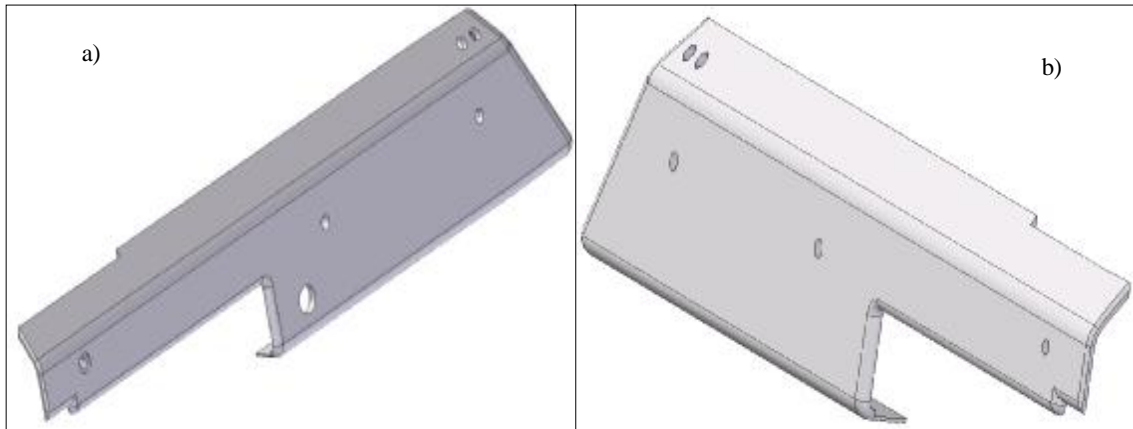


ANALIZA MES PROCESU WYTWARZANIA WYPRASKI, BĘDĄCEJ INTEGRALNYM ELEMENTEM KARABINKA WOJSKOWEGO

*Tadeusz Niezgoda, Wojskowa Akademia Techniczna
Michał Bachan, Akademia Techniczno-Rolnicza, Bydgoszcz
Wojciech Bieniaszewski, Akademia Techniczno-Rolnicza, Bydgoszcz
Robert Kamiński, Wojskowa Akademia Techniczna
Grzegorz Kazimierzczak, GM System Wrocław*

1. Wstęp

W pracy dokonano symulacji procesu wtryskiwania wybranej wypraski, z zastosowaniem narzędzi numerycznych działających z zastosowaniem Metody Elementów Skończonych (MES). Obiektem badań jest element pokrywy komory naboju karabinka wojskowego (Rys.1.). W artykule podjęto dyskusję na temat możliwości zastosowania tworzyw polimerowych jako materiału konstrukcyjnego wybranych części składowych broni palnej. Zastosowanie tworzyw sztucznych przyczyniłoby się do poprawy ergonomii obiektu badań. W założeniach konstrukcyjnych tego typu elementy cechować powinny się następującymi właściwościami użytkowymi: tolerancjami wymiarowymi i kształtowymi, odpornością termiczną i dużą trwałością.



Rys. 1. Model 3D pokrywy komory naboju karabinka wojskowego: a) prawa wkładka, b) lewa wkładka

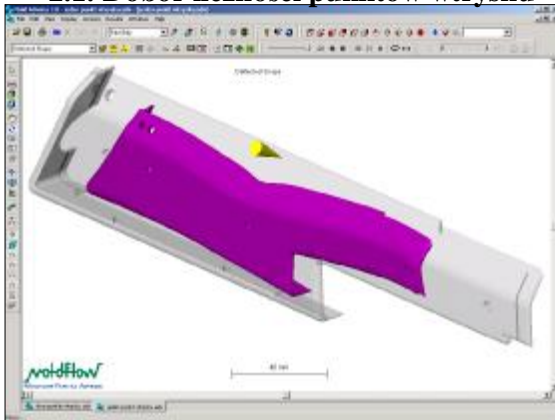
Dzięki zastosowaniu narzędzi numerycznych, wykorzystujących Metodę Elementów Skończonych (MES), możliwa jest symulacja danego procesu wytwarzania, celem prognozowania wybranych parametrów technologicznych. W pracy zaprezentowano wyniki analizy MES procesu wtryskiwania ww. produktu z uwzględnieniem jego przetwórczych tendencji skurczowych.

