

# Programowanie urządzeń sterowanych numerycznie

## Zadanie 2

### Temat: Ścieżki do frezowania 3C

**Termin:** 26.10.2022 - 16.11.2022 (3 tygodnie)

Celem zadania jest wygenerowanie plików ze ścieżkami dla frezarki trzyosiowej dla obiektu zaprojektowanego w ramach laboratorium Modelowania Geometrycznego I.

### Założenia

- wynikiem są pliki z kolejnymi położeniami narzędzia (xyz), tzw. ścieżki,
- wymagane są minimum 3 pliki – obróbka zgrubna, frezowanie podstawki frezem płaskim i obróbka dokładna,
- pliki muszą spełniać założenia formatu podane na pierwszym laboratorium,
- można używać dowolnych metod tworzenia ścieżek z użyciem samodzielnie opracowanych programów na Modelowaniu Geometrycznym I,
- środek układu współrzędnych znajduje się na spodzie środka materiału,
- punkt referencyjny freza (kulistego i płaskiego) to środek na jego końcówce,
- materiał ma wymiary 150x150x50 [mm],
- minimalna grubość podstawki to 15 [mm],
- dostępne frezy: K16, K08, K01, F12, F10.

### Etapy frezowania

1. dwuwarstwowa ścieżka zgrubna za użyciem największego freza kulistego; nie może dotykać poziomu podstawki; oparta o mapę wysokości; ścieżki zgodne z kierunkami układu współrzędnych,

2. ścieżka dla podstawki oraz ścieżka będąca obwiednią obiektu za pomocą dostępnych frezów płaskich; obwiednia według krzywej przecięcia obiektu z podstawką,
3. ścieżka dokładna przebiegająca zgodnie z parametryzacją na powierzchni obiektu w wiodącym kierunku; dodatkowe etapy oparte o krzywe przecięć w miejscach przecinania się powierzchni; użycie frezów kulistych o odpowiedniej średnicy,
4. etap opcjonalny dowolnym frezem będący podpisem lub innym znakiem autora ścieżek.

Pliki ścieżek mają nazwy odpowiadające kolejności w jakiej mają być wykonane, np. *1.k16*, *2.f10*. Może być wiele plików ścieżek (różne frezy) do pojedynczego etapu. Archiwum ze ścieżkami zawiera wyłącznie pliki ścieżek, jest formacie zip i ma nazwę zgodną z loginem wydziałowym.

Podczas sprawdzenia projektu do wizualizacji będzie używana aplikacja z pierwszego projektu.

### Informacje dodatkowe

- pierwszy punkt wygenerowanej ścieżki powinien znajdować się nad materiałem, w bezpiecznej odległości,
- teoretycznie do uzyskania docelowego kształtu wystarcza obróbka frezem kulistym o małej średnicy (np. k08) i frezem płaskim - tak nie robi się w praktyce; frez płaski służy do uzyskania płaskiej podstawki oraz obwiedni (krzywa będąca obwodem) obiektu,
- frez płaski nie powinien poruszać się w dół w materiale. Do materiału powinien wchodzić od boku, nie od góry,
- ścieżki freza płaskiego powinny być odległe od siebie o  $2R - \epsilon$ , gdzie  $R$  to promień freza płaskiego,  $\epsilon$  to mała wielkość (np.  $\frac{1}{10}R$ ),
- ścieżki freza kulistego powinny być na tyle gęsto rozmieszczone, by zapewnić wymaganą dokładność; uwaga: utworzenie bez uzasadnienia zbyt gęstych ścieżek traktowane jest jako błąd,
- zazwyczaj dobrze jest wykonać ścieżki gęściej w obszarach o większej krzywiznie,
- obróbka zgrubna frezem o dużej średnicy (np. k16) służy usunięciu nadmiarowego materiału; dzięki niej następne ścieżki nie muszą borykać się z problemem zbyt głębokiego zanurzenia freza, a sam proces frezowania może być szybszy,
- najprostszy algorytm generowania ścieżki dla freza kulistego (uwaga: na wykładzie podano lepsze metody): generuj kolejne punkty obiektu według

parametryzacji i ograniczeń, dla każdego punktu znajdź wektor normalny w tym punkcie, przesun się wzdłuż wektora normalnego o długość równą promieniowi freza.