



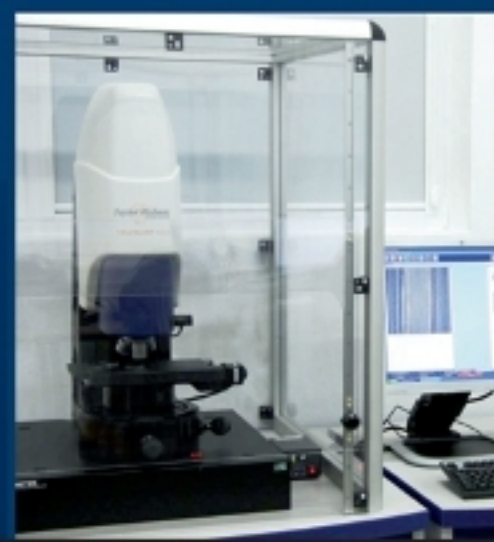
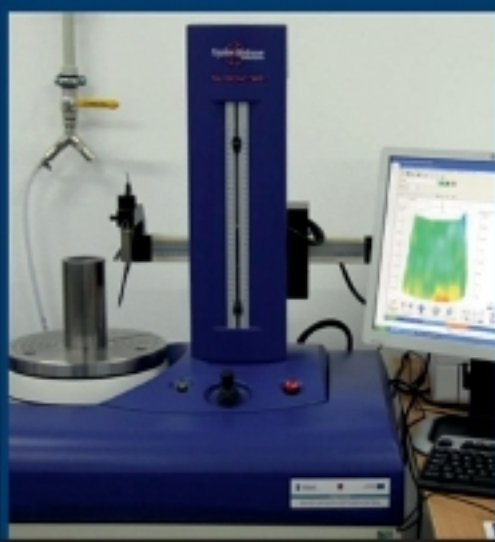
Politechnika
Świętokrzyska

VI Kongres Metrologii

pod hasłem

Metrologia królową badań stosowanych

Kielce-Sandomierz, 19-22 czerwca 2013 r.



Mgr inż. Hubert Michalczuk
Politechnika Częstochowska, Instytut Technologii Mechanicznych
P. P. U. MAG-RYŚ Rędziny - nowoczesna narzędziownia
Prof. dr hab. inż. Krzysztof Tubielewicz
Wyższa Szkoła Inżynierii Dentystycznej i Nauk Humanistycznych w Ustroniu
Dr inż. Ireneusz, Piotr Chmielik
Taylor Hobson, Polska

WYKORZYSTANIE SYSTEMÓW KOMPUTEROWYCH W CELU PRZYGOTOWANIA PRODUKCJI

Streszczenie: W artykule omówiono sposób wykorzystania nowoczesnych systemów komputerowych do przygotowania produkcji wykrojnika do blach. Do opisanego zagadnienia wykorzystano proces przygotowania produkcji wykrojnika na element w postaci liścia ozdobnego. Projekt narzędzia wykonano w programie SolidWorks. Wykorzystując program Mastercam przygotowano procesy produkcyjne poszczególnych części urządzenia i wygenerowano kody sterujące na maszyny CNC. Następnie przy zastosowaniu parku maszynowego, którym dysponuje firma MAG-RYŚ wykonano elementy narzędzia i dokonano ich montażu. W przykładzie tym, zilustrowano jak współczesne narzędziownie wykorzystują systemy CAD/CAM do przygotowania produkcji.

