

# Prototypowanie konstrukcji w technice druku 3D i CNC

Jędrzej Blaut

[blaut@agh.edu.pl](mailto:blaut@agh.edu.pl)

D1 p121


Konsultacje: poniedziałek 13:30


<https://home.agh.edu.pl/~blaut/>

# Obecność


| numer_grupy | data       | poczatek | koniec | budynek | nr_sali |
|-------------|------------|----------|--------|---------|---------|
| 1           | 19.05.2025 | 09:45    | 11:15  | D1      | 101     |
| 5           | 19.05.2025 | 11:30    | 13:00  | D1      | 101     |
| 1           | 26.05.2025 | 09:45    | 11:15  | D1      | 101     |
| 5           | 26.05.2025 | 11:30    | 13:00  | D1      | 101     |
| 2           | 27.05.2025 | 09:45    | 11:15  | D1      | 101     |
| 4           | 27.05.2025 | 11:30    | 13:00  | D1      | 101     |
| 3           | 27.05.2025 | 13:15    | 14:45  | D1      | 101     |
| 1           | 02.06.2025 | 09:45    | 11:15  | D1      | 101     |
| 5           | 02.06.2025 | 11:30    | 13:00  | D1      | 101     |
| 2           | 03.06.2025 | 09:45    | 11:15  | D1      | 101     |
| 4           | 03.06.2025 | 11:30    | 13:00  | D1      | 101     |
| 3           | 03.06.2025 | 13:15    | 14:45  | D1      | 101     |
| 1           | 09.06.2025 | 09:45    | 11:15  | D1      | 101     |
| 5           | 09.06.2025 | 11:30    | 13:00  | D1      | 101     |
| 2           | 10.06.2025 | 09:45    | 11:15  | D1      | 101     |
| 4           | 10.06.2025 | 11:30    | 13:00  | D1      | 101     |
| 3           | 10.06.2025 | 13:15    | 14:45  | D1      | 101     |
| 2           | 17.06.2025 | 09:45    | 11:15  | D1      | 101     |
| 4           | 17.06.2025 | 11:30    | 13:00  | D1      | 101     |
| 3           | 17.06.2025 | 13:15    | 14:45  | D1      | 101     |

 **Obecność jest obowiązkowa.**


 **Jedna nieobecność – bez konsekwencji.**  
Nie trzeba jej usprawiedliwiać.

 **Więcej niż jedna nieobecność – należy przedstawić usprawiedliwienie.**  
(np. zaświadczenie lekarskie, dokument uczelniany)

 **Możliwość odrobienia zajęć w innej grupie – jeżeli jest miejsce w sali.**

 Regularne uczestnictwo ułatwia realizację projektów i zaliczenie przedmiotu!

# Zasady oceny Projektu końcowego

 Zadanie: przygotowanie pliku G-code dla modelu 3D

✓ Ocena 3 (dostateczny):

Model 3D obiektu G-code zawierający 3 operacje:

planowanie (obróbka czółowa)

obróbka konturu

frezowanie kieszeni

✓ Ocena 4 (dobry): Wszystko z oceny 3,


**plus:** zmiana narzędzia

operacja wiercenia

✓ Ocena 5 (bardzo dobry): Wszystko z oceny 4,

**plus:** krótki opis doboru materiału, prędkości obróbki, narzędzi

opis kilku istotnych komend wygenerowanego G-code (np. G0, G1, M6, M3...)

 Zadanie należy oddać mailowo jako załączony plik PDF zawierający:

zrzuty ekranu modelu 3D (np. .f3d lub .step)

wygenerowany G-code (może być wklejony jako kod lub jako załącznik)

(dla oceny 5) krótki opis parametrów i komend G-code

## Wymaganie terminowości w składaniu projektu:

- Ocena 5.0 – projekt należy złożyć do 17 czerwca.
- Ocena 4.0 – projekt można złożyć do 24 czerwca.
- Ocena 3.0 – ostateczny termin składania projektu to 1 lipca.

Jędrzej Blaut (blaut@agh.edu.pl)

---

PK3D\_grupa1\_Nazwisko\_Imie

---

Dzień dobry,

w załączniku przesyłam projekt zaliczeniowy.

Wykonałem wszystkie zadania / część zadań i proponuję ocenę 5/4/3.

