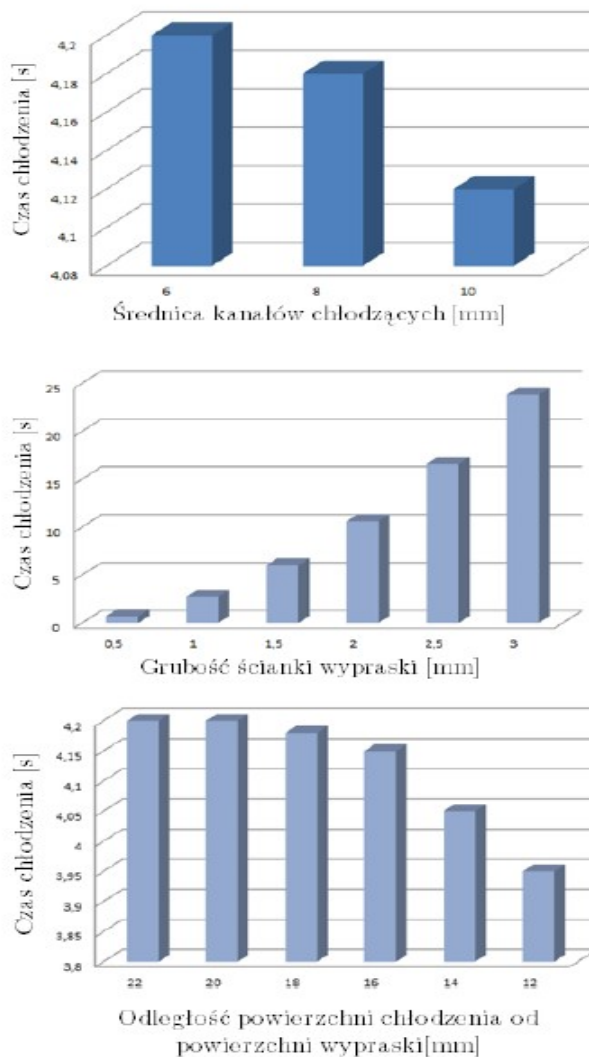
3. Wyniki i wnioski

Na rys. 7 przedstawiono wyniki przeprowadzonych badań symulacyjnych.

Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że:

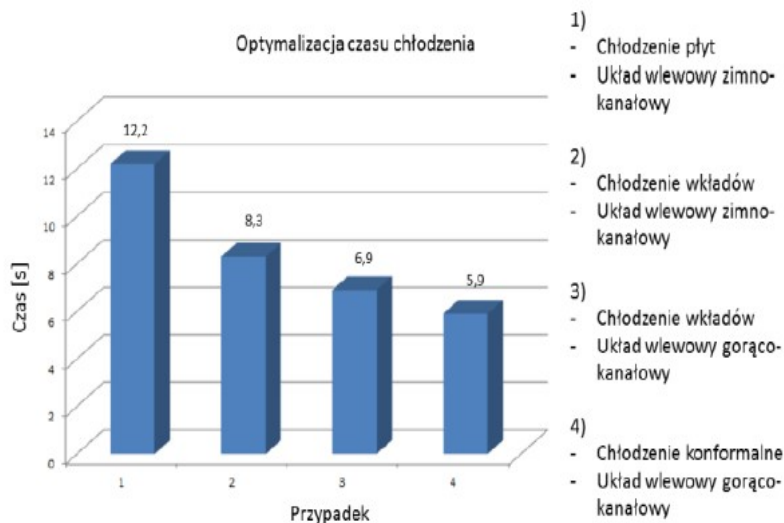
- zwiększenie średnicy kanałów chłodzących dla wyprasek małogabarytowych w niewielkim stopniu wpływa na szybkość chłodzenia i może w negatywny sposób wpłynąć na równomierność procesu,

- wzrost efektywności chłodzenia następuje wraz ze spadkiem odległości powierzchni chłodzenia od powierzchni formujących,
- w celu poprawy równomierności chłodzenia zalecane jest zwiększenie liczby kanałów chłodzących nawet kosztem spadku ich średnicy,
- przy rozpatrywaniu procesu wtrysku z układem zimno-kanałowym nie ma możliwości optymalizacji procesu chłodzenia (ochłodzenie układu wlewowego, który w tym przypadku jest dużym węzłem cieplnym zajmuje zbyt dużo czasu w porównaniu do procesu chłodzenia samej wypraski),
- jeżeli istnieje taka możliwość, wskazane jest zmniejszenie grubości ścian i żeber wypraski kosztem zwiększenia ich liczby w celu poprawy równomierności i efektywności chłodzenia



Rys. 7. Wyniki badań symulacyjnych

Na podstawie przedstawionych wniosków przeprowadzono symulacje weryfikacyjne, w których uwzględniono możliwość zastosowania układu wlewowego gorąco kanałowego. Wyniki przedstawiono na rys. 8.



Rys. 8. Wyniki symulacji weryfikacyjnych – efekt końcowy optymalizacji.

Podsumowując, można stwierdzić, że w celu osiągnięcia efektywnego i równomiernego procesu chłodzenia wypraski należy zaprojektować układ o dużej liczbie kanałów chłodzących rozmieszczonych w pobliżu powierzchni formujących kosztem ich średnicy. W przypadku wyprasek cienkościennych należy dążyć do zastosowania układu gorąco kanałowego w celu uniknięcia węzłów cieplnych, które stanowią zimne kanały wlewowe.