2. Analiza MES procesu wtryskiwania wypraski.

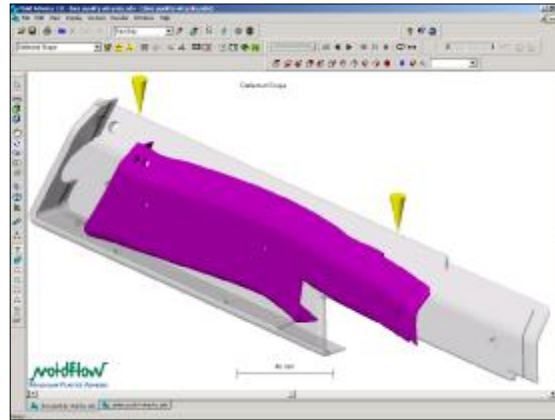
Do analizy użyto modelu lewej wkładki, która została wygenerowana w systemie 3D MCAD UGS Solid Edge V17. Geometrię wyeksportowano za pośrednictwem formatu *.stl do aplikacji CAE MPA Moldflow 7.0.

W pierwszym kroku badań dokonano porównania wpływu zastosowania liczności punktów wtrysku na: deformacje, rozkłady spadków ciśnienia, temperatury czoła strugi, czasu wypełnienia, skurczu lokalnego, orientacji powierzchni i linii łączenia strug.

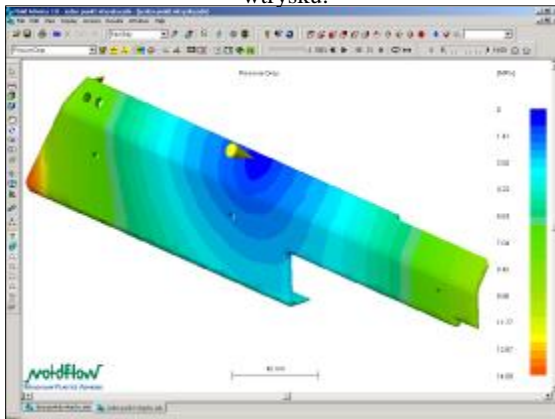
2.1. Dobór liczności punktów wtrysku



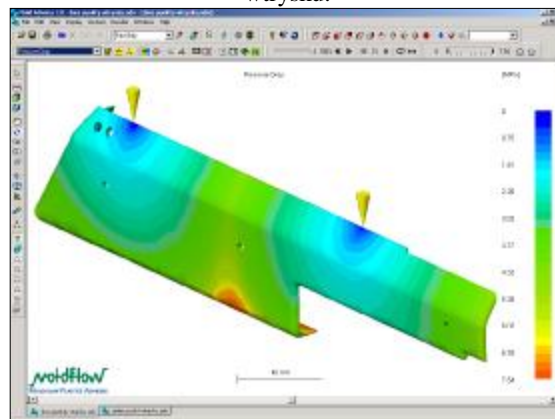
Rys. 2a. Odształcenia skurczowe dla jednego punktu wtrysku.



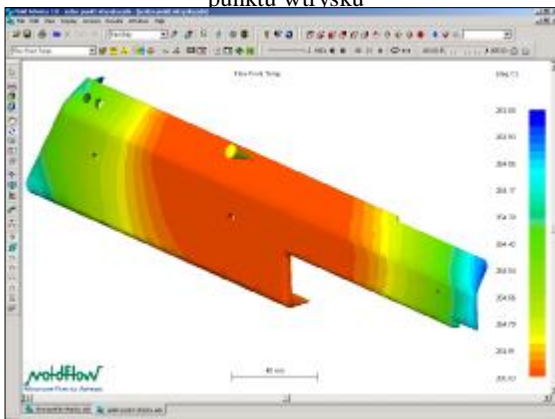
Rys. 3a. Odształcenia skurczowe dla dwóch punktów wtrysku.



