



Paweł POROSZEWSKI, Przemysław SIEMIŃSKI  
e-mail: pawel.poroszewski@onet.pl, psiem@ipbm.simr.pw.edu.pl  
Politechnika Warszawska, Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych, www.simr.pw.edu.pl



### Projekt konstrukcji i napędu małej, przemieszczalnej frezarki CNC.

#### Cel projektu

Praca miała na celu zaprojektowanie konstrukcji małej, 3-osiowej frezarki sterowanej numerycznie (z maksymalnym wykorzystaniem prefabrykowanych podzespołów) do obróbki tworzyw sztucznych, stopów aluminium oraz drewna i materiałów drewnopochodnych.

#### Założenia

Założeniem była możliwość jej przewożenia w samochodzie osobowym typu kombi. Użytkownikami mogli być dystrybutorzy systemów 3D CAM oraz małe firmy reklamowe i remontowe oraz instytucje edukacyjne.

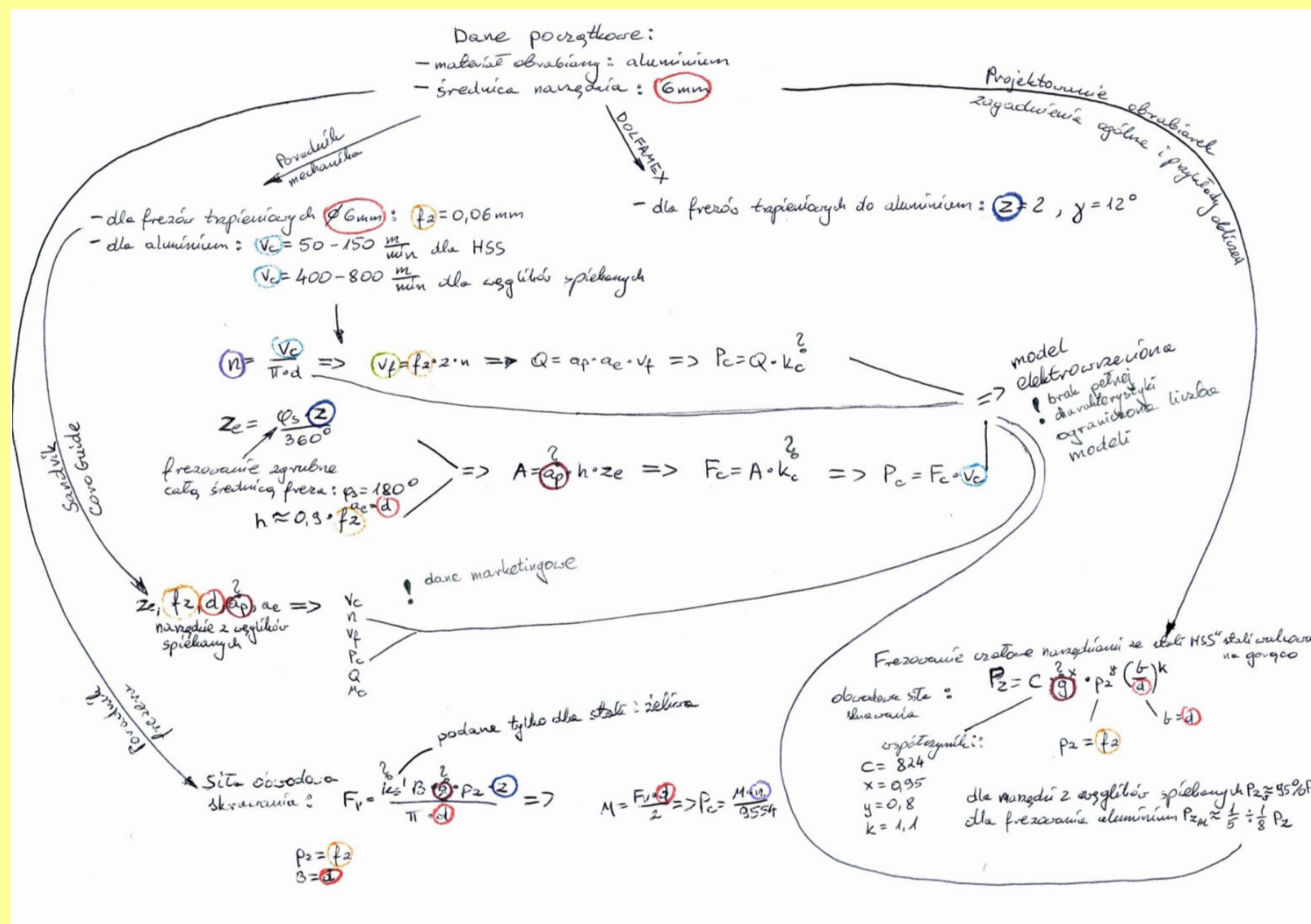
#### Proces projektowania

Podczas projektowania podzielono na trzy główne zagadnienia, które oznaczono kolorami:

- Projektowanie konstrukcji wraz z przygotowaniem parametrycznego modelu CAD
- Obliczenia sił działających na maszynę w trakcie pracy
- Obliczenia MES oraz modyfikacje modelu CAD.

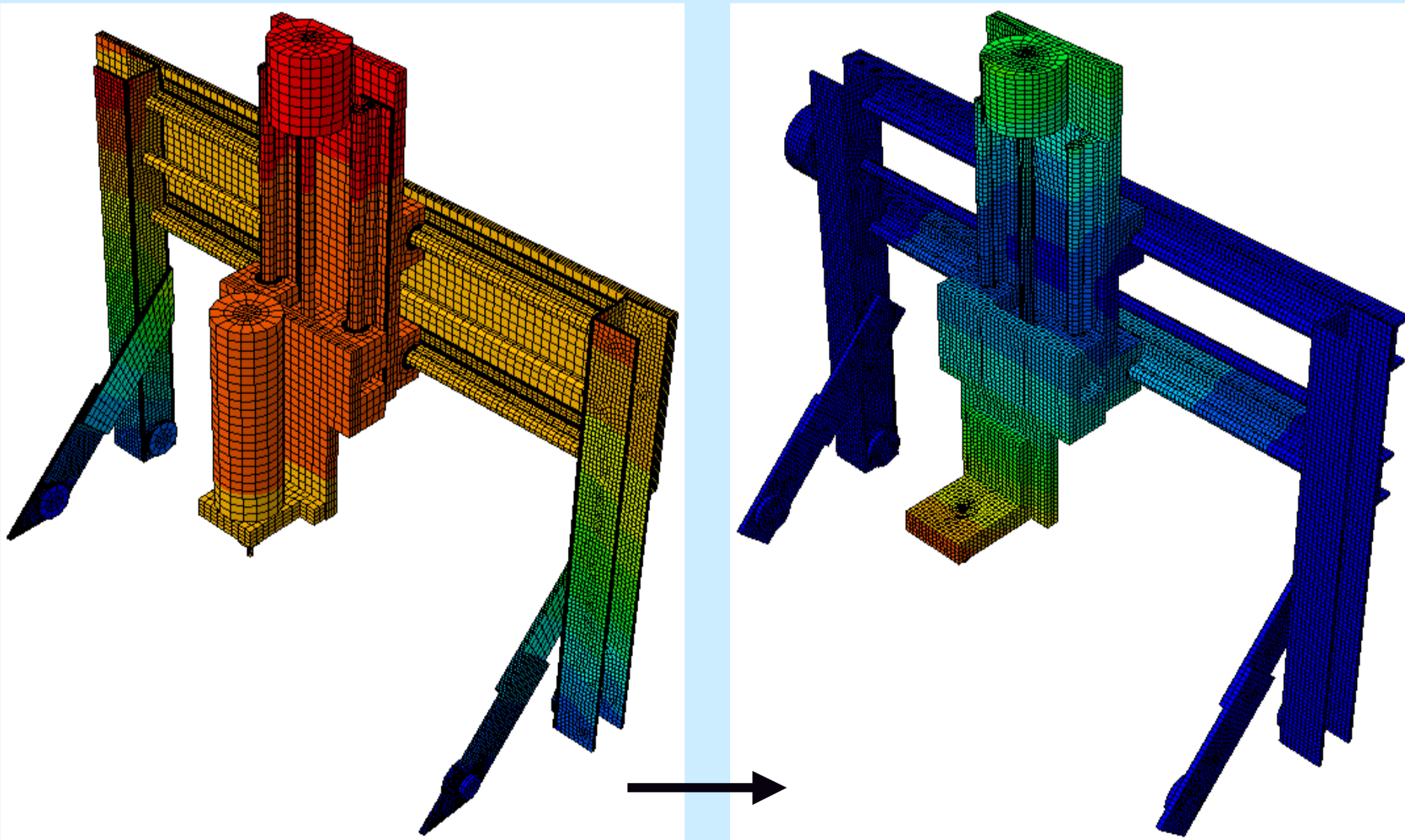
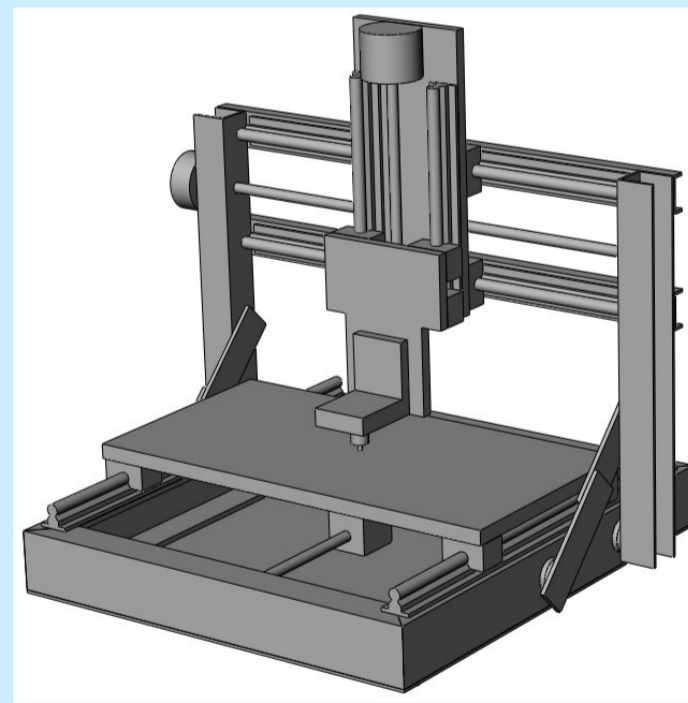
#### Obliczenia sił skrawania

