Łukasz Wojtasik, Marcin Więtczak, Wojciech Kaniewski

Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa we Włocławku

Wybrane aspekty wspomagania komputerowego w technologii maszyn

Selected aspect of computer support in machine technology

Streszczenie

W artykule przedstawiono w sposób praktyczny wspomaganie komputerowe zastosowane w opracowaniu technologii obróbki skrawaniem. Do obliczania składników czasu operacji dla produkcji średnioseryjnej zastosowano popularny program *Excel*, natomiast do opracowania technologii na obrabiarki sterowane numerycznie użyto programu *Esprit* a w projektowaniu oprzyrządowania technologicznego zastosowano program *Creo Parametric*.

Słowa kluczowe: wspomaganie komputerowe, technologia maszyn

Abstract

The article presents in a practical computer support used in the development of machining technology. To calculate the components of the processing time for the production of medium series applied the popular program *Excel*, and to the development of technology for the numerically controlled machine tools used program *Esprit*, and to design of tooling applied program *Creo Parametric*.

Keywords: computer support, machine technology

1. Wprowadzenie

W opracowaniu technologicznym dotyczącym wytwarzania części maszyn za pomocą obróbki skrawaniem, dużej pracochłonności wymagają, między innymi, obliczenia składników czasu operacji oraz projektowanie oprzyrządowania obróbkowego. W Zakładzie Mechaniki i Budowy

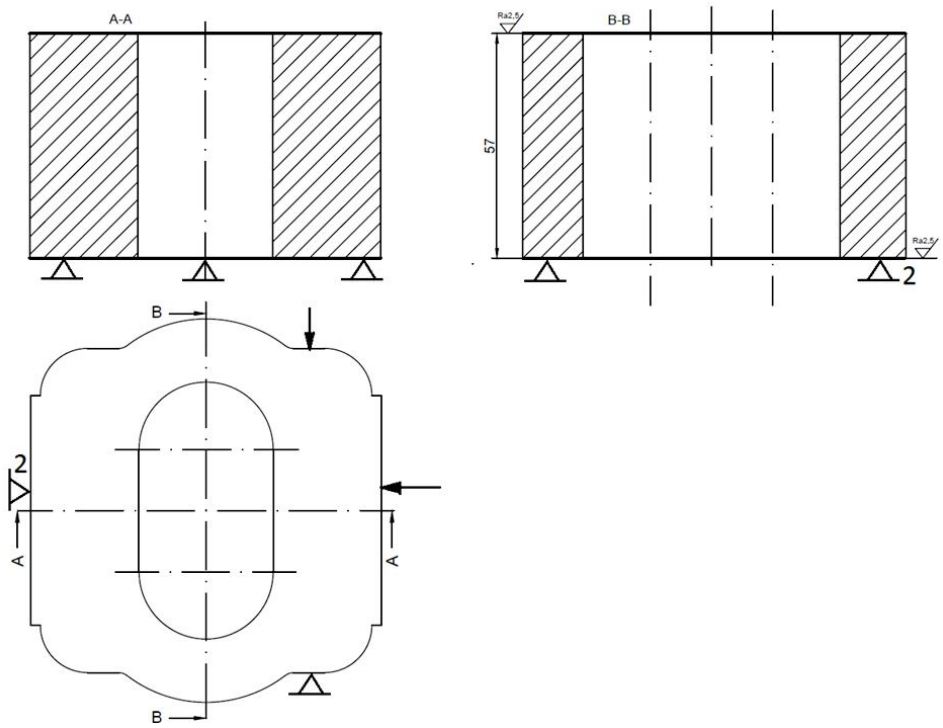
Maszyn Państwowej Szkoły Zawodowej we Włocławku do tych prac wprowadzono dostępne wspomaganie komputerowe znacznie ułatwiające i skracające proces projektowania procesów technologicznych.