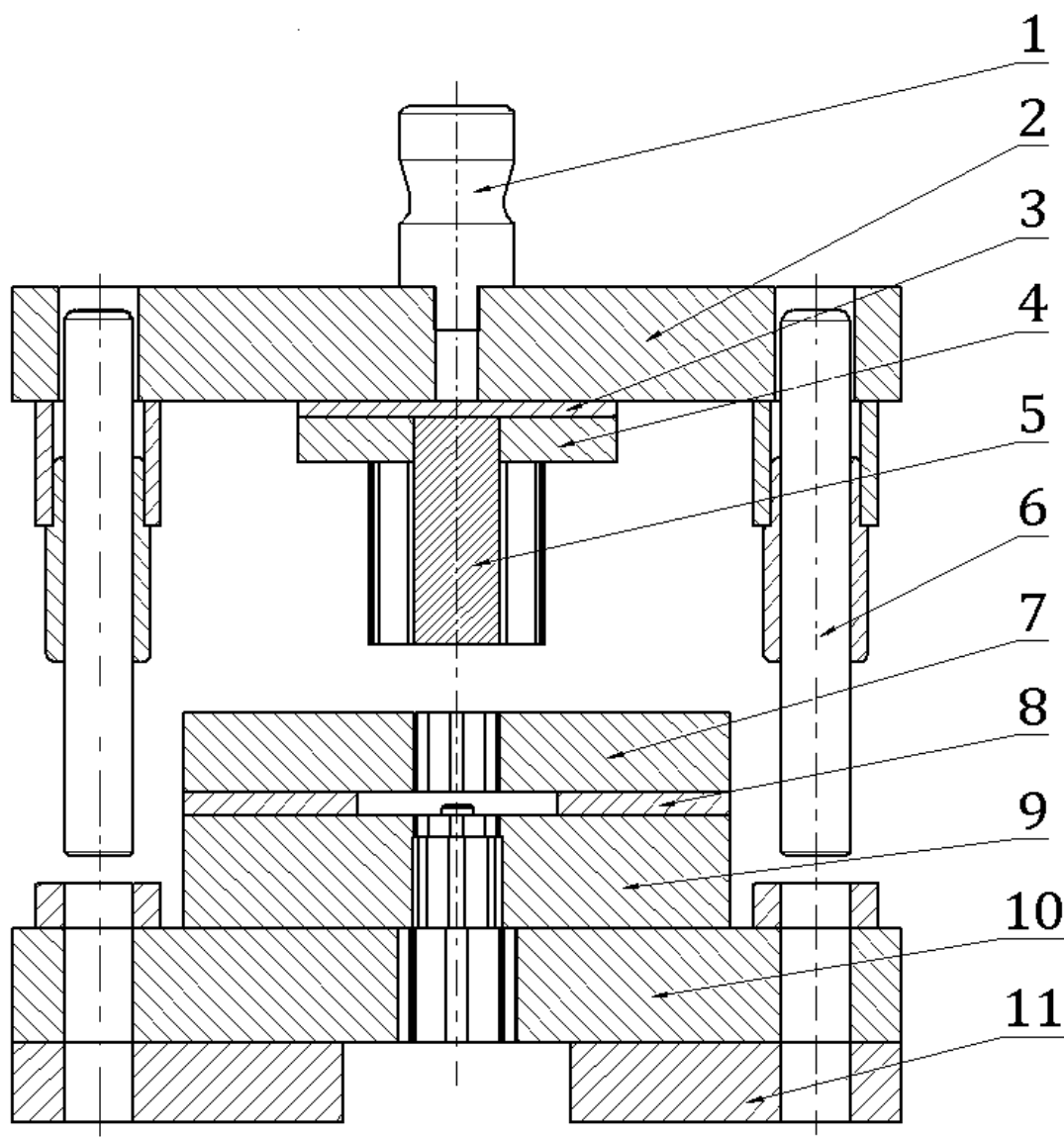
USE OF COMPUTER SYSTEMS FOR PREPARATION OF PRODUCTION

Summary: This paper discusses how the use of modern computer systems to prepare for the production of sheet metal punch. Used to describe aspects of production process of preparing the leaf decorative punch. Design tools made in SolidWorks. Prepared using Mastercam software production processes of individual parts and generated control codes for the CNC machines. Then use the pits of MAG-RYŚ made elements made their tools and assembly. The example illustrates how modern tool-use CAD/CAM systems for the preparation of production

1. WSTĘP

Wykrawanie stanowi proces technologiczny polegający na wycięciu z arkusza blachy określonego kształtu. Wycinanie odbywa się za pośrednictwem matrycy i stempla, a uzyskany kształt wypraski odpowiada projektowi. Za pomocą tego procesu można uzyskiwać zarówno kształty zewnętrzne jak i wewnętrzne, wykrawać otwory, podcięcia itp. Technologia wykrawania znajduje szerokie zastosowanie w przemyśle dzięki wysokiej wydajności i dużej powtarzalności wykonanych elementów. Proces wykrawania służy do masowej lub wielkoseryjnej produkcji danego elementu i jest stosunkowo prostą operacją. Wykrawanie odbywa się na pracach za pomocą przyrządu zwanego wykrojnikiem (rys 1).

Wykonanie wykrojnika wiąże się z koniecznością sporządzenia prawidłowej jego konstrukcji oraz opracowania produkcji tego narzędzia, co często niesie za sobą znaczne koszty



