

ANALIZA NUMERYCZNA MES PROCESU WYTWARZANIA WYPRASKI Z UWZGLĘDNIENIEM PRZETWÓRCZYCH ODKSZTAŁCEN SKURCZOWYCH

stud. **Michał Bachan**, Koło Naukowe Solid Edge (KNSE), Wydział Mechaniczny,
Akademia Techniczno—Rolnicza (ATR) Bydgoszcz
mgr inż. **Grzegorz Kazimierczak**, GM System, Wrocław

**Opiekun Naukowy: Dr inż. Wojciech Śliwa, Wydział Mechaniczny,
Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy**

Streszczenie: W pracy przedstawiono wyniki analizy MES procesu wytwarzania wybranej wypraski. Przeprowadzono symulację numeryczną wtryskiwania uniwersalnych elementów szybkozłącznych, które stosować można m.in. do budowy ekranów dźwiękochłonnych, paneli podłogowych itd. Zastosowanym materiałem są odpady polimerowe. Wyniki analizy MES wtryskiwania polimeru umożliwiają prognozowanie wartości wybranych wielkości fizycznych procesu, w tym m.in.: czasu wypełniania gniazda formującego, spadku ciśnienia tworzywa oraz rozkładu temperatury przedmiotu w formie wtryskowej. Porównano tendencje skurczowe produktów, różniących się określonymi cechami geometrycznymi. Analizę MES przeprowadzono w systemie MPA Moldflow 7.0, na podstawie modeli MCAD, wykonanych w systemie UGS Solid Edge V17.

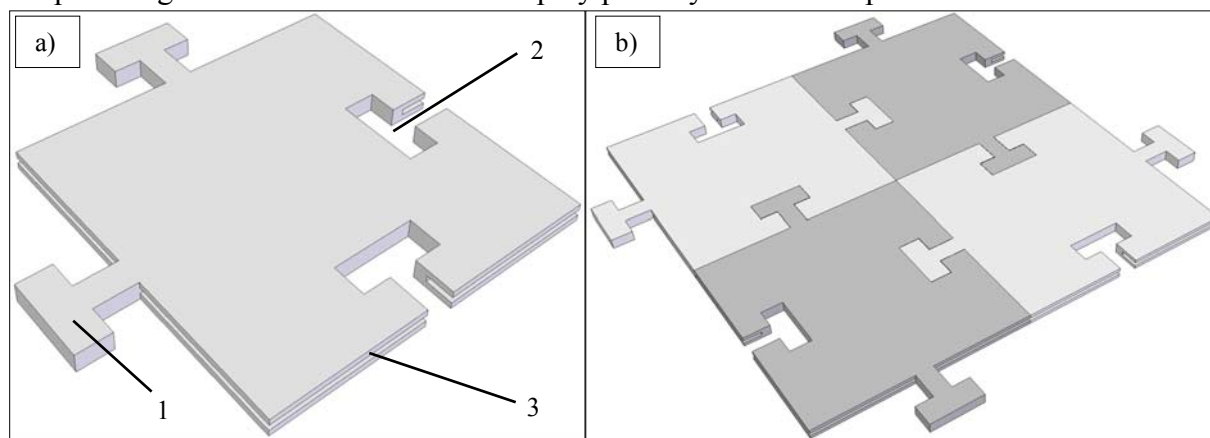
1. WSTĘP

Jednym z głównym problemów współczesnego przetwórstwa materiałów polimerowych jest zagospodarowanie odpadów [3]. Ich składowanie jest względnie drogie, natomiast likwidacja z zastosowaniem metod tradycyjnych (przede wszystkim poprzez spalanie) powoduje zanieczyszczanie środowiska naturalnego.

Uważa się, iż możliwe jest ponowne wykorzystanie (recykulacja) znacznej większości odpadów polimerowych, z tym jednakże zastrzeżeniem, iż wytworzone w ten sposób elementy cechować się będą względnie mniejszą jakością pod względem wizualnym.

Wobec powyższego korzystna jest recykulacja odpadów polimerowych, polegająca na ich zastosowaniu do produkcji elementów, wobec których nie zgłasza się oczekiwań natury estetycznej, lecz oczekuje się jedynie ich odpowiedniej funkcjonalności.

Przykładem takiego produktu jest uniwersalna płytka szybkozłączna [1], którą można wykorzystać jako budulec do wykonania np. ekranów dźwiękochłonnych lub paneli podłogowych (Rys. 1). Montaż płytek polega na wprowadzaniu odpowiadających sobie czopów do gniazd wraz z ich ustaleniem przy pomocy rowków i wpustów.