2. Wspomaganie komputerowe w opracowaniu procesu technologicznego na obrabiarki konwencjonalne

Na podstawową dokumentację procesu technologicznego obróbki skrawaniem składają się: karta technologiczna (plan operacji), karty instrukcyjne obróbki skrawaniem i obróbki cieplnej, karta instrukcyjna kontroli technicznej oraz karta normowania czasu operacji (karta kalkulacyjna). Najbardziej pracochłonne jest opracowanie karty kalkulacyjnej. Wymaga ono obliczenia tzw. czasu głównego t_g, które wykonuje się w oparciu o podstawowy wzór fizyczny, jako iloraz drogi narzędzia L i jego prędkości względem przedmiotu f_{min} (tzw. posuwu minutowego). Droga narzędzia zależy od wymiarów przedmiotu, a niekiedy również od wymiarów narzędzia (np. od średnicy freza przy frezowaniu), natomiast f_{min} dobiera się z normatywów [1, 4]. Inne składniki czasu operacji (czas pomocniczy t_p i czas przygotowawczo-zakończeniowy t_{pz}) dobiera się z tablic zamieszczonych w literaturze [1] lub określa się w zależności od składników czasu powyżej określonych (czas uzupełniający t_u – jako pewien procent sumy t_g i t_p). Obliczone lub dobrane powyższe składniki czasu operacji sumuje się następnie do ostatecznej wartości czasu operacji t_o. Ze względu na występowanie w procesach technologicznych obróbki skrawaniem kilkudziesięciu lub więcej zabiegów wymagających obliczenia składnika czasu t_g oraz kilkunastu lub więcej operacji zawierających te zabiegi i wymagających obliczenia pozostałych składników oraz czasu t_o, związana z tym pracochłonność jest bardzo duża. W celu ograniczenia tej pracochłonności, do skrótowo powyżej opisanych obliczeń, zastosowano popularny program obliczeniowy Excel. Wymagało to dostosowania (znanych z literatury np. [2,3]) i wprowadzenia do tego programu formularza karty kalkulacyjnej, który w wypełnionej formie dla operacji frezowania według szkicu operacyjnego (rysunek 1), przedstawia rysunek 2.

Przydatnym również narzędziem podczas projektowania procesów technologicznych jest aplikacja udostępniana przez firmę *Sandvik Coromant* pod nazwą *Coro Guide* [4]. Dzięki niej możliwy jest dobór odpowiednich narzędzi skrawających, oraz parametrów skrawania zapewniających najbardziej wydajną i opłacalną obróbkę, co jest szczególnie ważne w przypadku produkcji seryjnej, wielkoseryjnej i masowej. Program ten jest bardzo intuicyjny i prosty w obsłudze. Wystarczy wybrać rodzaj obróbki, materiał obrabiany, określić odpowiednie parametry dotyczące zabiegu oraz wymiary geometryczne detalu, a algorytm wyświetla nam odpowiednie do tego zadania narzędzia oraz optymalne parametry skrawania, a także czas główny wykonania zabiegu.

Rysunek 1. Szkic operacyjny



Źródło: Opracowanie własne.

3. Wspomaganie komputerowe obróbki na obrabiarkach sterowanych numerycznie

Obróbkę na obrabiarkach sterowanych numerycznie (CNC) planuje się z zastosowaniem różnego typu programów komputerowych (np.: *MasterCAM*, *SmarCAM*, *EdgeCAM* itp.) które umożliwiają wygenerowanie kodu sterującego obrabiarką (tzw. G-kodu). Jednym z nowszych i bardzo praktycznym jest program *Esprit*, który jest wysoko wydajnym, pełnozakresowym systemem *CAD/CAM* dla wielu rodzajów obróbki. Program ten steruje obrabiarkami w tysiącach zakładów na całym świecie, i jest dostępny w ponad 17 językach.