Sposób obliczenia sił skrawania (szczególnie dla obróbki aluminium) wymagał wykorzystania różnych źródeł literaturowych oraz danych materiałowych i zaleceń producentów narzędzi. Wyróżniono 3 metody (pokazane poniżej na rys. w postaci oznaczonych dróg) obliczenia sił, przy czym uzyskiwane wyniki bardzo się różniły. Do obliczeń wytrzymałościowych sztywności ramy przyjęto maksymalne wartości obliczonych sił.



#### Analiza sztywności ramy:

Parametryczny model 3D konstrukcji został uproszczony na potrzeby analizy MES. Wyniki obliczeń były podstawą do modyfikacji konstrukcji, aby zapewnić żądaną sztywność. Obliczenia MES pozwoliły rozpoznać najbardziej obciążone miejsca w konstrukcji i po modyfikacjach modelu 3D CAD osiągnąć ekonomiczną klasę dokładności (ugięcie końcówki wrzeciona dla najniekorzystniejszych warunków wyniosło 306,7 µm).



#### Wybór typu konstrukcji frezarki CNC:

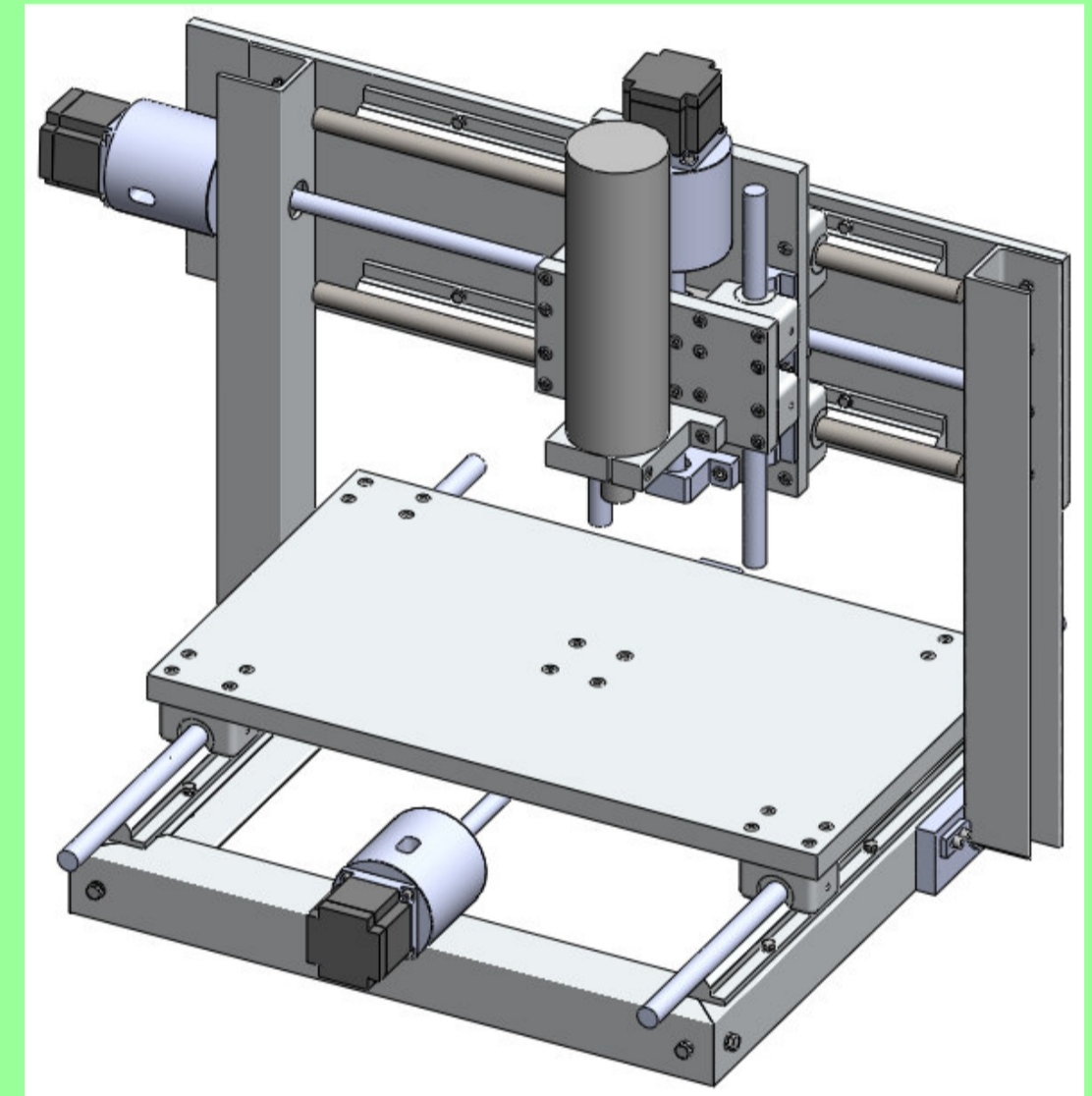
Przeanalizowano podobnych konstrukcji frezarek CNC oferowanych na polskim rynku. Wybrano 3 typy konstrukcji ramy i je przeanalizowano:

Nazwa	MILL ABC-S	MILL ABC-MAX	MILL UNI-MAX	MILL Grawera M	INTOTEC 330 S	MO 420i WOK
Obszar roboczy	600x500x60 mm	1500x1000x150 mm	900x610x75 mm	500x375x100 mm	300x400x150 mm	400x300x220 mm
Moc wrzeciona	500 W	500 W	700 W	700 W	800 W	1050 W
Maksymalna obroty wrzeciona	27 000 obr/min	27 000 obr/min	b.d.	b.d.	24 000 obr/min	b.d.
Maksymalny powłok roboczy	1 600 mm/min	2 500 mm/min	4 200 mm/min	4 800 mm/min	b.d.	7 000 mm/min
Cena	9 200 zł	21 900 zł	21 900 zł	27 000 zł	36 500 zł	16 500 zł