Rys. 1. Model 3D płytki szybkozłącznej (a) i wykonany z jej zastosowaniem fragment panelu podłogowego (b):
1 – czop, 2 – gniazdo, 3 – rowek

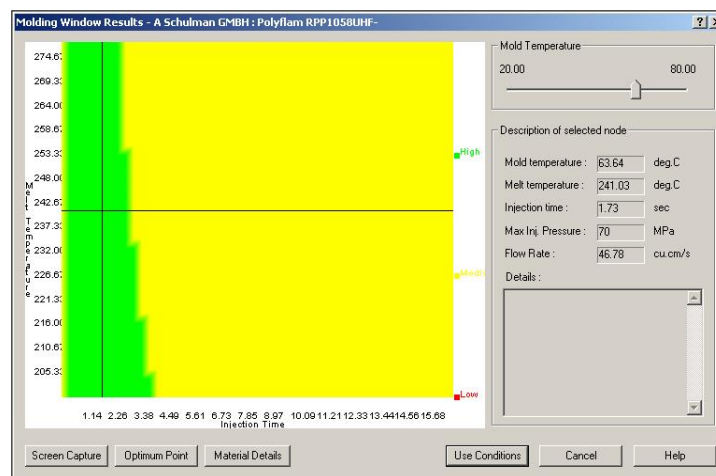
Dzięki zastosowaniu narzędzi numerycznych, wykorzystujących MES, możliwa jest symulacja danego procesu wytwarzania, celem prognozowania wartości jego wybranych

parametrów technologicznych. W pracy zaprezentowano wyniki analizy MES procesu wtryskiwania ww. produktu z uwzględnieniem jego przetwórczych tendencji skurczowych.

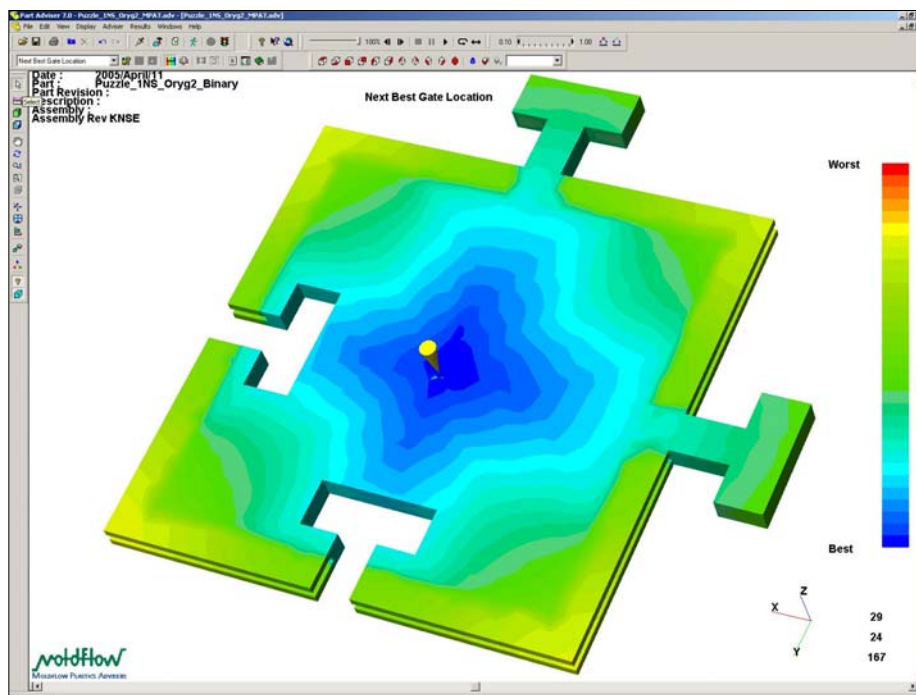
2. ANALIZA MES PROCESU WTRYSKIWANIA PŁYTKI SZYBKOSZŁĄCZNEJ

Numeryczny zapis docelowej geometrii produktu wygenerowano w systemie 3D MCAD UGS Solid Edge V17, a następnie za pośrednictwem formatu *.stl wyeksportowano do aplikacji CAE MPA Moldflow 7.0, w której wykorzystuje się Metodę Elementów Skończonych do symulacji procesu wtryskiwania polimerów.

