



POLITECHNIKA KOSZALIŃSKA

Mikroprogram
Projektowanie dla przemysłu 4.0

Koszalin, marzec 2025

SPIS TREŚCI

1. OPIS MIKROPROGRAMU	3
1.1. Cele edukacyjne mikroprogramu.....	3
1.2. Zbiór szczegółowych efektów uczenia się dla mikroprogramu.....	3
1.3. Treści uczenia się dla mikroprogramu	4
1.4. Weryfikacja efektów uczenia się dla mikroprogramu.....	6
1.5. Warunki ukończenia mikroprogramu oraz otrzymania certyfikatu	7
2. WYMAGANIA WSTĘPNE DLA UCZESTNIKÓW	8
3. SPOSÓB ZAPEWNIANIA JAKOŚCI KSZTAŁCENIA	8
Wykaz załączników	9

1. OPIS MIKROPROGRAMU

Nazwa Wydziału: Wydział Inżynierii Mechanicznej i Energetyki

Nazwa mikroprogramu: Projektowanie dla przemysłu 4.0

Poziom Polskiej/Europejskiej Ramy Kwalifikacji (w przypadku gdy kwalifikacja cząstkowa została włączona przez Uczelnię do ZSK): nie dotyczy

Język prowadzenia zajęć: polski

Liczba godzin zajęć/punktów ECTS: 90 godzin / 4,5 ECTS

Czas trwania programu: 1 miesiąc

Tryb zajęć: mieszany (stacjonarny lub hybrydowe w zależności od potrzeb grupy docelowej)

Forma zajęć: projektowa

1.1. Cele edukacyjne mikroprogramu

Celem mikroprogramu jest umożliwienie nabywania, aktualizowania i doskonalenia wiedzy, umiejętności i kompetencji z zakresu wspomagania procesów projektowania i wytwarzania z wykorzystaniem narzędzi wspomagających CAD/CAM/CAE, które wpisują się w ramy inteligentnych specjalizacji województwa Zachodniopomorskiego.

Mikroprogram podzielono na trzy moduły, które stanowią integralną całość mikroprogramu i przypisano im 3 cele szczegółowe:

Moduł 1 - Projektowania Cyfrowego: celem modułu jest nabywanie umiejętności i kompetencji z zakresu modelowania bryłowego części, podzespołów i zespołów konstrukcji z uwzględnieniem technologii wytwarzania.

Moduł 2 - Cyfrowych Badań Prototypów: celem modułu jest nabywanie umiejętności i kompetencji z zakresu prowadzenia badań wytrzymałościowych w warunkach eksploatacyjnych na cyfrowych modelach z wykorzystaniem Metody Elementów Skończonych (MES).

Moduł 3 - Wdrażania Procesów Wytwarzania: celem modułu jest nabywanie umiejętności i kompetencji z zakresu cyfrowego opracowania technologii obróbki części oraz jej wdrożenia w parku maszynowym.

1.2. Zbiór szczegółowych efektów uczenia się dla mikroprogramu

Szczegółowe efekty uczenia się dla mikroprogramu przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Efekty uczenia się przypisane do realizowanych modułów

SZCZEGÓŁOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ	Nazwa modułu mikroprogramu			Numeracja
	Moduł Projektowania Cyfrowego	Moduł Cyfrowych Badań Prototypów	Moduł Procesów Wytwarzania	
WIEDZA	P	P	P	
ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu stanów naprężeń i odkształceń w elementach maszyn; rozumie pojęcie naprężeń dopuszczalnych podczas obciążeń statycznych i dynamicznych; ma podstawową wiedzę na temat analiz wytrzymałościowych elementów maszyn.	x	x		01W

ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie opracowywania rysunków wykonawczych i złożeniowych urządzeń mechanicznych i ich części; ma podbudowaną teoretycznie i uporządkowaną wiedzę w zakresie zasad kształtowania części maszyn i konstruowania mechanizmów.	x		x	02W
orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych w zakresie materiałów konstrukcyjnych oraz projektowania i konstrukcji maszyn i urządzeń	x	x		03W
Ma wiedzę o komputerowych systemach wspomagających projektowanie pracy maszyn i urządzeń sterowanych numerycznie			x	04W
UMIEJĘTNOŚCI				
potrafi przeprowadzić analizę wytrzymałościową i na jej podstawie zaprojektować część maszyny, zespół lub całe urządzenie mechaniczne przeznaczone do różnych zastosowań używając właściwych metod, technik i narzędzi oraz wykorzystując bazy elementów znormalizowanych;	x	x		01U
potrafi, przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań z projektowania elementów i układów mechanicznych, dostrzegać ich aspekty pozatechniczne; potrafi porównać istniejące rozwiązania konstrukcyjne również ze względu na kryteria użytkowe i ekonomiczne	x			02U
potrafi przeprowadzić analizę identyfikacyjną podstawowych materiałów konstrukcyjnych; potrafi dobrać materiał konstrukcyjny do zastosowań technicznych także z wykorzystaniem systemów komputerowego doboru materiałów.	x	x		03U
potrafi opracować dokumentację rysunkową zaprojektowanego mechanizmu; umie do prac projektowych wykorzystywać systemy komputerowego wspomagania projektowania CAD.	x			04U
potrafi zaprojektować proces technologiczny oraz dobrać lub zaprojektować urządzenia do jego realizacji wstępnie szacując ich koszty; potrafi opracować dokumentację dotyczącą realizacji procesu technologicznego			x	05U
potrafi wykorzystując odpowiednie środowiska programistyczne utworzyć program sterujący na obrabiarkę CNC do obróbki elementów o różnych kształtach i wymaganiach technologicznych; potrafi weryfikować poprawność zaprogramowanych procesów za pomocą wirtualnych systemów symulacyjnych			x	06U
potrafi realizować opracowane procesy technologiczne na maszynach i urządzeniach sterowanych numerycznie			x	07U
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji podjętego zadania celowego	x	x	x	01K
ma świadomość ważności zachowania w sposób profesjonalny, przestrzegania zasad etyki zawodowej oraz umiejętność rozwiązywania dylematów związanych z wykonywaniem zawodu; ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną	x	x	x	02K

1.3. Treści uczenia się dla mikroprogramu

Moduł 1 - Projektowanie Cyfrowe (30 h; 1,5 ECTS) – uczestnicy kursu poznają zagadnienia z zakresu modelowania bryłowego części, podzespołów i zespołów konstrukcji z uwzględnieniem technologii wytwarzania oraz nabywają praktycznych umiejętności i kompetencji w stosowaniu narzędzi wspomagających proces modelowania oraz wykorzystania ich podczas tworzenia dokumentacji techniczno-technologicznej. Szczegóły przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Szczegółowe treści uczenia się dla Modułu 1 - Projektowanie cyfrowe

L.P	Szczegółowe treści dla modułu 1	Liczba godzin
1	Metodyka projektowania – formułowanie celu, wymagań oraz założeń projektowych, wydanie i omówienie projektów, omówienie zasad zaliczenia	4
2	Analiza zaproponowanych rozwiązań konstrukcyjnych wraz z doбором materiałów konstrukcyjnych (rysunek szkicowy mechanizmu)	2
3	Istota bazy rysunkowej i technologicznej podczas modelowania części w kontekście budowy podzespołów i zespołów projektowanej konstrukcji	6
4	Parametryczne modelowanie wielowariantowych rozwiązań konstrukcyjnych elementów części maszyn z wykorzystaniem narzędzi informatycznych	4
5	Obliczenia podstawowych wielkości projektowanych mechanizmów	2

6	Stopnie swobody i ich zastosowanie w projektowaniu podzespołów i zespołów projektowanych mechanizmów	6
7	Rysunki złożeniowe i wykonawcze z uwzględnieniem technologii wytwarzania	4
8	Prezentacja projektu	2
Suma godzin		30

Moduł 2 - Cyfrowe badania prototypów (30 h; 1,5 ECTS) – uczestnicy kursu poznają zagadnienia związane z modelowaniem i symulacją zachowań konstrukcji mechanicznych (cyfrowych prototypów) w warunkach eksploatacyjnych oraz nabywają praktyczne umiejętności w stosowaniu narzędzi wspomagających proces modelowania i symulacji. Poznają etapy tworzenia modeli fizycznych, matematycznych i komputerowych z zastosowaniem metody elementów skończonych (MES) oraz strategię prowadzenia symulacji komputerowych. Zdobędą umiejętności rozwiązywania przestrzennych liniowych i nieliniowych zagadnień mechaniki kontinuum, które mogą być wykorzystane w praktyce przemysłowej. Szczegóły przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Szczegółowe treści uczenia się dla Modułu 2 - Cyfrowe badania prototypów