--

Pozdrawiam,

Nazwisko Imię

## Typowa struktura sprawozdania

- Strona tytułowa
  - Nazwa uczelni, wydział, nazwa przedmiotu
  - Temat ćwiczenia/projektu
  - Imię i nazwisko autora, grupa, data wykonania ćwiczenia
- Cel ćwiczenia/projektu
  - Krótki opis, czego dotyczyło ćwiczenie i jaki był jego główny cel
- Wstęp teoretyczny
  - Zwięzłe przedstawienie podstaw teoretycznych dotyczących tematu
  - Najważniejsze wzory, ich uzasadnienie
- Opis zadania/obiektu/metody
  - Szczegółowy opis tego, co było przedmiotem projektowania
- Przebieg ćwiczenia/projektu
  - Kolejne etapy realizacji zadania (np. projekt w programie, dobór materiału, parametry narzędzi, generowanie kodu)
  - Opis zastosowanych metod i uzasadnienie wyborów
- Wyniki
  - Przedstawienie wyników obliczeń
  - Opis wygenerowanego kodu (np. fragment GCODE z komentarzem)
- Analiza i interpretacja wyników
  - Omówienie uzyskanych rezultatów, odniesienie do celu ćwiczenia
  - Wskazanie ewentualnych trudności i sposobów ich rozwiązania
- Wnioski
  - Podsumowanie najważniejszych obserwacji i zdobytych umiejętności
  - Ocena poprawności wykonania zadania i możliwe usprawnienia

## Dodatkowe wskazówki

- Sprawozdanie powinno być napisane jasno, zwięźle i rzeczowo, bez zbędnych ogólników
- Jeśli w sprawozdaniu pojawia się kod (np. GCODE), należy dodać komentarze wyjaśniające jego działanie
- Wnioski powinny zawierać refleksję nad przebiegiem ćwiczenia, napotkanymi problemami i ich rozwiązaniami