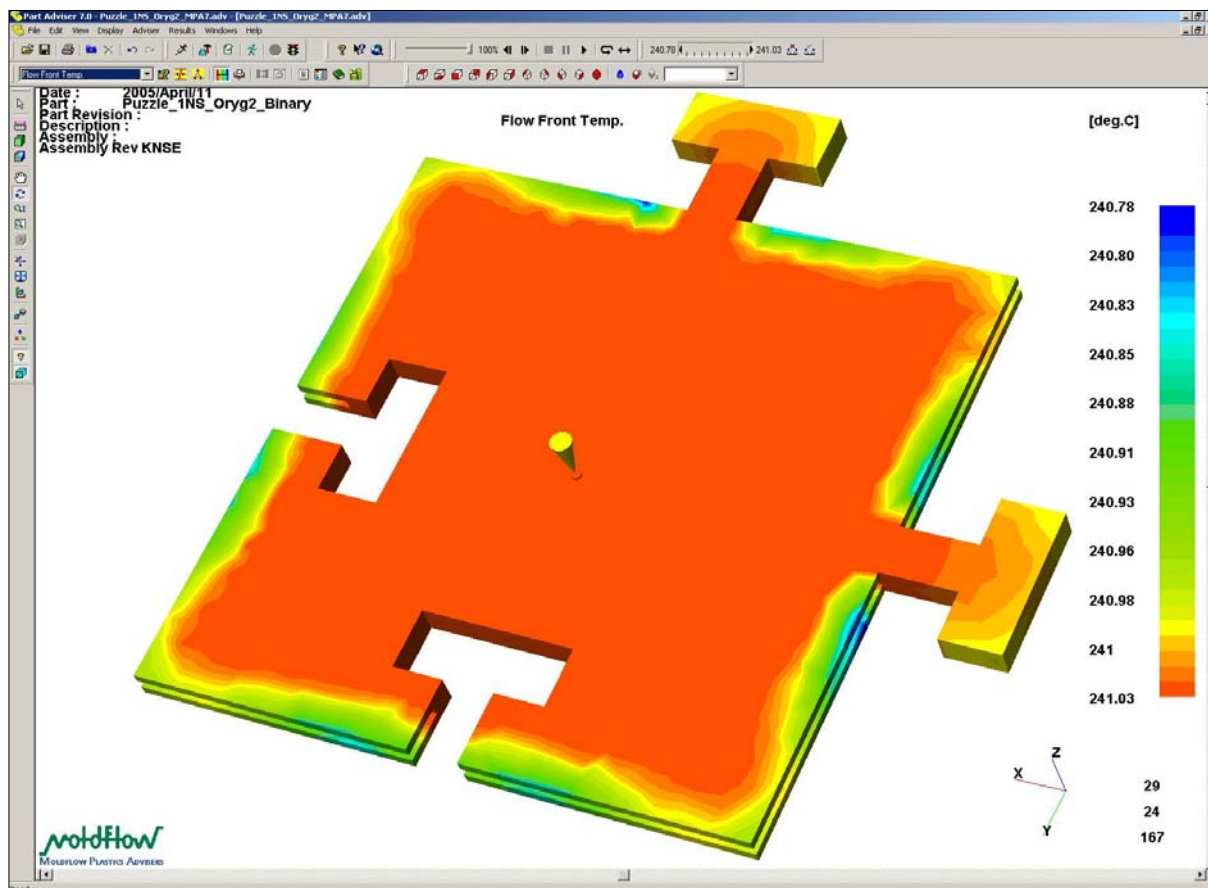
Dzięki pracy w systemie Moldflow możliwe jest zoptymalizowanie wybranych warunków brzegowych analizy, w tym: temperatury uplastycznienia tworzywa, temperatury formy i ciśnienia wtrysku (Rys. 2), a także lokalizacji punktu wtrysku (Rys. 3). Po przeprowadzeniu analizy z zastosowaniem optymalnych wartości parametrów procesu, uzyskano wyniki rozkładów: temperatury lokalnej (Rys. 4), spadku ciśnienia tworzywa (Rys. 5), czasu wypełnienia gniazda (Rys. 6) oraz kierunków rozptyłu materiału w gnieździe formującym (Rys. 7), a także ostatecznej prognozy jakości wypraski (Rys. 8).



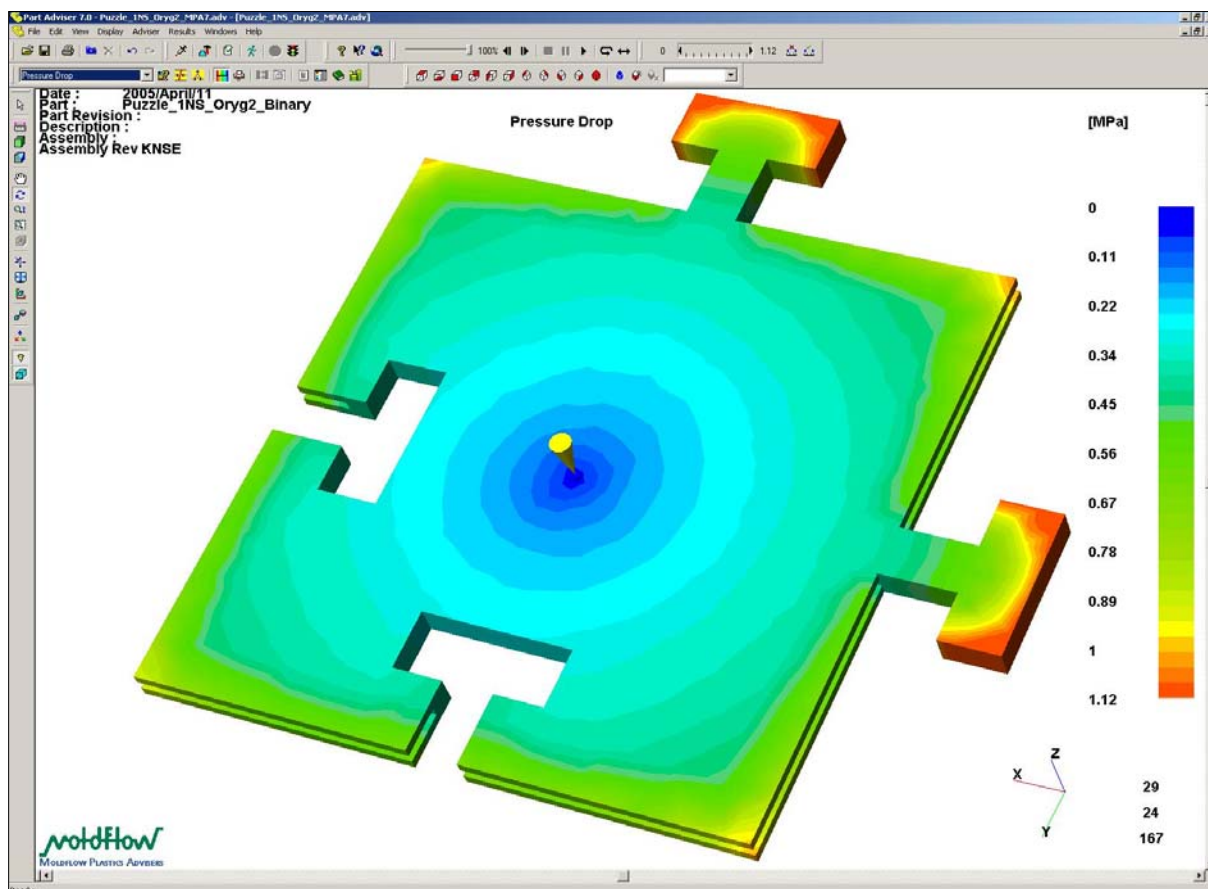
Rys. 2. Okno dialogowe narzędzia Molding Window, umożliwiającego optymalizację wartości określonych parametrów technologicznych procesu wtryskiwania polimerów