Rysunek 2. Dostosowana do programu Excel karta normowania czasu operacji

ZAKŁAD MECHANIKI I BUDOWY MASZYN PWSZ WŁOCŁAWEK	Karta normowania obróbki	Nazwa części: Korpus	Symbol: RS-3
	Nazwa operacji: Frezowanie	Stanowisko robocze: Frezarka pionowa	Nr operacji: 10
Rodzaj materiału: GJL-250	Półfabrykat: Odlew	Liczba szt. w serii n_s: 5000	t_{pz} [min] 32

Nr Zabiegu	Treść zabiegu	Narzędzia skrawające			Wymiary obrabianych powierzchni					Warunki obróbki						Czas główny t_g [min]	Czas pomocniczy t_p [min]			
		Nazwa	Symbol	Wymiary	Średnica D [mm]	Długość l [mm]	Szerokość B [mm]	Dobieg i wybieg [mm]	Dł. obl. dobiegu i wybiegu L [mm]	Naddatek [mm]	Głębokość skrawania a_p [mm]	Liczba przejść i	Prędkość skrawania Vc [m/min]	Posuw f [mm/min]	Liczba obrotów n [obr/min]		Przemocowanie	Związany z zab.	Zmiana war. obr.	Pomiar
1.	Zamocować przedmiot	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-
2.	Frezować zgrubnie na wymiar 59	głowica frezarska	345	63	-	97	86	34,5+3	134,5	1,5	1,5	2	210	2020	1020	0,133	-	0,08	0,03	-
3.	Frezować dokładnie na wymiar 58,5	głowica frezarska	345	63	-	97	86	34,5x2	166	0,5	0,5	2	230	1510	1140	0,22	-	0,06	0,03	0,1
4.	Przemocować przedmiot	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	-	-	-
5.	Frezować zgrubnie na wymiar 59	głowica frezarska	345	63	-	97	86	34,5+3	134,5	1	1	2	210	2020	1020	0,133	-	0,08	0,03	-
6.	Frezować dokładnie na wymiar 58,5	głowica frezarska	345	63	-	97	86	34,5x2	166	0,5	0,5	2	230	1510	1140	0,22	-	0,06	0,03	0,1
7.	Odmocować przedmiot	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-
Opracował:		Sprawdził:					Zatwierdził:			Razem:						0,71	2,80			

Czas uzupełniający:	t_u=10%∑(t_g+t_p)=	0,35	[min]
Czas operacji:	t_o=	3,51	[min]
Czas wykonania serii:	t_{serii}=	322	[h]

Źródło: Opracowanie własne

Esprit daje możliwość obsługi najbardziej zaawansowanych obrabiarek. *Esprit* zadowala nawet najbardziej wymagających programistów i znajduje zastosowanie nawet w najbardziej skomplikowanej obróbce detali. Jako jeden z nielicznych programów oferuje pełną bibliotekę postprocesorów w cenie licencji i bez dodatkowych opłat po konkurencyjnych cenach.

Program posiada specjalne karty technologiczne (zawierające m.in. dedykowane ustawienia i opcje) przeznaczone dla konkretnych producentów maszyn m.in. Haas, Sodick, ONA, Charmilles, Fanuc, Mori Seiki, Mazak.

Przykładowy G-kod utworzony w programie Esprit do sterowania obróbką przedmiotu pokazanego na rysunku 4, przedstawiony jest na rysunku 3.