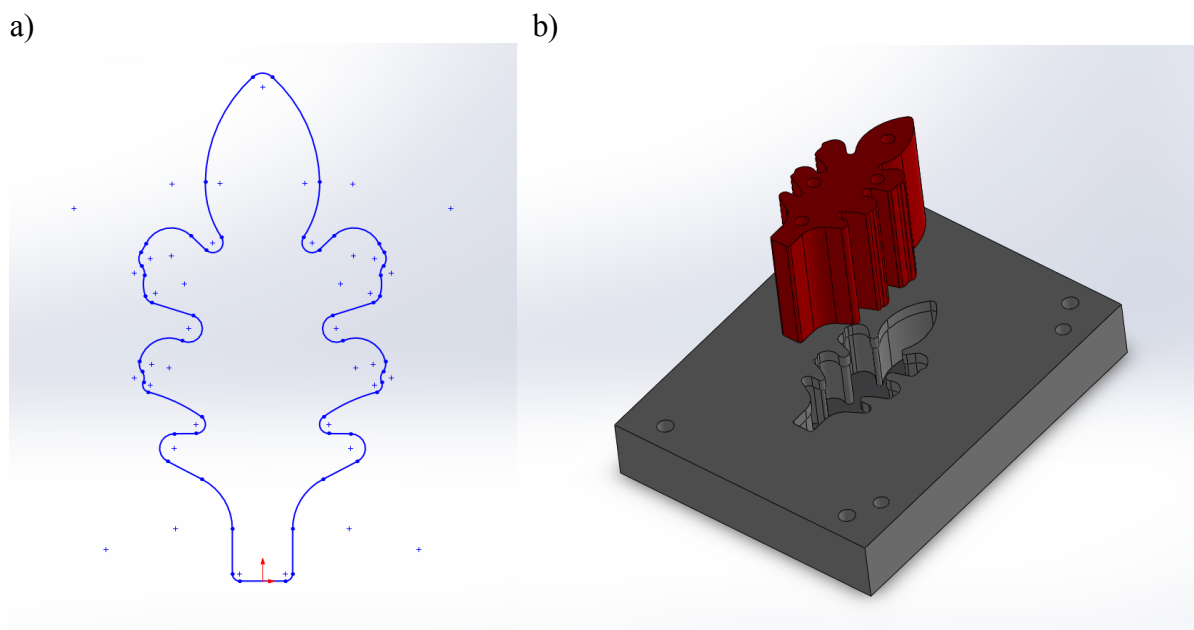
Rys. 1. Widok przekroju wykrojnika: (1 - czop; 2- płyta mocująca górna; 3 - przekładka; 4 - obsada stempla; 5 - stempel; 6 - słupy i tuleje prowadzące; 7 - płyta prowadząca stempel; 8 - listwy; 9 - matryca; 10 - płyta mocująca dolna; 11 - belki).

Podczas procesu projektowania wykrojnika konieczne jest uwzględnienie rodzaju oraz grubości blachy z jakiej będzie wykrawany element. Ma to istotne znaczenie dla spełnienia warunków wytrzymałościowych pracy narzędzia oraz dobranie odpowiedniego luzu między stemplem i matrycą. Ponadto konieczne jest nadanie odpowiednich pochyłeń kontowych na powierzchni czołowej rdzenia. Dzięki takiej konstrukcji powierzchnia cięcia oraz co siły występujące podczas procesu ulegną znacznemu zmniejszeniu.

2. PRZEBIEG PROCESU MODELOWANIA WYKROJNIKA

Oprogramowanie SolidWorks stanowi aplikację automatyzującą projektowanie, która umożliwia konstruktorom szybkie szkicowanie poszczególnych elementów, eksperymentowanie z wymiarami oraz tworzenie modeli i szczegółowych rysunków. SolidWorks wykorzystuje trójwymiarowe podejście do procesu projektowania. Projektując część, począwszy od wstępnego szkicu do ostatecznego rezultatu, tworzymy model trójwymiarowy (3D). Z tego modelu możemy tworzyć rysunki dwuwymiarowe (2D) lub dodawać wiązania komponentów składające się z części lub podzespołów, celem utworzenia trójwymiarowych złożeń. Można również tworzyć dwuwymiarowe rysunki (2D) trójwymiarowych złożeń (3D). Jedną z najważniejszych funkcji aplikacji polega na tym, że dowolna zmiana wprowadzona w określonej części znajduje natychmiastowo odzwierciedlenie na wszystkich uprzednio wykonanych rysunkach i całej konstrukcji. System zawiera szereg narzędzi, wspomagających wykonywanie zadań inżynierskich, takich jak np. tworzenie renderów części, przeprowadzanie analiz kinematycznych oraz wytrzymałościowych [2].