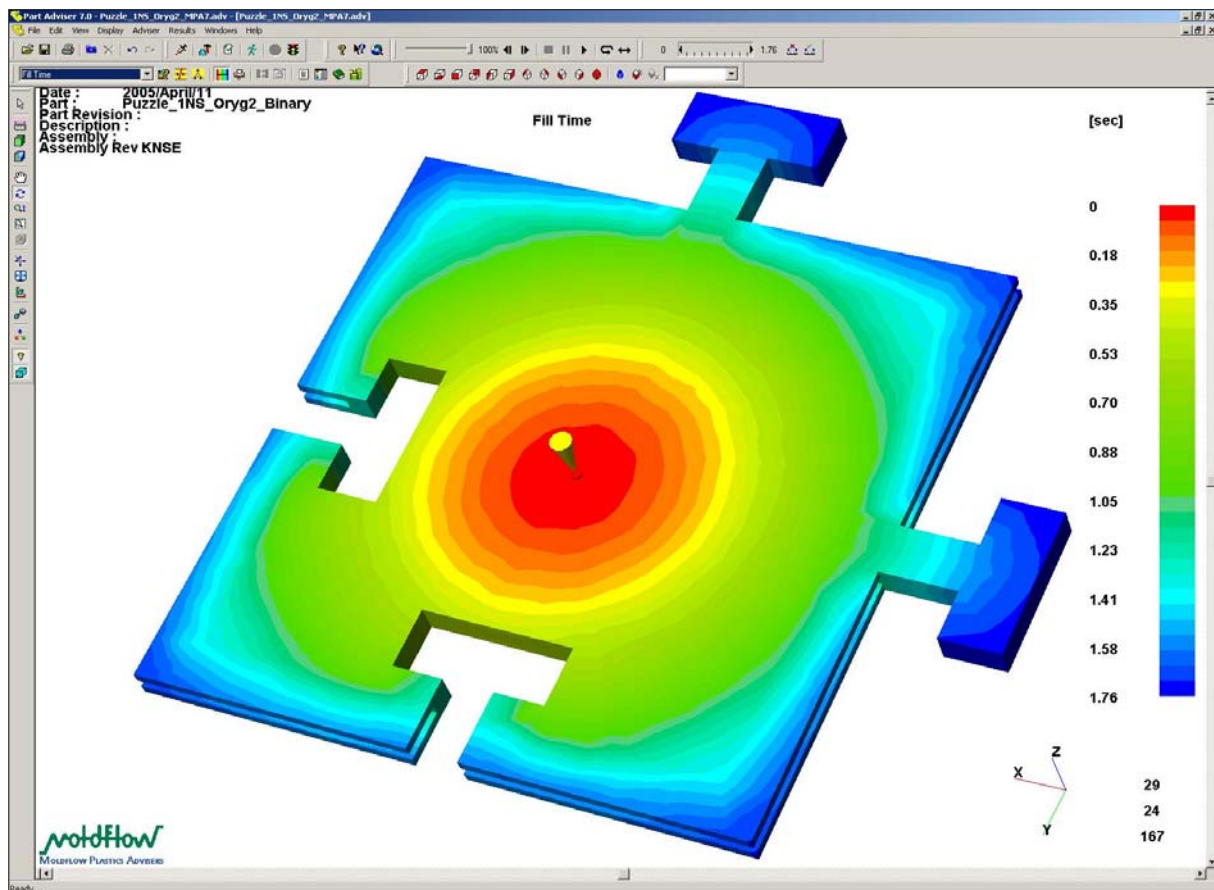
Rys. 3. Wyniki optymalizacji lokalizacji punktu wtrysku – najkorzystniejszy rejon zaznaczono kolorem niebieskim