Rysunek 3. Przykładowy G-kod utworzony w programie Esplit

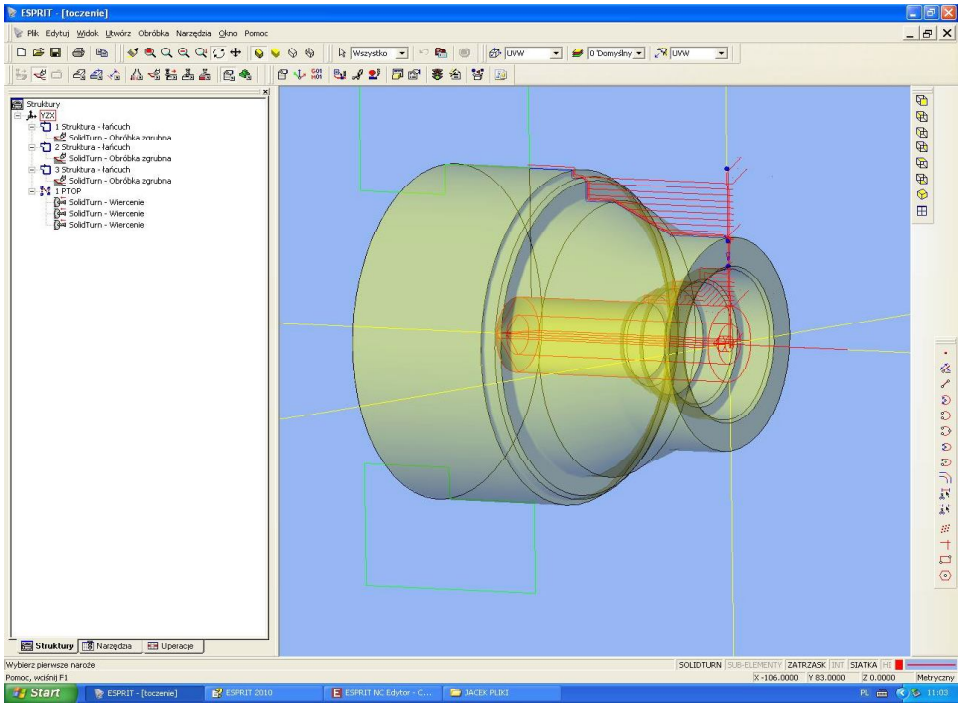
```
T101;
G54;
G90;
G50 S1500 M03;
G96 S120;
G00 X96. Z3.;
GO1 X96. F0.2;
G01 X-1.;
G00 X96. Z3.;
G71 P1 Q12 D2. U0.2 W0.3 F0.2;
N1 G01 X26.;
N2 G01 X30. Z-2.;
N3 G01 Z-20.;
N4 G01 X26. Z-22.;
N5 G01 Z-25.;
N6 G01 X40.;
N7 G01 X50. Z-45.;
N8 G01 Z-52.;
N9 G01 X56. Z-55. R3.;
N10 G01 X80.;
N11 G01 Z-60.;
N12 G01 X90.;
G00 X96. Z3.;
G70 P1 Q12
G28
M30
```

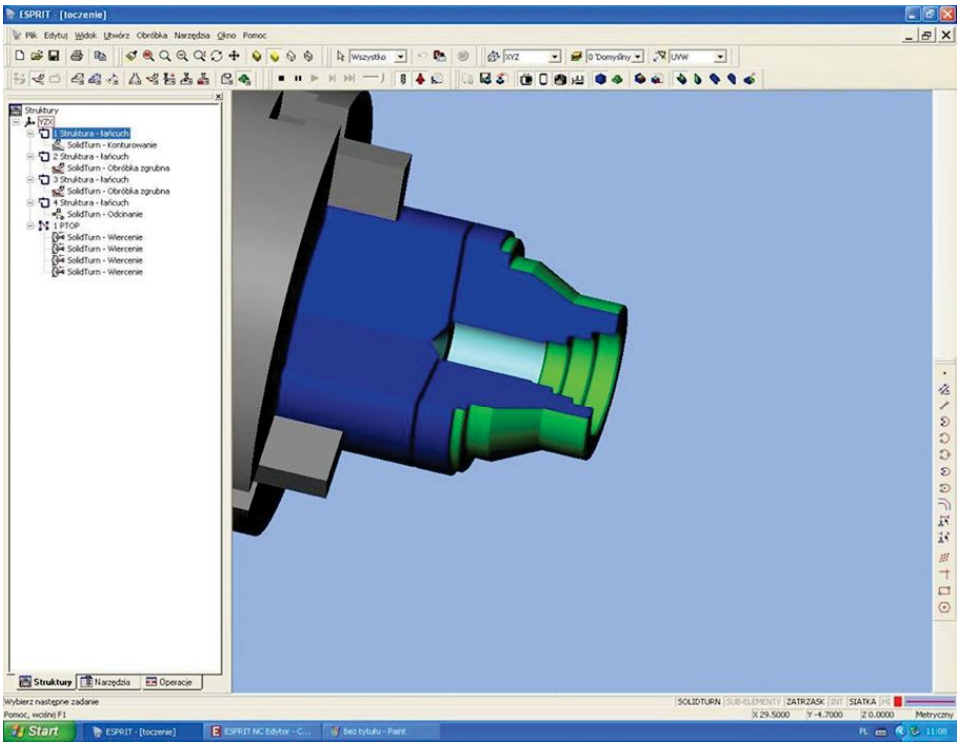
Źródło: Opracowanie własne.