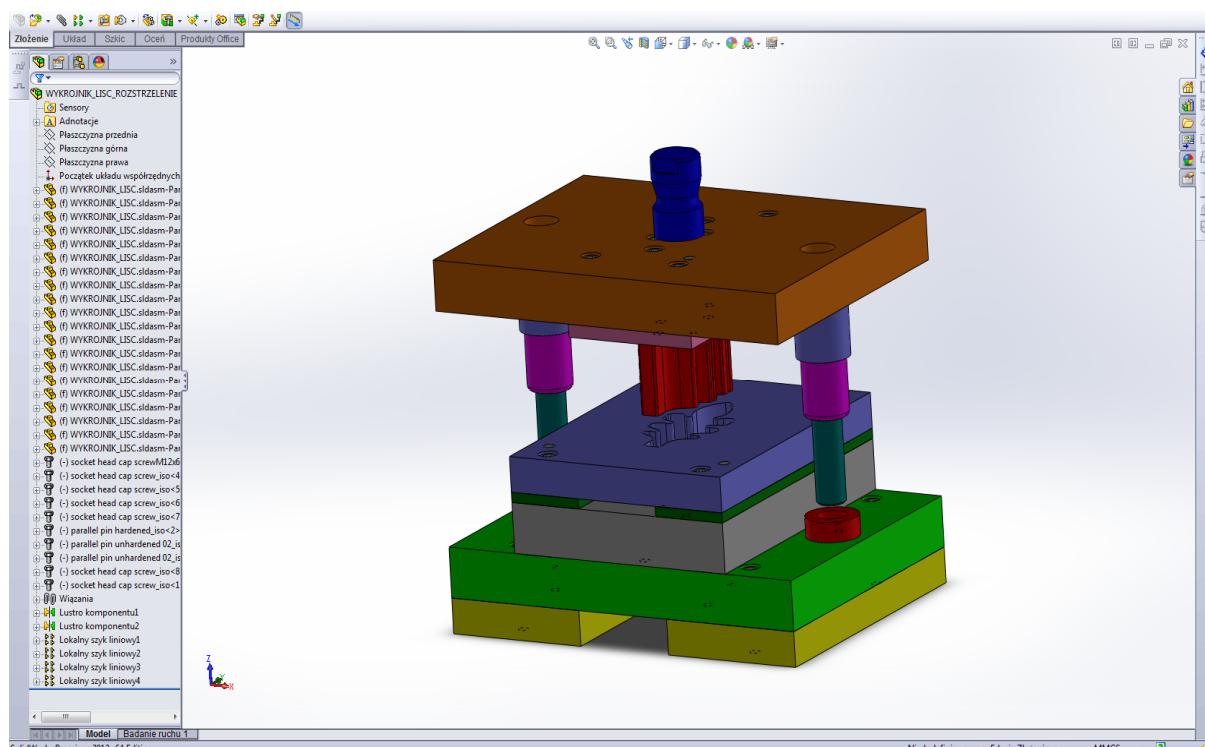
Korzystając z narzędzia jakim jest system SolidWorks wykonano w praktyce projekt wykrojnika do produkcji liścia ozdobnego. Liść ma być wykrawany za pomocą zaprojektowanego narzędzia z blachy stalowej o grubości 2mm. Informacje te zostaną uwzględnione przy modelowaniu przyrządu głównie pod kątem wytrzymałości i trwałości oraz dobraniu prawidłowego luzu pomiędzy stemplem a matrycą. Pierwszym krokiem modelowania było wykonanie szkicu obrazującego kształt przyszłej wypraski (rys. 2a). Na jego podstawie w oparciu o operację *"wyciągnięcia i kieszeni"* wykonano trójwymiarowe modele stempla i matrycy, które przedstawiono na rys. 2b.



Rys. 2. Kształt liścia (a) stempel i matryca (b).

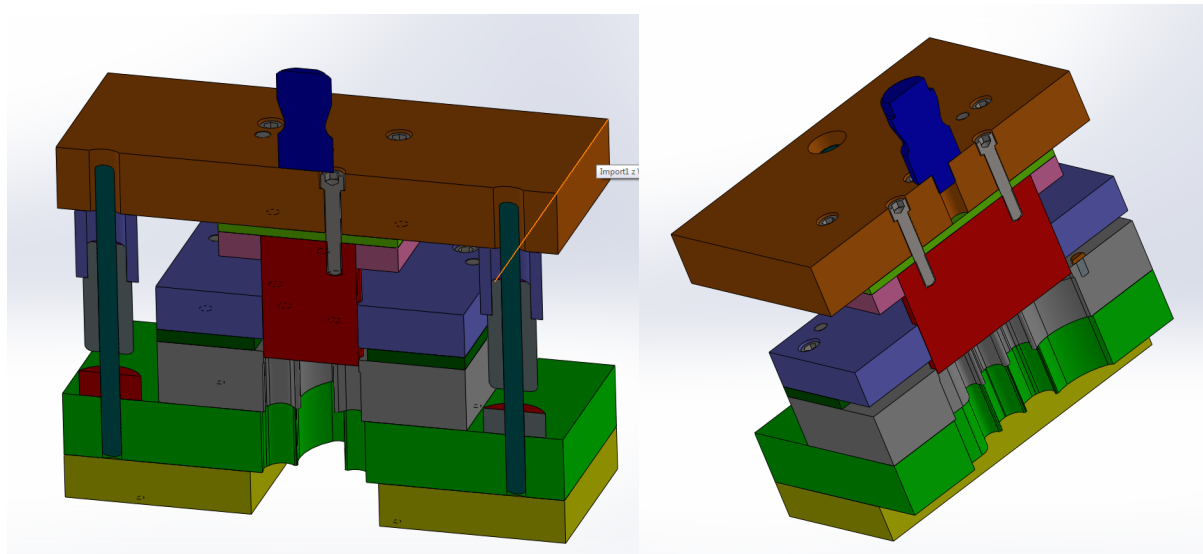
W kolejnym etapie zaprojektowano części odpowiadające za prawidłową pracę wykrojnika, a następnie posługując się opcjami modułu służącego do wykonywania złożeń dokonano ustawienia ich we właściwych miejscach. Czynność ta polegała na powiązaniu wszystkich części względem siebie za pomocą odpowiednich więzów. Elementy standardowe takie jak:

śruby, nakrętki, podkładki oraz kołki bazujące zostały zaimportowane z biblioteki części w jaką wyposażony jest system. Kompletny zespół wykrojnika przedstawia rys. 3.

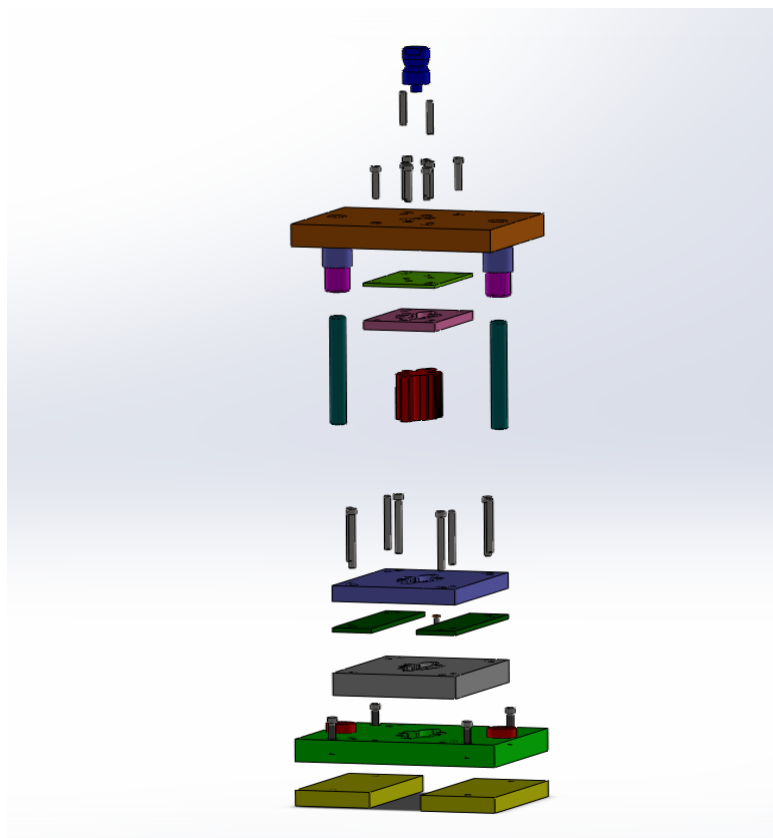


Rys. 3. Zespół wykrojnika.

Korzystając z funkcji programu takich jak *"przekroje i przesuw elementów"* wykonano analizy konstrukcji pod względem ewentualnych kolizji i prawidłowej kinematyki projektowanego przyrządu (rys. 4). Działania te umożliwiają w szybki i prosty sposób wykryć wszelkie nieprawidłowości konstrukcyjne.



Rys. 4. Przekroje poprzeczne narzędzia.



Rys. 5. Widok rozstrzelony

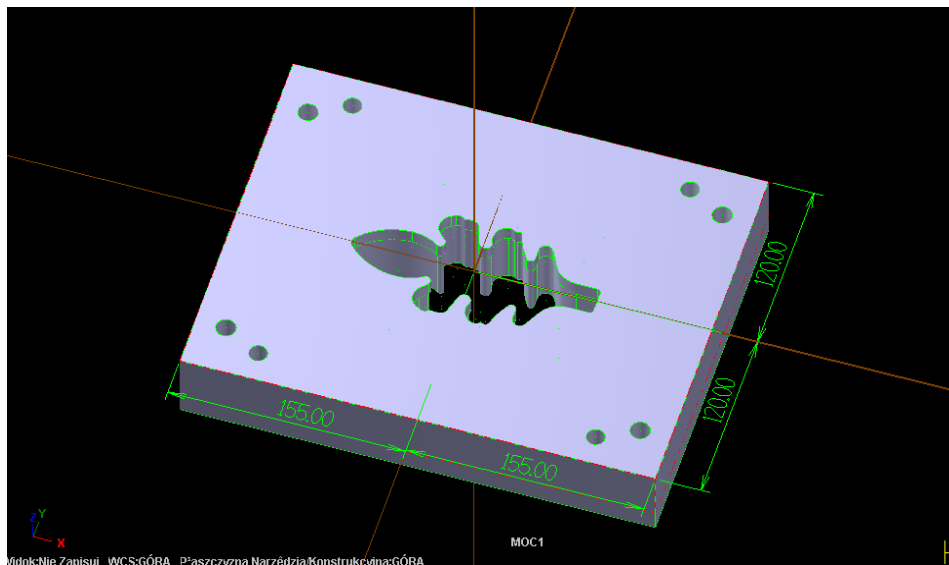
Na rys. 5 przedstawiono tzw. widok "rozstrzelony" wykrojnika (rozwiniecie poszczególnych elementów). Operacja ta ułatwia zlokalizowanie poszczególnych części w całym złożeniu, co może być swojego rodzaju ułatwieniem technologii montażu projektowanego urządzenia. W ten sposób uzyskano kompletny projekt narzędzia jaki jest wykrojnik, a otrzymane modele i rysunki będą wykorzystane do sporządzenia właściwego planu produkcji i wygenerowania kodów sterujących na odpowiednie maszyny.