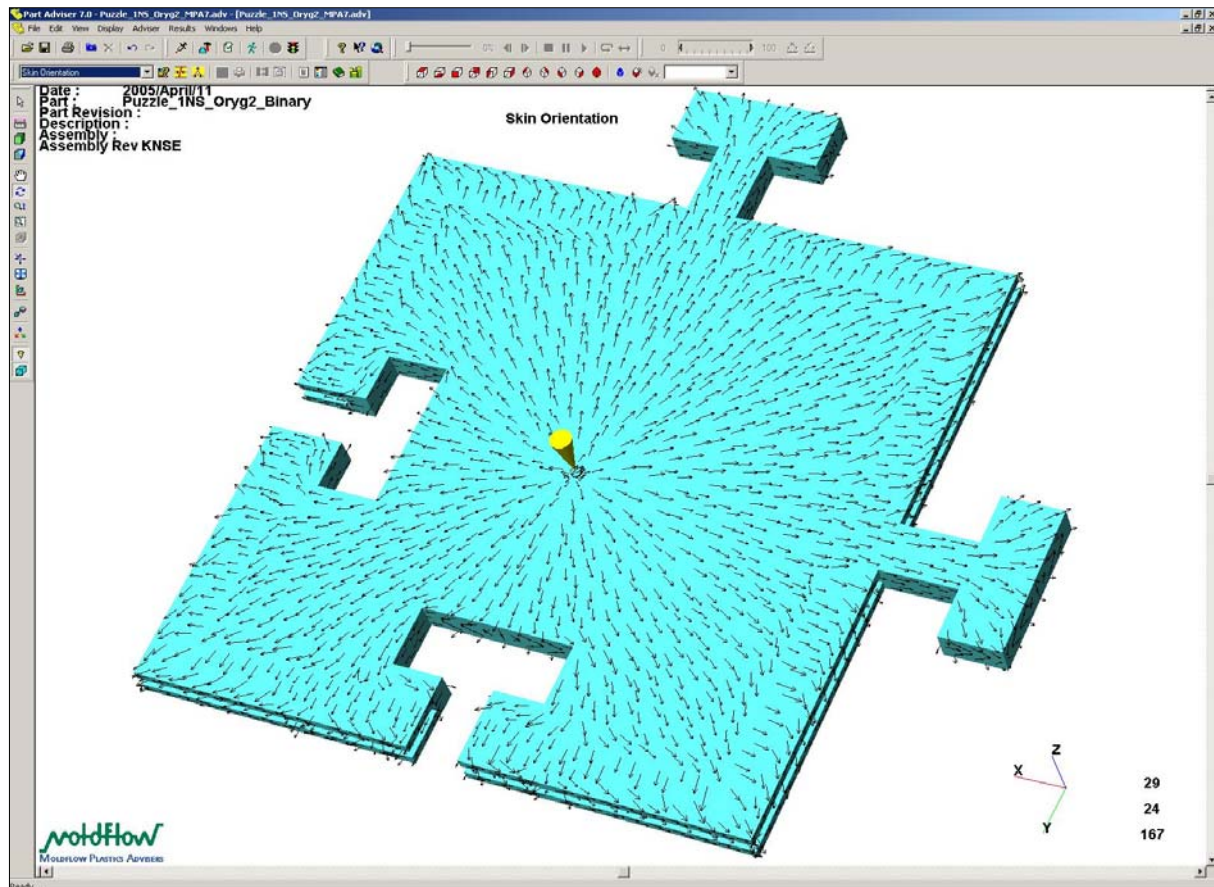
Rys. 4. Wyniki rozkładu temperatury lokalnej tworzywa



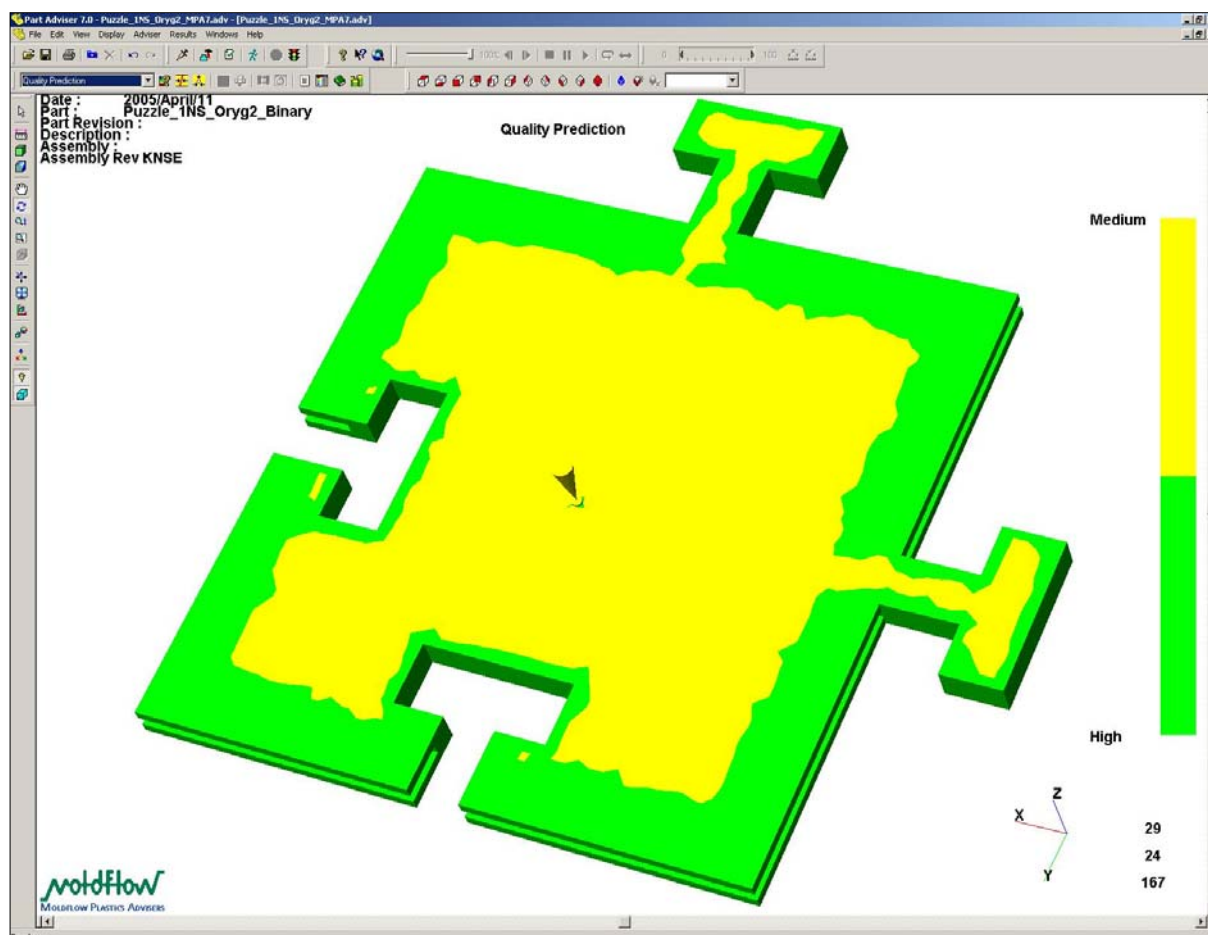
Rys. 5. Wyniki rozkład spadku ciśnienia tworzywa