4. Wspomaganie komputerowe w opracowaniu oprzyrządowania obróbkowego

Z podstawowej wiedzy technologicznej wiadomo jest, iż specjalne oprzyrządowanie obróbkowe stosowane jest w produkcjach średnioseryjnych, charakterystycznych dla krajowego przemysłu maszynowego. Na opracowanie tego oprzyrządowania składają się projekty uchwytów i przyrządów obróbkowych wymaganych w poszczególnych operacjach. Projekt uchwytu obróbkowego wymaga obliczeń wytrzymałościowych oraz sporządzenia rysunku złożeniowego i rysunków wykonawczych części.

Rysunek 4. Widok przykładowego przedmiotu obrobionego według wygenerowanego w programie Esprit G-kodu





Źródło: Opracowanie własne.

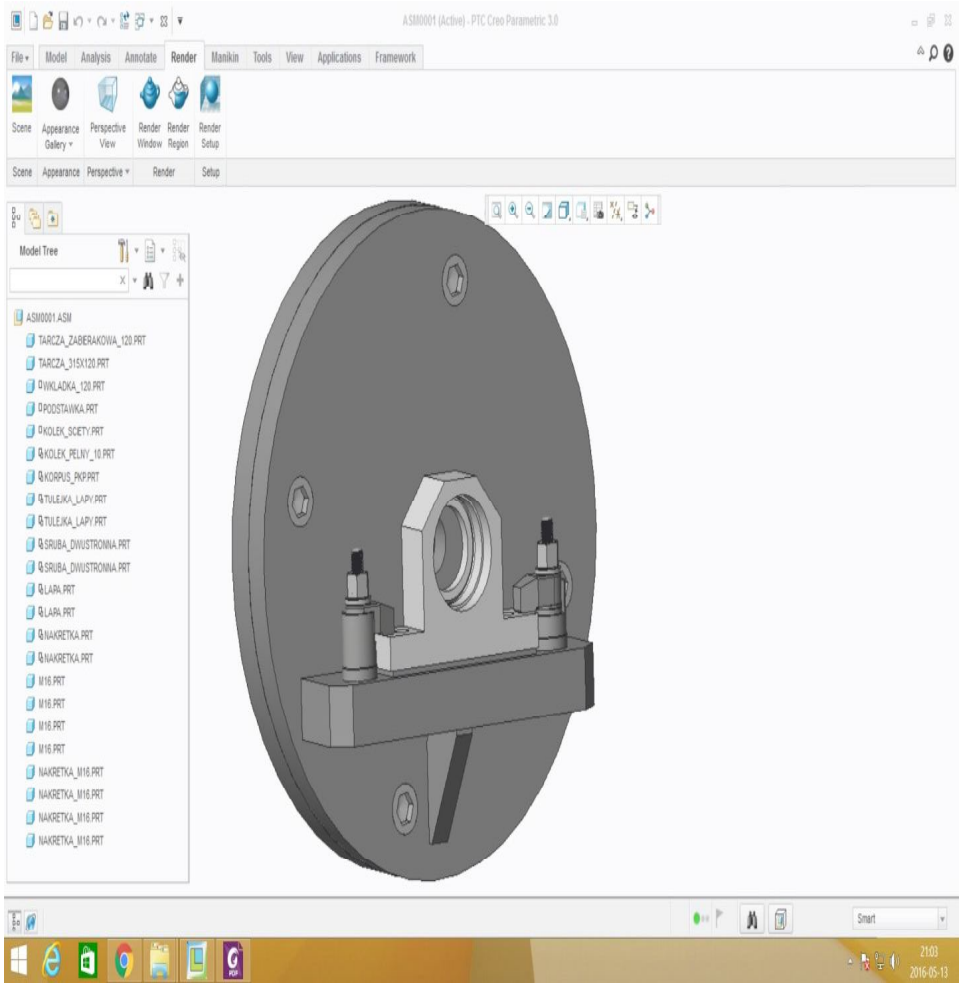
Ten ostatni, rysunkowy fragment prac jest najbardziej pracochłonny. W celu ograniczenia tej pracochłonności, zastosowano program komputerowy *Creo Parametric*, jest to zintegrowany, w pełni skalowalny system wspomagania procesów projektowania i wytwarzania (CAD/CAM/CAE), który może znaleźć zastosowanie na wszystkich etapach cyklu powstawania produktu.