3. OPRACOWANIE TECHNOLOGII W SYSTEMIE MASTERCAM.

W celu opracowania technologii wcześniej zamodelowanych konstrukcyjnych części wykrojnika do blach i wygenerowania kodów sterujących na maszyny CNC wykorzystano program Mastercam. Jest to zintegrowanym pakietem oprogramowania CAD/CAM, który tworzy geometrię elementu, umożliwia przygotowanie planu technologii obróbki, wizualizuje graficzną drogę narzędzia, dokonuje weryfikacji prawidłowości obróbki i generuje programy NC. System wspomaga prace projektowania technologii w układzie, 2 do 5-osiowego frezowania, toczenia, 2 i 4-osiowego elektroerozyjnego wycinania drutowego, wykrawania i rozkładania blach, cięcia plazmowego i laserowego. Dzięki olbrzymim możliwościom programu Mastercam jest idealnym narzędziem do opracowywania procesów technologicznych obróbki na obrabiarki CNC. Użytkownik programu oprócz wykreowania geometrii przedmiotu, może ją przeanalizować, poddać obróbce, skontrolować drogę narzędzia i wizualizować w sposób dynamiczny proces obróbki łącznie z obliczaniem czasu maszynowego, może zasymulować proces obróbki na modelu bryłowym i zobaczyć na ekranie efekt obróbki łącznie ze śladami powstałymi po przejściu narzędzia. Dzięki swojej uniwersalności system pozwala w każdej chwili na zmianę parametrów obróbki, zmianę narzędzia i modyfikację jego ścieżki, a następnie

na ponowną wizualizację obróbki. Użytkownik zanim prześle program na maszynę, może dokładnie na ekranie komputera sprawdzić efekt swojej pracy [3]

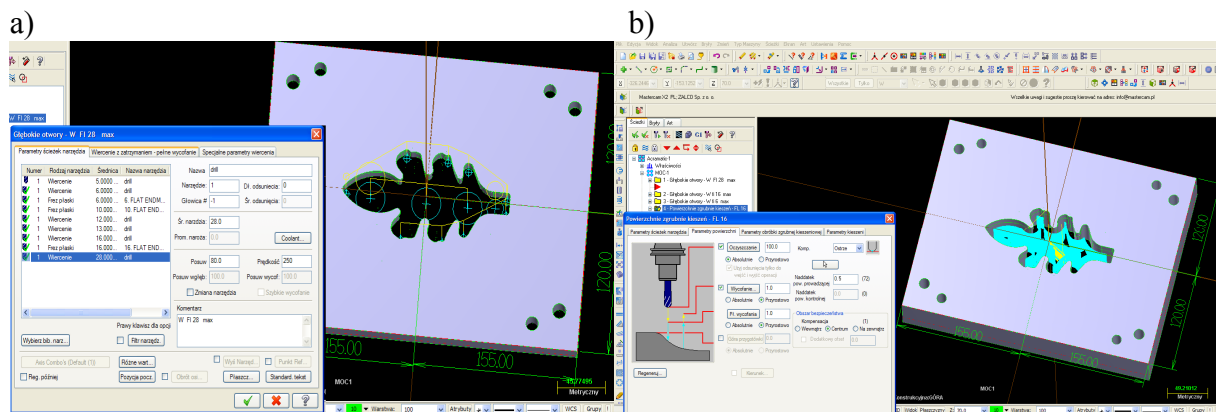
Aby przybliżyć możliwości programu odnośnie sporządzenia planu obróbczego na centra frezerskie przedstawiono sposób przygotowania produkcji matrycy, wykonanej z materiału NMV, będącej jednym z głównych elementów zaprojektowanego wykrojnika (rys. 5).