Rys. 6. Wyniki rozkładu czasu wypełnienia gniazda



Rys. 7. Numeryczna prognoza kierunków rozplywu materialu w gnieździe formującym



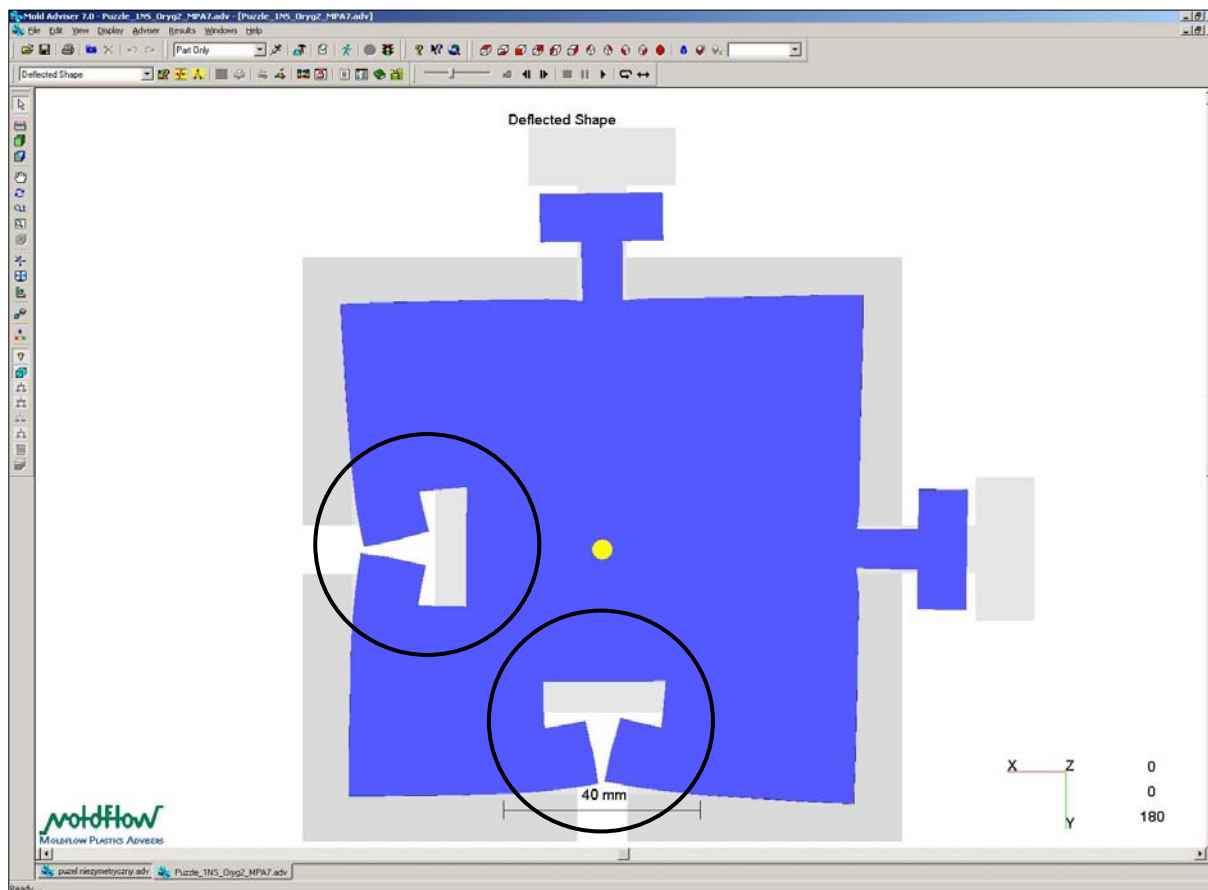
Rys. 8. Ostateczna prognoza numeryczna jakości wypraski

