

## KARTA MIKROWARSZTATU

**Nazwa mikrowarsztatu:** Cyfrowy workflow CAD/CAM (w protetyce stomatologicznej) z uwzględnieniem frezowania 5-osiowego

**Nazwa Wydziału:** Inżynierii Biomedycznej

**Prowadzący:** dr hab. inż. Anna Ziębowicz

### Skrócony opis mikrowarsztatu (treści kształcenia):

Mikrowarsztat ukierunkowany jest na rozwój praktycznych kompetencji w zakresie cyfrowego projektowania i wytwarzania uzupełnień protetycznych z wykorzystaniem technologii CAD/CAM. Uczestnicy realizują pełny cyfrowy workflow – od przygotowania danych wejściowych, przez projektowanie CAD z uwzględnieniem zasad Design for Manufacturing (DfM), aż po przygotowanie procesu CAM i wykonanie elementu w technologii frezowania 5-osiowego.

Szczególny nacisk położony jest na zależność pomiędzy decyzjami projektowymi a jakością, dokładnością wykonania oraz efektywnością materiałową procesu wytwarzania. Treści mikrowarsztatu zostały opracowane w odniesieniu do aktualnej praktyki branżowej w obszarze technologii CAD/CAM i protetyki stomatologicznej.

### Opis mikrowarsztatu:

#### Wykład:

1. Cyfrowa transformacja w protetyce stomatologicznej (1h)
2. Systemy CAD/CAM w medycynie (1h)
3. Materiały stosowane w technologii frezowania (1h)
4. Porównanie technologii addytywnych i subtraktywnych (1h)

#### Projekt:

1. Przygotowanie danych do projektowania (model/skan cyfrowy) (2h)
2. Projektowanie elementów protetycznych (2h)
3. Zasady Design for Manufacturing (DfM) (1h)
4. Identyfikacja błędów projektowych(1h)

#### Laboratorium:

1. Przygotowanie procesu CAM (1h)
2. Dobór strategii obróbki i narzędzi (1h)
3. Przygotowanie i obsługa frezarki 5-osiowej (1h)
4. Wykonanie elementu protetycznego (1h)
5. Ocena jakości i dopasowania (1h)

Liczba godzin zajęć z bezpośrednim udziałem prowadzącego i studentów:

15

Liczba godzin przeznaczonych na pracę własną studenta:

15

Całkowita liczba godzin:

30

Liczba punktów ECTS:

1

Forma zaliczenia:

Zaliczenie na podstawie:

wykonania projektu CAD elementu protetycznego  
przygotowania procesu CAM  
aktywnego udziału w zajęciach laboratoryjnych  
raportu końcowego obejmującego analizę jakości wykonania i identyfikację błędów technologicznych

**UWAGA: wymagany będzie dokument potwierdzający np. test/raport/protokół z zaliczenia ustnego**

### Literatura:

1. Sierpińska T. (2021), Stomatologia cyfrowa, Wydawnictwo Kwintesencja, Warszawa
2. Khurshid Z., Zafa M., Rokaya D. (2026) Prosthodontics and Restorative Dentistry: Latest Advances in Digital Technologies, CRC Pr I LLC, ISBN-10: 1032550147
3. Lam W.Y.H., Ling Z., Mao K., Park J.M. i in. (2026) Digital Dentistry in Clinical Practice: A Scoping Review of Current Capabilities and Future Directions. International Dental Journal, 76(1):109296. doi: 10.1016/j.identj.2025.109296



4. Alghauli, M.A., Aljohani, W.A., Almutairi, S., Aljohani, R., & Alqutaibi, A.Y. (2025). Advancements in digital data acquisition and CAD technology in Dentistry: Innovation, clinical Impact, and promising integration of artificial intelligence. *Clinical eHealth*
5. Yeslam H.E., Freifrau von Maltzahn N., Nassar H.M. (2024) Revolutionizing CAD/CAM-based restorative dental processes and materials with artificial intelligence: a concise narrative review, PeerJ. doi: 10.7717/peerj.17793

Materiały uzupełniające - Materiały producentów systemów CAD/CAM i technologii frezowania wykorzystywanych w protetyce stomatologicznej, w szczególności: 3Shape; exocad; Ivoclar; Amann Girrbach

#### Efekty uczenia się

**UWAGA: Należy sprecyzować 3-5 efektów (co najmniej 1 w każdej z trzech wymienionych grup), które odnoszą się do zajęć przewidzianych w danym mikrowarsztacie. Efekty uczenia się powinny odnosić się do charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się Polskiej Ramy Kwalifikacji na 6 poziomie PRK.**  
(link: [https://kwalifikacje.gov.pl/images/downloads/materiały\\_do\\_serwisu\\_ZSK/tabele\\_PRK/PRK\\_tab5.pdf](https://kwalifikacje.gov.pl/images/downloads/materiały_do_serwisu_ZSK/tabele_PRK/PRK_tab5.pdf))

#### Wiedza

Student zna i rozumie:

1. zaawansowane zasady funkcjonowania systemów CAD/CAM w protetyce stomatologicznej (P6S\_WG)
2. zależności między projektowaniem a procesem wytwarzania w technologii frezowania 5-osiowego (P6S\_WG)
3. właściwości materiałów stosowanych w cyfrowym wytwarzaniu uzupełnień protetycznych (P6S\_WG)

#### Umiejętności

Student potrafi:

1. przygotować dane wejściowe do projektowania CAD (P6S\_UW)
2. zaprojektować element protetyczny zgodnie z zasadami Design for Manufacturing (P6S\_UW)
3. dobrać strategię CAM i parametry obróbki (P6S\_UW)
4. analizować i rozwiązywać problemy technologiczne w procesie wytwarzania (P6S\_UW)
5. dobrać optymalne rozwiązania projektowe i technologiczne (P6S\_UW)

#### Kompetencje społeczne

Student jest gotów do:

1. pracy w interdyscyplinarnym środowisku technologiczno-medycznym (P6S\_KO)
2. podejmowania decyzji z uwzględnieniem ograniczeń technologicznych i materiałowych (P6S\_KO)
3. odpowiedzialnego podejścia do jakości i bezpieczeństwa wyrobów medycznych (P6S\_KR)
4. krytycznej oceny rozwiązań technologicznych (P6S\_KK)

#### Metody i kryteria oceniania:

ocena projektu CAD (zgodność z wymaganiami technologicznymi i funkcjonalnymi)  
ocena przygotowania procesu CAM  
aktywność podczas zajęć laboratoryjnych  
raport końcowy obejmujący analizę procesu, jakości wykonania oraz efektywności materiałowej