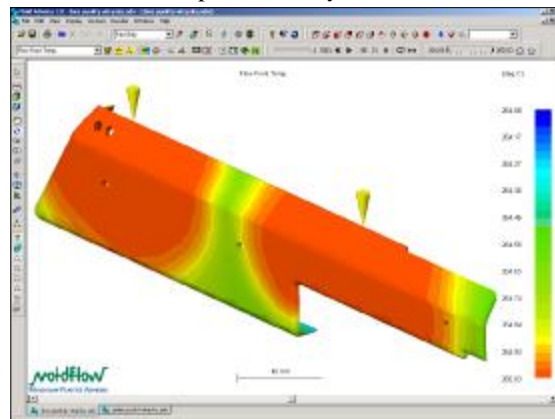
Rys. 2b. Rozkład spadków ciśnienia dla jednego punktu wtrysku



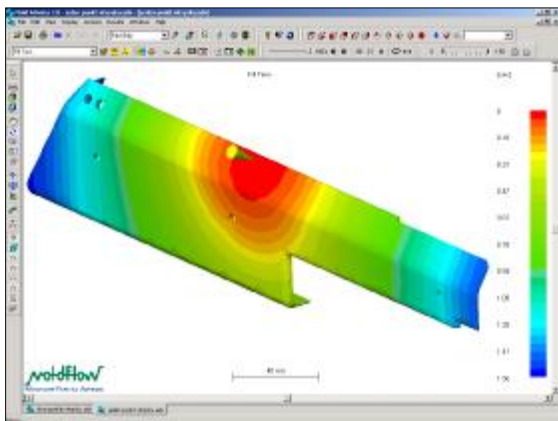
Rys. 3b. Rozkład spadków ciśnienia dla dwóch punktów wtrysku.



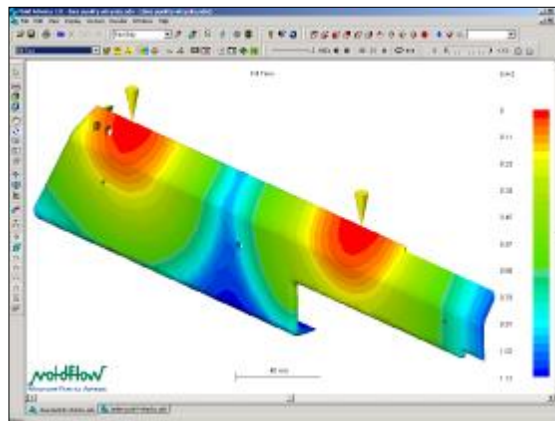
Rys. 2c. Rozkład temperatury czoła strugi tworzywa dla jednego punktu wtrysku.



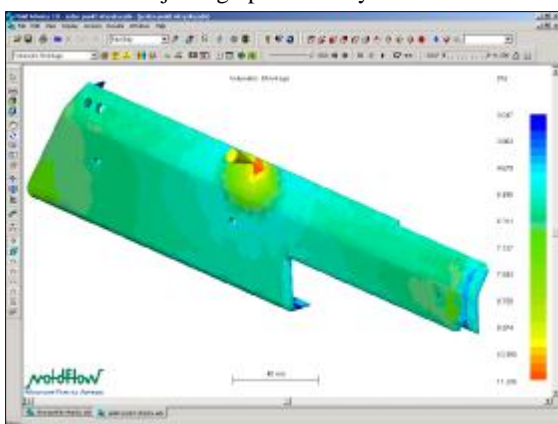
Rys. 3c. Rozkład temperatury czoła strugi tworzywa dla dwóch punktów wtrysku.



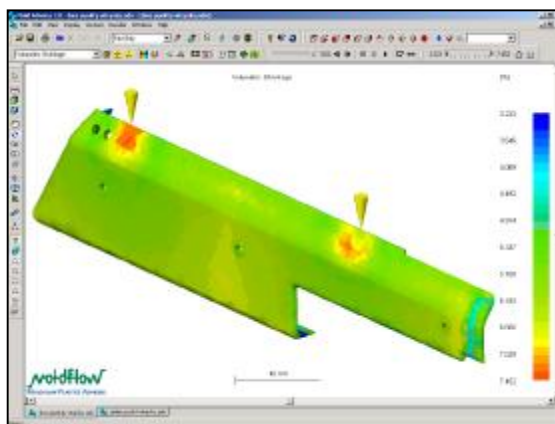
Rys. 2d. Rozkład czasu wypełnienia gniazda dla jednego punktu wtrysku.



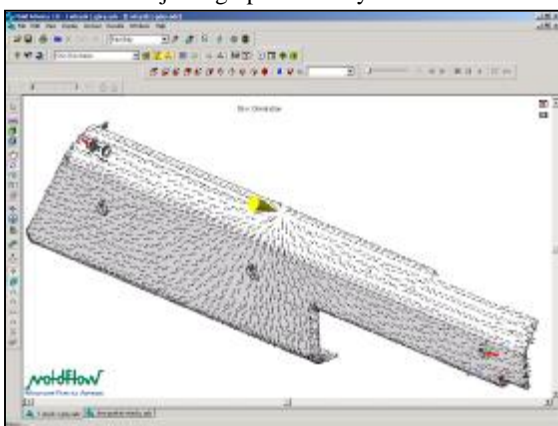
Rys. 3d. Rozkład czasu wypełnienia gniazda dla dwóch punktów wtrysku.