3. ESTYMACJA PORÓWNAWCZA TECHNOLOGICZNYCH TENDENCJI SKURCZOWYCH MODELI PODOBNYCH GEOMETRYCZNIE

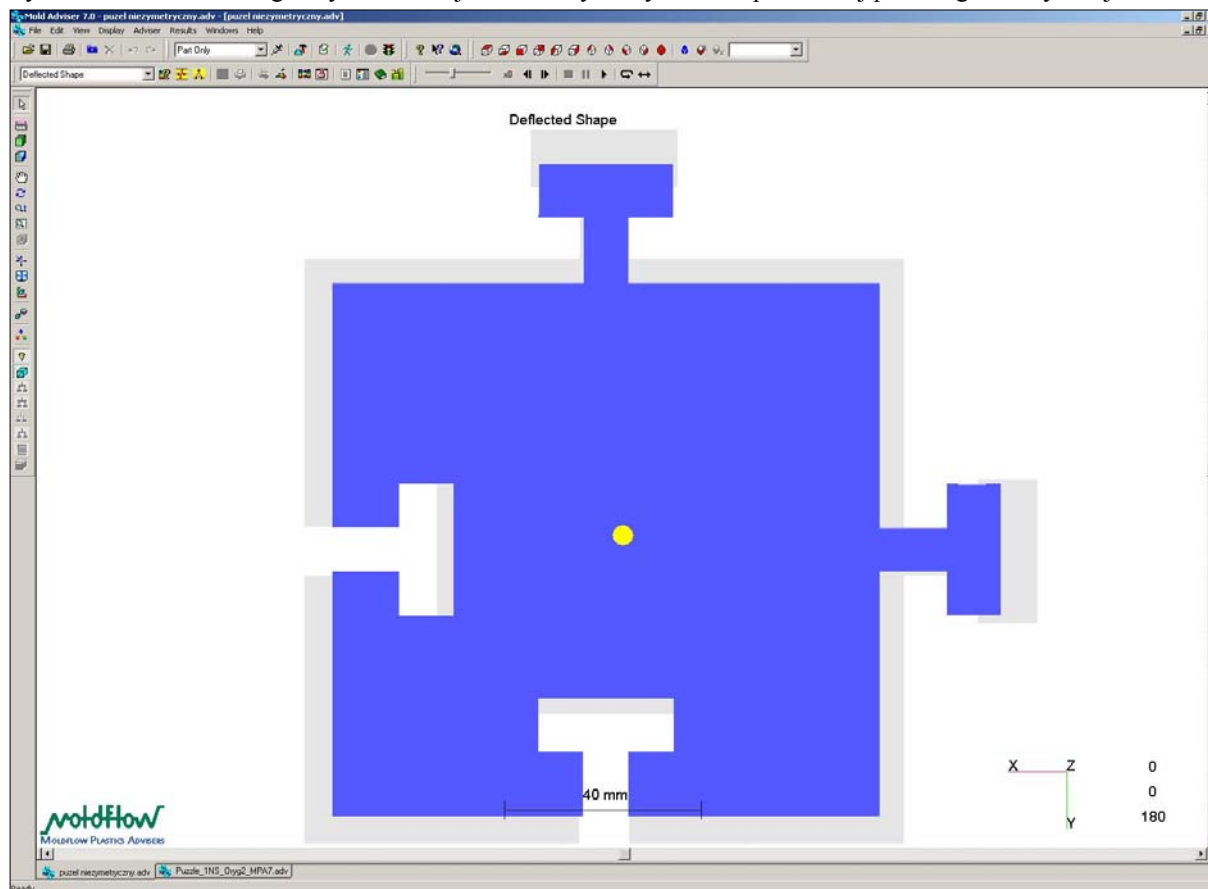
Po przeprowadzeniu symulacji procesu wtryskiwania danego elementu ze szczególnym uwzględnieniem skurczu wytworu, stwierdzono, iż założona pierwotnie postać geometryczna jest nietechnologiczna. Analizując wyniki symulacji MES stwierdzono, iż efektem skurczów detalu jest zmniejszenie wartości wymiaru montażowego gniazda (Rys. 9). Fakt ten w znaczący sposób może utrudnić usuwanie przedmiotu z formy wtryskowej, jak również montaż poszczególnych płytek szybkozłącznych ze sobą.

Geometrię MCAD zmodyfikowano (poprzez usunięcie rowków, zlokalizowanych w płaszczyźnie symetrii przedmiotu), po czym powtórzono obliczenia. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, iż po korekcji geometrii zjawisko skurczu anizotropowego nie występuje (Rys. 10). Nie zmienia to jednak faktu, iż montaż płytek szybkozłącznych pozbawionych rowków jest jeszcze bardziej utrudniony, niż w pierwotnym przypadku.