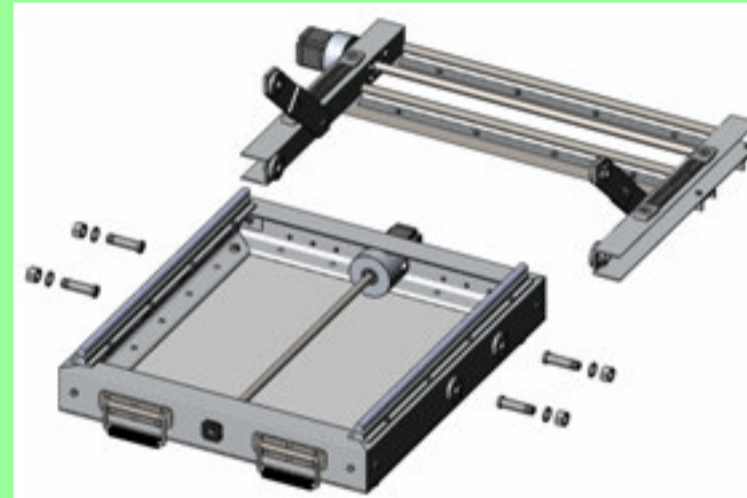
  

Nazwa	KMILA BLACKBOX 5040	KMILA BLACKBOX 40	XMD 32	FNC2050B	FIREGRAVER SMD4	AP10 PD - 240
Obszar roboczy	350x400x150 mm	400x375x130 mm	700x600x90 mm	250x250x120 mm	300x400x150 mm	300x300x250 mm
Moc wrzeciona	600 W	b.d.	2200 W	800 W	700 W	400/1000 W
Maksymalne obroty wrzeciona	18 000 obr/min	60 000 obr/min	24 000 obr/min	24 000 obr/min	b.d.	3000 obr/min
Maksymalny powłok roboczy	b.d.	b.d.	6 000 mm/min	3 000 mm/min	b.d.	1000 mm/min
Cena	b.d.	b.d.	16 000 zł	17 800 zł	30 000 zł	b.d.

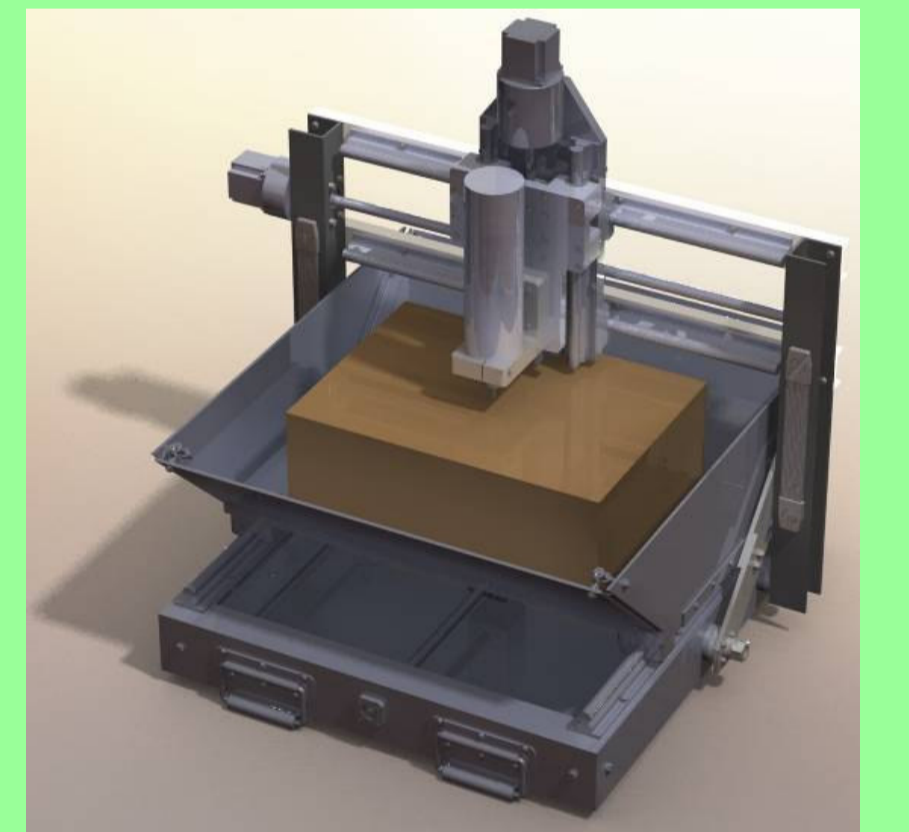
Opracowano dokładny model 3D obrabiarki:



Analiza modelu CAD wskazała na zbyt dużą masę konstrukcji, co utrudniłoby transport. Konieczne okazało się podzielenie jej na dwie części. Przewidziano specjalne osłony przestrzeni roboczej oraz uchwyty umożliwiające łatwe przenoszenie maszyny.



Sporządzono kosztorys uwzględniający podzespoły i materiał potrzebny do budowy prototypu – łącznie ok. 5000 zł.



Parametryczny model CAD umożliwił sporządzenie dokumentacji płaskiej projektu oraz wizualizację maszyny.