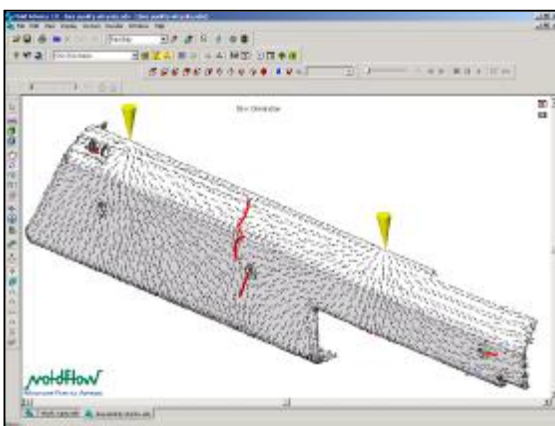
Rys. 2e. Rozkład lokalnego skurczu tworzywa dla jednego punktu wtrysku.



Rys. 3e. Rozkład lokalnego skurczu tworzywa dla dwóch punktów wtrysku.



Rys. 2f. Rozkład orientacji powierzchni wypraski z uwzględnieniem linii łączenia strug dla jednego punktu wtrysku.



Rys. 3f. Rozkład orientacji powierzchni wypraski z uwzględnieniem linii łączenia strug dla dwóch punktów wtrysku.

Przeprowadzona symulacja numeryczna procesu wtryskiwania wykazała, że odkształcenia skurczowe dla jednego punktu wtrysku są większe i bardziej skupione niż w przypadku zastosowania dwóch punktów wtrysku. Wywołane jest to większymi drogami płynięcia tworzywa, w przypadku jednego punktu, co powoduje większe spadki ciśnienia, temperatur. Prowadzi to do zróżnicowania skurczu lokalnego i w konsekwencji zwiększenia deformacji całej wypraski. Dla dwóch punktów wtrysku czas cyklu wytwarzania jest krótszy o około 27%, co przyspiesza produkcję. Zastosowanie dwóch punktów wtrysku jest korzystniejsze ze względu na odkształcenia i

czas cyklu, jednak powstające linie łączenia strug dyskwalifikują to rozwiązanie. Ze względu na równomierną wytrzymałość wypraski linie łączenia strug w niewralgicznych obszarach są niedozwolone.

2.2. Dobór materiału konstrukcyjnego

Dominujący wpływ na właściwości wypraski ma zastosowanie odpowiedniego tworzywa, które należy dobierać pod kątem postawionych założeń opisanych powyżej. W badaniach użyte zostały tworzywa polimerowe zróżnicowane ze względu na budowę struktury wewnętrznej: krystaliczne i amorficzne.

Tworzywa krystaliczne mają uporządkowany rozkład łańcuchów węglowych, większy skurcz o charakterze anizotropowym, zależnym od kierunku płynięcia.

Rozkład łańcuchów w tworzywach amorficznych jest losowy, posiadają mniejszy skurcz o charakterze izotropowym.

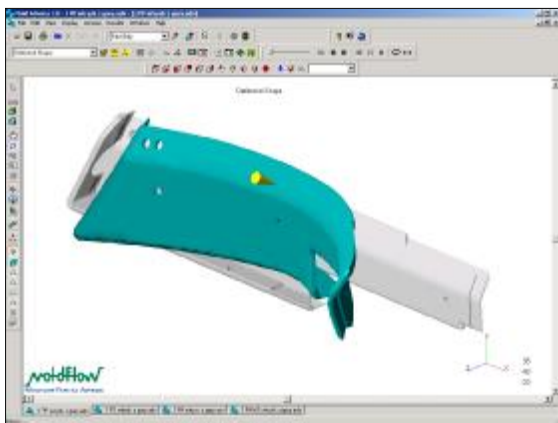
Tworzywa użyte do badań to:

- a) krystaliczne:
 - polipropylen
 - poliamid
 - poliamid napęczniony włóknem szklanym
- b) amorficzne
 - polistyren