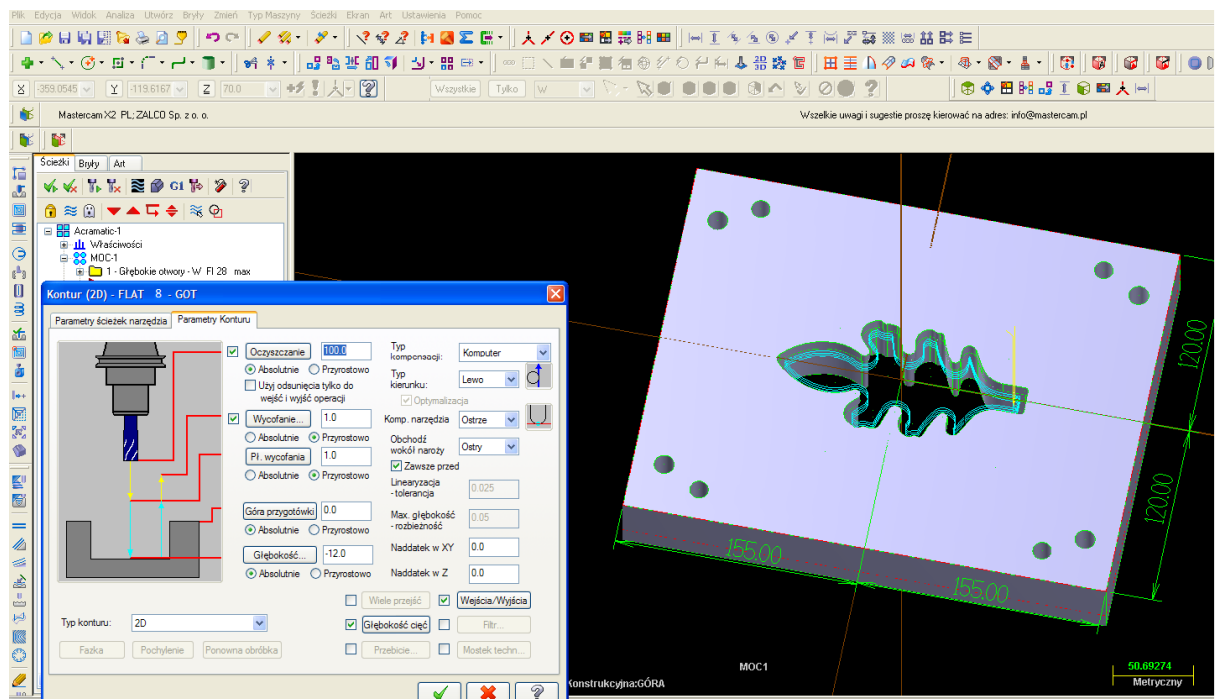
Rys. 5. Matryca wykrojnika do blach.

Prace należy rozpocząć od importu wcześniej przygotowanej geometrii w programie SolidWorks. Import danych dokonano korzystając z formatu parasolid (*.x_t). Czynnościami, jakie są konieczne do wykonania przed rozpoczęciem projektowania operacji technologicznych jest przyjęcie bazy oraz zdefiniowanie półfabrykatu. W przedstawionym przypadku bazą będzie środek płyty, a $Z=0$ będzie na jej górnej powierzchni. Jako półfabrykat przyjęto kostkę o wymiarach zewnętrznych płyty matrycowej.

Pierwszy krok stanowi wykonanie procesu wywiercenia otworów technologicznych o średnicy 6, 16, 28 mm, które wprowadzono, żeby ułatwić proces frezowania wybrania w matrycy (rys. 6a). Wykorzystując cykl obróbki "powierzchnia zgrubna kieszeń" za pomocą głowicy frezerskiej o średnicy 16 mm wybrano zgrubnie materiał o kształcie liścia, zostawiając naddatek na ściankach o grubości 0,5 mm (rys. 6b). Aby uniknąć trudnych dla głowicy wejść po spirali w pełnym materiale użyto opcji "wejście w punkcie" i wykorzystano jeden z wcześniej wywierconych otworów. Dzięki temu frez był mniej narażony na zużycie. Głowica poruszała się z prędkością obrotową 1500 obr/min, przesuwem 800 mm/min i zbierała warstwę materiału o grubości 0.5 mm. Przeprowadzono także, zgrubne wiercenie otworów 12 H7 ustalających pozycję matrycy względem płyty mocującej dolnej i wiercenie otworów 13 pod śruby M12. Tak wstępnie obrobioną matrycę wysłano do hartowni w celu poddania obróbce cieplnej, po której jej twardość powinna mieścić się w granicach 60÷63 HRC. Po uzyskaniu odpowiedniej twardości płyta matrycy została przeszlifowana i powróciła na centrum frezerskie w celu przeprowadzenia obróbki wykańczającej. Przy użyciu freza o średnicy 8mm przeprowadzono obróbkę wykańczającą powierzchni tnących matrycy o kształcie liścia za pomocą operacji "kontur 2D" oraz wytoczono otwory 12 H7 (rys. 7). Po obróceniu płyty, ostatnim zabiegiem jaki należało wykonać było zrobienie "odciążenia" bocznych powierzchni matrycy w kształcie liścia, tak żeby powierzchnia tnąca miała grubość 10 mm. Do tej operacji również wykorzystano opcję "kontur 2D" stosując frez o średnicy 12 mm.