Główną i cenną cechą tego programu jest jego uniwersalność i możliwość wykorzystywania w projektowania elementów, podzespołów z branży: samochodowej, elektrotechnicznej, elektronicznej, elektromechanicznej, mechanicznej, wojskowej, medycznej przetwórstwa tworzyw sztucznych. Pełna, dwukierunkowa integracja wewnętrzna systemu powoduje, że każda zmiana wprowadzona na dowolnym etapie projektu (model, złożenie, dokumentacja, proces technologiczny, symulacja), w sposób naturalny zostaje automatycznie odwzorowana w pozostałych środowiskach

programu. Dodatkowo pełna parametryczność oraz łatwość komunikacji z innymi programami pozwalającą na projektowanie i wytwarzanie produktów.

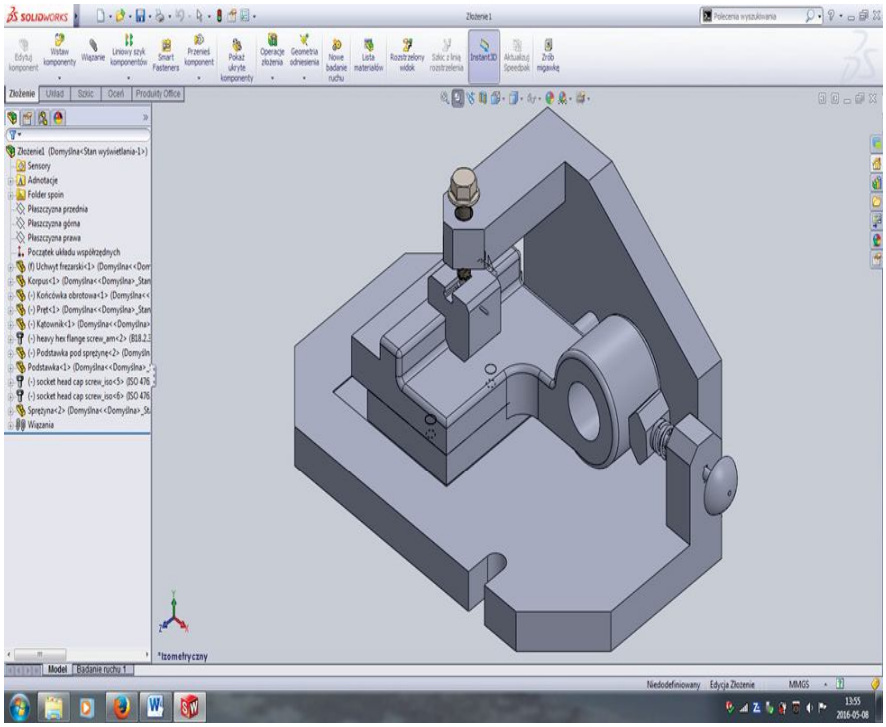
Opracowane przy pomocy tego programu uchwyty i przyrządy obróbkowe przedstawione są na rysunkach 5 ÷ 8.