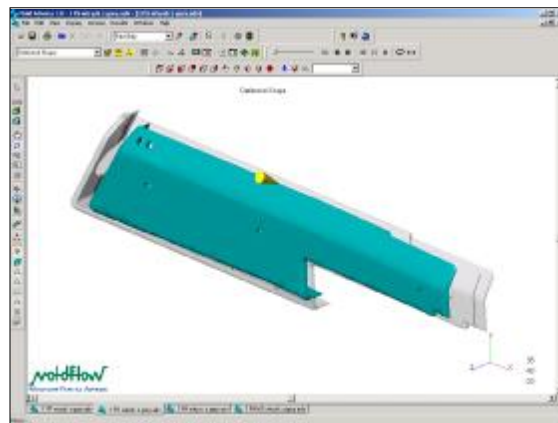
Elementy wykonane z tworzyw krystalicznych uległy deformacji, największych w przypadku polipropylenu. Górna krawędź montażowa została zniekształcona.

W przypadku zastosowania tworzywa amorficznego nie zaobserwowano deformacji.

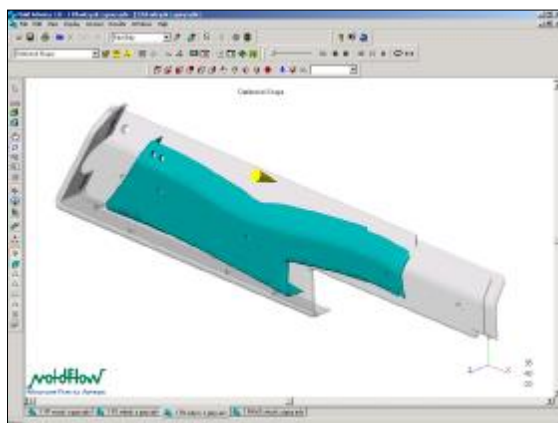
Zgodnie z założeniami początkowymi, wypraska powinna mieć wysoką wytrzymałość termiczną, czego nie zapewniają żadne tworzywa oprócz poliamidu, dodatkowo wytrzymałość polistyrenu jako przedstawiciela tworzyw amorficznych maleje wraz ze wzrostem temperatury.



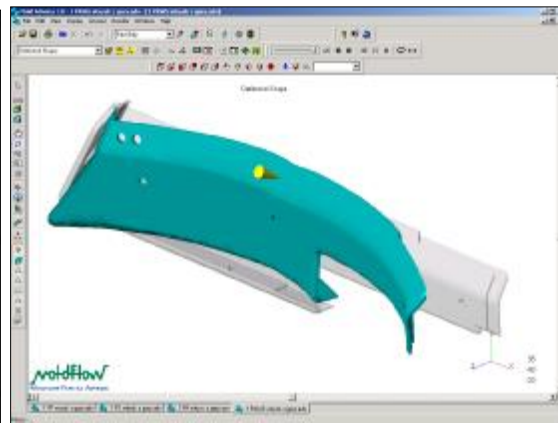
Rys. 4a. Odształcenia wypraski wykonanej z PP