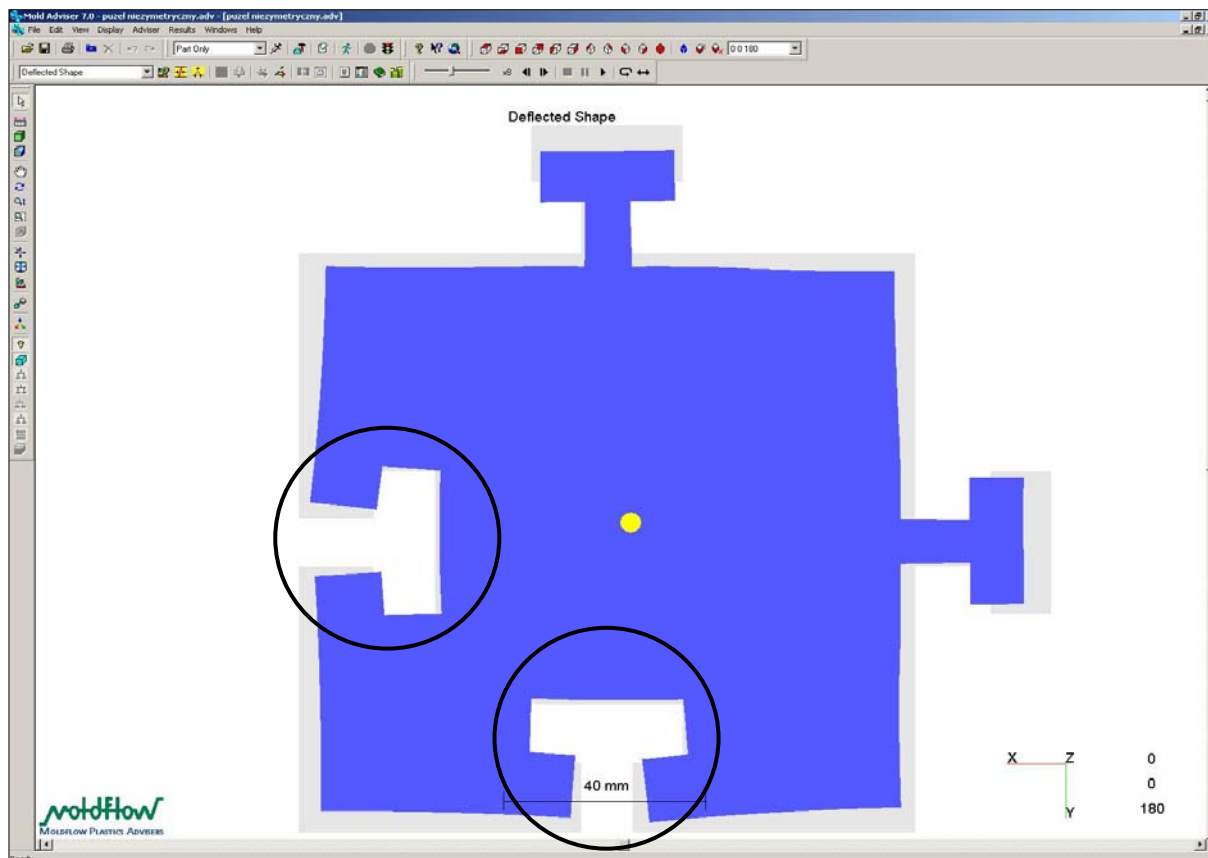
Po dokonaniu kolejnej modyfikacji zaimplementowanej geometrii, polegającej na wielokrotnym zmniejszeniu grubości płytki, raz jeszcze przeprowadzono obliczenia MES. Stwierdzono, iż ponownie wystąpiło zjawisko skurczu anizotropowego, lecz jego charakter jest odmienny, w porównaniu ze zjawiskiem obserwowanym pierwotnie. W tym przypadku zauważono znaczące zwiększanie się montażowego gniazda (Rys. 11), czego efektem mogą być największe z prognozowanych problemy montażowe.



Rys. 9. Analiza technologicznych tendencji skurczowych wytworu w pierwotnej postaci geometrycznej



Rys. 10. Analiza technologicznych tendencji skurczowych wytworu w zmodyfikowanej postaci geometrycznej



Rys. 11. Efekt skurcu anizotropowego płytki, której grubość zmniejszono w porównaniu z wersją pierwotną

4. WNIOSKI

Przeprowadzono szereg obliczeń MES, na podstawie których otrzymano dane umożliwiające prognozowanie wartości procesów technologicznych wtryskiwania uniwersalnej płytki szybkozłącznej, wytwarzanej z odpadów polimerowych. Wykazano, iż proces ten jest możliwy, a co więcej opłacalny, ze względu na możliwość zwiększenia udziału procentowego odpadów polimerowych, poddanych recyrkulacji.

Przeprowadzono dyskusję na temat wpływu założonego kształtu modelu 3D płytki szybkozłącznej na rodzaj i wielkość technologicznego skurcu wypraski. Podczas wytwarzania obiektu w pierwotnie założonej postaci zachodzi niekorzystne zjawisko skurcu anizotropowego, którego efektem mogą być ewentualne trudności montażowe. Stwierdzono jednakże, iż w wyniku zaproponowanych modyfikacji geometrii zjawisko skurcu zmienia swój charakter, lecz implikowane przez ten fakt odkształcenia wypraski mogą, w porównaniu z modelem pierwotnym, dodatkowo obniżyć funkcjonalność płytki szybkozłącznej.

Potwierdzono niewłaściwą postać geometryczną oraz nietechnologiczność produktu. Nakreślono kierunek dalszych badań naukowych Autorów, który polegać będą na oszacowaniu wpływu rozmiarów rowków oraz grubości płytki na jej technologiczność i funkcjonalność.

5. LITERATURA

- [1] Śliwa W., Konieczka R., Zimniak J.: Segment wykładziny nawierzchniowej. Wzór przemysłowy nr W.21954
- [2] Zawistowski H.: Nowoczesne formy wtryskowe. Problemy konstrukcji i użytkowania, Plastech Warszawa 2001
- [3] Pielichowski J., Puszyński A.: Technologia tworzyw sztucznych, WNT Warszawa 1998
- [4] Sikora R.: Przetwórstwo tworzyw wielkocząsteczkowych, Wydawnictwa Edukacyjne Zofii Dobkowskiej, Warszawa 1993
- [5] Szezyngier W.: Tworzywa sztuczne, Wydawnictwo Oświatowe FOSZE Rzeszów 1998