Rysunek 5. Widok uchwytu tokarskiego



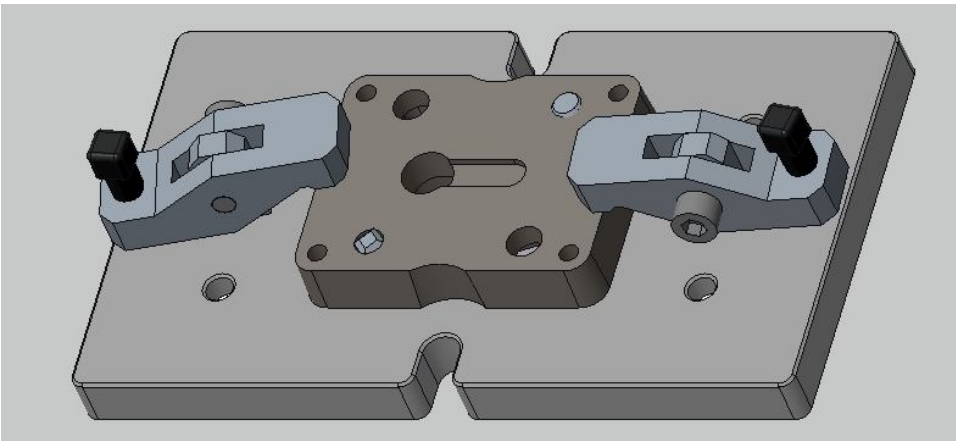
Źródło: Opracowanie własne.

Rysunek 6. Widok uchwytu frezarskiego



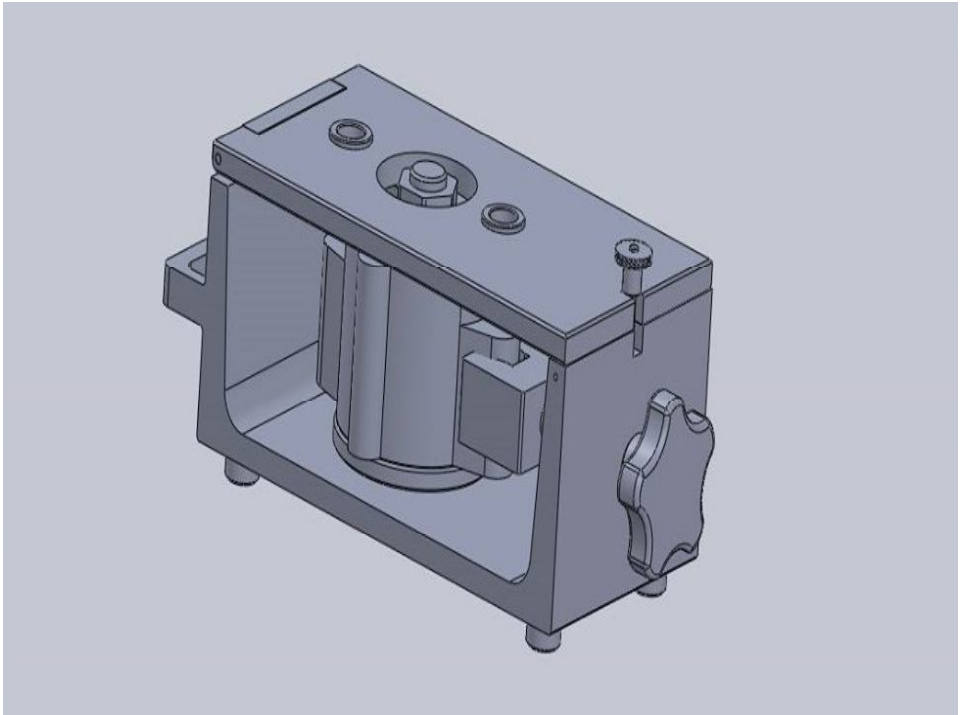
Źródło: Opracowanie własne.

Rysunek 7. Widok uchwytu frezarskiego



Źródło: Opracowanie własne.

Rysunek 8. Widok przyrządu wiertarskiego



Źródło: Opracowanie własne.

Podsumowanie

Przedstawione w artykule sposoby wspomagania komputerowego w technologii maszyn znacznie ułatwiają realizację opracowań obowiązujących podczas studiów na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn oraz wyposażają w wiedzę związaną w posługiwaniem się nowoczesnymi środkami technicznymi.

Literatura

1. R. Wołk, *Normowanie czasu pracy na obrabiarkach do obróbki skrawaniem*. WN-T Warszawa 1972.
2. M. Feld, *Podstawy projektowania procesów technologicznych typowych części maszyn*. WN-T Warszawa 2000.
3. M. Feld, *Projektowanie procesów technologicznych typowych części maszyn*. WN-T Warszawa 1994.
4. http://toolguide.sandvik.coromant.com