Rys. 4b. Odształcenia wypraski wykonanej z PS



Rys. 4c. Odształcenia wypraski wykonanej z PA



Rys. 4d. Odształcenia wypraski wykonanej z PA+WS

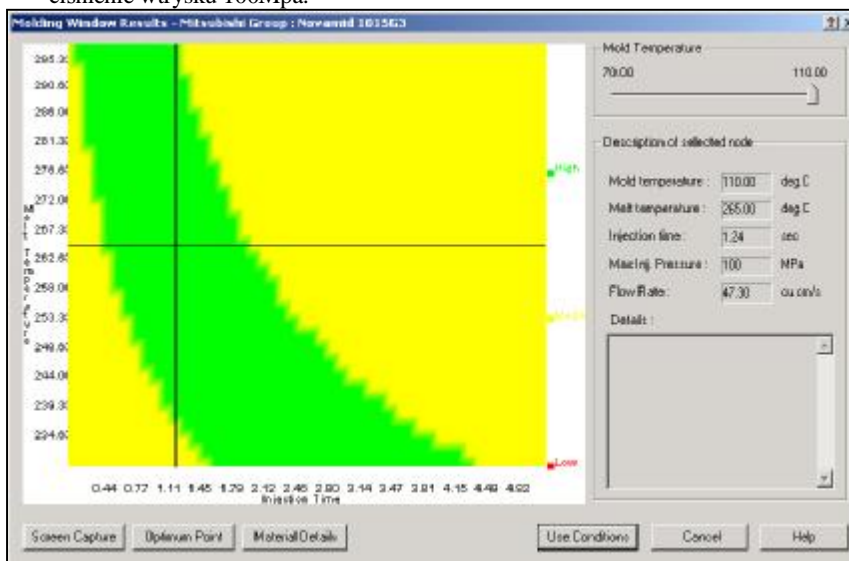
2.3. Dobór parametrów procesu

2.3.1 Dobór parametrów wtrysku

Podczas pracy z zastosowaniem systemu CAE Moldflow możliwe jest zoptymalizowanie wybranych warunków brzegowych analizy, w tym: temperatury uplastycznienia tworzywa, temperatury formy i ciśnienia wtrysku dla danego tworzywa. Po przeprowadzeniu analizy z zastosowaniem optymalnych wartości parametrów procesu, uzyskuje się największą możliwą pewność wypełnienia z przewidywaną jakością. Odpowiednią kombinację parametrów wtrysku otrzymuje się w zależności od temperatury uplastycznienia i czasu cyklu. W przypadku minimalizowania czasu cyklu rośnie temperatura uplastycznienia, co zmniejsza lepkość tworzywa i zwiększa prędkość płynięcia.

Sugerowane przez program optymalne wartości parametrów wtrysku przy czasie wtrysku 1,24s są następujące:

- temperatura uplastycznienia 265°C,
- temperatura formy 110°C,
- ciśnienie wtrysku 100Mpa.



Rys. 5. Optymalizacja parametrów wtrysku.

2.3.2 Dobór parametrów docisku.

W przypadku zastosowania poliamidu, który jest tworzywem krystalicznym ważną jest kompensacja strat wywołanych skurczeniem. Docisk powinien trwać do zastygnięcia układu zasilającego, ponieważ później kompensacja jest niemożliwa. Zbyt długi prowadzi do niepotrzebnego przedłużania czasu cyklu.

W badaniach założono formę dwugniazdową.



Rys. 6. Rozkład czasu chłodzenia wypraski w momencie zastygnięcia przewężki.

Z rozkładu czasu chłodzenia można zauważyć, że przewężki zastygają po około 10 sekundach od rozpoczęcia wtrysku. Czas docisku nie powinien przekroczyć tej wartości, ponieważ dłuższy nie daje żadnych efektów.

3. Wnioski

Zastosowanie tworzyw sztucznych do wytworzenia elementów karabinka wojskowego jest możliwe, należy jednak spełnić założenia dotyczące wytrzymałości na wyższą temperaturę pracy i odkształcenia.

Stosowanie elementów wykonanych z tworzyw polimerowych na elementy karabinka wojskowego zmniejsza jego masę i koszty produkcji, niweluje problemy korozji.

Ze względu na powstawanie linii łączenia strug powodujących spadek wytrzymałości w obszarze występowania, niemożliwe jest zastosowanie dwóch punktów wtrysku, co skracałoby czas wtrysku o 27% i rozkładałoby równomierniej odkształcenia.

Najodpowiedniejszym tworzywem polimerowym, przeznaczonym do wytwarzania danego detalu jest poliamid, który posiada wysoką wytrzymałość termiczną, a dodatkowo napełniony w 30 procentach włóknem szklanym cechuje się niewielką podatnością skurczową.

Dobrano numerycznie optymalne parametry wtrysku, które wynoszą:

- temperatura uplastycznienia 265°C
- temperatura formy 110°C
- ciśnienie wtrysku 100Mpa.

Czas trwania docisku nie powinien przekroczyć 10 sekund, ze względu na to, że w tym czasie zastyga przewężka. Dalszy docisk nie przynosi efektów.

Uważa się, dzięki zastosowaniu zintegrowanych narzędzi CAD/CAE możliwy jest optymalny dobór tworzyw oraz warunków technologicznych ich przetwarzania, celem wytwarzania tak złożonych produktów, jak elementy wojskowej broni palnej.

4. 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] Szlezyngier W.: Tworzywa sztuczne, Wydawnictwo Oświatowe FOSZE Rzeszów 1998

**Obliczenia numeryczne z zastosowaniem oprogramowania
CAE Moldflow Mold Adviser 7.0
przeprowadzono w siedzibie firmy
GM System we Wrocławiu
www.gmsystem.pl**