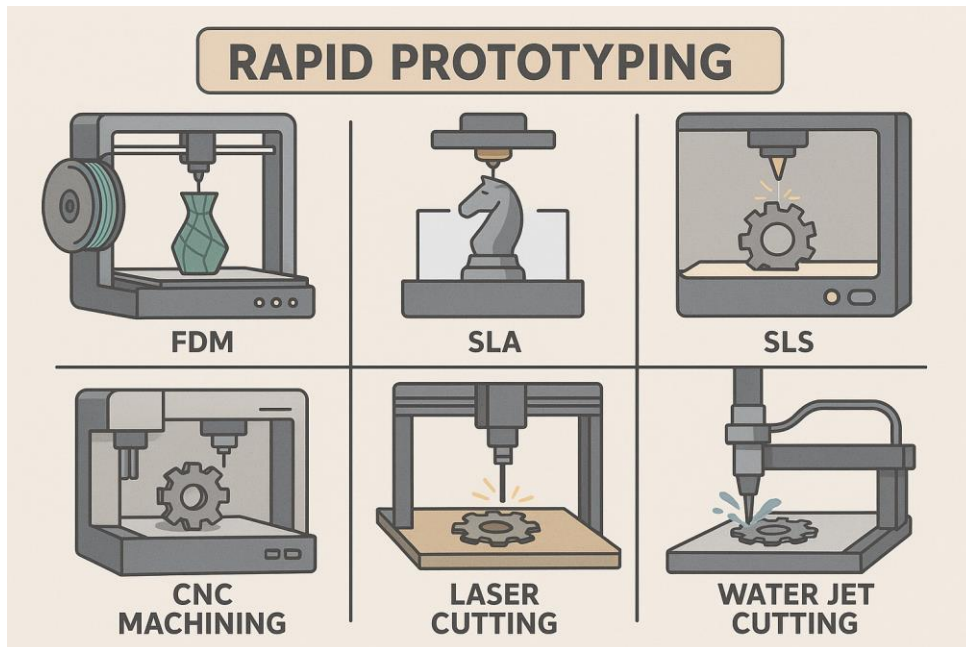
# Prototypowanie / Rapid Prototyping

## Prototypowanie

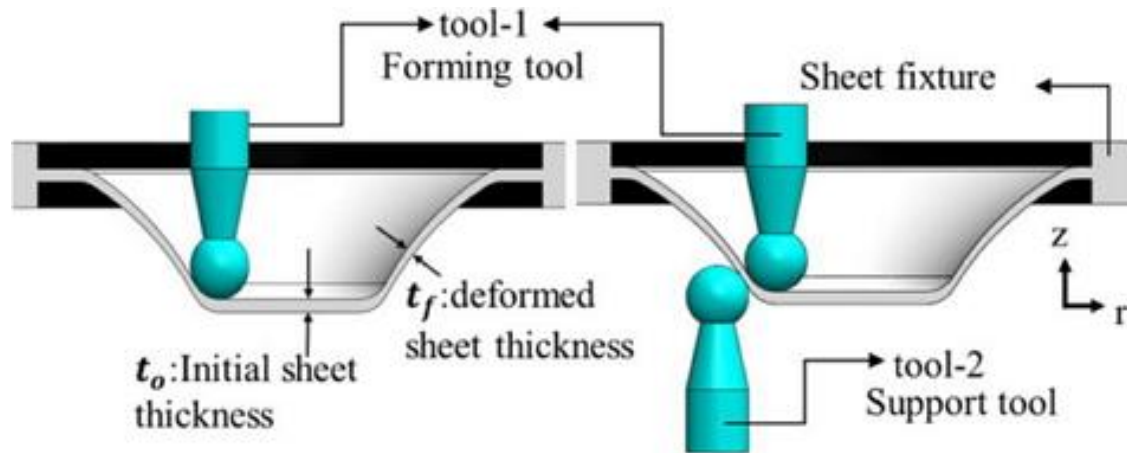
- Proces tworzenia wstępnego modelu lub kopii produktu
- Cel: testowanie i weryfikacja funkcjonalności oraz wyglądu
- Metody:
  - Ręczne wykonanie
  - Narzędzia specjalistyczne (np. oprogramowanie CAD)

## Rapid Prototyping (Szybkie prototypowanie)

- Specjalna technika prototypowania
- Wykorzystuje zaawansowane technologie:
  - Druk 3D
  - Frezowanie numeryczne
  - Cięcie laserowe
- Zalety:
  - Bardzo szybkie tworzenie prototypów
  - Umożliwia szybkie testowanie i weryfikację
  - Zwiększa tempo pracy projektowej
- Szczególnie przydatne gdy:
  - Czas jest kluczowy (np. produkcja na zamówienie, szybkie wejście na rynek)



# Incremental Sheet Forming, ISF



- Nowoczesna technologia kształtowania blachy poprzez serię lokalnych, stopniowych odkształceń
- Blacha formowana jest narzędziem o zaokrąglonej końcówce, sterowanym przez maszynę CNC lub ramię robota
- Nie wymaga kosztownych matryc – idealna do prototypów i małoseryjnej produkcji

- Brak potrzeby wykonywania matryc
- Szybkie prototypowanie i łatwa adaptacja projektu
- Możliwość formowania złożonych kształtów i materiałów trudno-odkształcalnych
- Elastyczność i niskie koszty dla krótkich serii

- Mniejsza dokładność wymiarowa niż w tłoczeniu
- Proces wieloetapowy, dłuższy czas produkcji
- Ograniczenie do niskich wolumenów produkcyjnych

- Prototypy części samochodowych i lotniczych
- Implanty medyczne, ortopedyczne
- Elementy konstrukcyjne o skomplikowanych kształtach

1. Generowanie ścieżki narzędzia → Formowanie blachy narzędziem CNC  
(Narzędzie stopniowo odkształca blachę według zaprogramowanej trajektorii)

[https://www.youtube.com/watch?v=\\_6Bbm7Scs4w](https://www.youtube.com/watch?v=_6Bbm7Scs4w)



# Inżynier/projektant może pracować nad produktami, które jeszcze nie istnieją na rynku.



- Umiejętność prototypowania pozwala:
  - Szybko sprawdzić i zweryfikować własne pomysły
  - Wykryć błędy projektowe we wczesnej fazie
  - Usprawnić komunikację w zespole (prezentacja koncepcji)
  - Pracować efektywnie w dynamicznych branżach (np. automotive, medtech, elektronika)
- Znajomość różnych metod (druk 3D, CNC, formowanie, modelowanie CAD, podstawy CAM) = większa elastyczność na rynku pracy.

# Ludzie, projekty i maszyny – czyli jak tworzyć sensowne rzeczy

- Zrozumienie znaczenia *projektowania zorientowanego na użytkownika*
- Nauka projektowania i realizacji prototypów w technice 3D i CNC
- Połączenie technologii z ergonomią, estetyką i funkcjonalnością