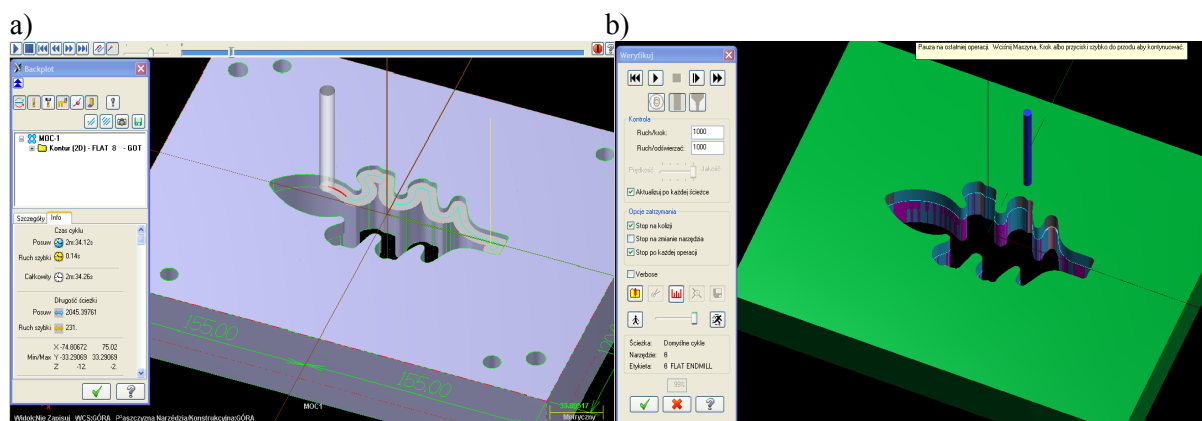


Rys. 6. Wiercenie otworów technologicznych (a) i frezowanie kieszeni (b).



Rys. 7. Obróbka wykańczająca gniazda matrycy.

Przy pomocy funkcji programu "Backplot" (rys 8a) prześledzono krok po kroku ścieżki wszystkich narzędzi występujących w procesie technologicznym i oszacowano przybliżony czas obróbki. Funkcja ta między innymi umożliwia obserwację zachowania się narzędzia podczas wejść i wyjść z materiału, określa czy pokrycie jest prawidłowe i ocenia wiele innych sytuacji występujących podczas obróbki. Funkcja "weryfikacji" pozwala na wykrycie ewentualnie występujących kolizji oraz umożliwia na teoretyczne określenie czy wyniku założonych operacji otrzymany element spełni oczekiwania odnośnie dokładności wykonania (rys 8b). Po zaakceptowaniu procesu obróbczego i wyborze odpowiedniego postprocesora (LAMB FANUC) wygenerowano kod sterujący na obrabiarkę CINCINNATI CFV-1300i, na której wykonano matrycę (rys.9).



Rys. 8. Symulacja ścieżki narzędzia (a) i weryfikacja przebiegu obróbki (b).



Rys.9. Wykrojnik i wykonana wypraska.

4. PODSUMOWANIE

Dzięki wykorzystaniu powyższego oprogramowania służącego do komputerowego wspomagania projektowania i wytwarzania, nowoczesne narzędziownie mogą w profesjonalny sposób przygotować i planować produkcję rozmaitych przyrządów, które bardzo często charakteryzują się złożoną konstrukcją. Oprogramowanie CAD/CAM bardzo często umożliwia, po wprowadzeniu określonych zmian, na wykorzystanie już istniejących projektów, co w znaczny sposób przyspiesza przygotowanie produkcji. Dzięki scharakteryzowanym powyżej analizom inżynierskim i symulacją procesów obróbki prawdopodobieństwo osiągnięcia zamierzonych efektów produkcyjnych znacznie wzrasta, co również pozwala na spełnienie rosnących oczekiwań odbiorców wykorzystywanego oprzyrządowania. Przedstawiony powyżej przykład ilustruje jak cenne narzędzie w rękach inżynierów stanowią programy z grupy CAD/CAM.

LITERATURA:

- [1]. Olszak W. *Obróbka skrawaniem*. WNT Warszawa 2008
- [2]. www.solidworks.pl
- [3]. www.mastercam.pl
- [4]. www.mag-rys.com.pl
- [5]. Markiewicz E., Wajda F.: *Album konstrukcji tłoczników*. WNT Warszawa 1974