L.P	Szczegółowe treści modułu	Liczba godzin
1	Metodyka prowadzenia obliczeń inżynierskich z zastosowaniem metody elementów skończonych – cel i zakres obliczeń, budowa modeli fizycznych i matematycznych obiektów badań (omówienie zjawisk, założeń i uproszczeń oraz opracowanie równania ruchu obiektu), wydanie i omówienie projektów, omówienie zasad zaliczenia modułu	4
2	Budowa modeli geometrycznych (omówienie typowych sposobów weryfikacji poprawności modeli CAD do obliczeń MES, uproszczenia modeli CAD i ich wpływ na cel symulacji)	2
3	Równania konstytutywne – omówienie modeli materiałów stosowanych w obliczeniach inżynierskich z zastosowaniem metody elementów skończonych – ciała E, EP, EVP, TEVP, TEVPF	4
4	Dyskretyzacja – rodzaje i typy elementów skończonych, sposoby dyskretyzacji obiektów ciągłych, weryfikacja poprawności podziału na elementy skończone	4
5	Modele kontaktu ciał – omówienie zjawiska kontaktu, omówienie kontaktów liniowych i nieliniowych oraz sposobu ich zakładania i weryfikacji	4
6	Warunki brzegowo-początkowe – omówienie sposobu podawania warunków brzegowo- początkowych	2
7	Metody rozwiązywania dynamicznych równań ruchu - metody całkowania niejawnego oraz jawnego, dobór metod i parametrów solvera	4
8	Ocena wyników i wiarygodność modeli i obliczeń MES – walidacja modeli	4
9	Prezentacja projektu	2
Suma godzin		30

Moduł 3 - Procesy wytwarzania (30 h; 1,5 ECTS) – uczestnicy kursu zapoznają się z zagadnieniami związanymi z zastosowaniem specjalistycznego oprogramowania komputerowego do przygotowania i wdrożenia procesu produkcyjnego wybranego elementu wraz z jego fizycznym wykonaniem na obrabiarkach sterowanych numerycznie. Szczegóły przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Szczegółowe treści uczenia się dla Modułu 3 - Procesy wytwarzania

L.P	Szczegółowe treści modułu	Liczba godzin
1	Analiza dokumentacji konstrukcyjnej pod kątem technologii wykonania	2
2	Opracowanie karty technologicznej i instrukcji obróbki: opracowanie sposobu zamocowania materiału obróbkowego w urządzeniach, dobór rodzaju, gabarytu materiału obróbkowego oraz punktu bazowego dla urządzeń CNC	6
3	Dobór narzędzi i parametrów technologicznych procesu	4
4	Programowanie odpowiednich strategii operacji obróbkowych	6

5	Wygenerowanie symulacji procesu obróbki zaprojektowanego elementu	2
6	Dobór odpowiednich post procesorów do wygenerowania programów obróbkowych (G-kodu)	2
7	Wdrożenie procesu produkcji z wykorzystaniem urządzeń numerycznych	8
Suma godzin		30

1.4. Weryfikacja efektów uczenia się dla mikroprogramu

Dla każdego z trzech modułów przewidziano osobną weryfikację efektów uczenia się, a mianowicie dla:

- **Modułu Projektowania Cyfrowego** – słuchacz po zakończonym kształceniu w ramach modułu opracuje dokumentację techniczną zawierającą: modele bryłowe 3D, zespoły i podzespoły, dokumentację techniczną, raport z podstawowych obliczeń.

Weryfikacja efektów uczenia się obejmować będzie wszystkie grupy efektów, tj.: wiedzę, umiejętności i kompetencje społeczne, poprzez realizowane projekty. Projekt oceniany będzie w czterech kategoriach:

1. Prawdłowo sformułowane wymagania i założenia projektowe (01-03W; 01U; 01-02K).
2. Podstawowe obliczenia wytrzymałościowe (01W, 03W; 01-03U; 01-02K).
3. Modele, podzespoły i zespoły części (02W; 02U, 03U; 01-02K).
4. Dokumentacja techniczno-technologiczna (01U, 02U; 01-02K).

- **Modułu Cyfrowych Badań Prototypów** - słuchacz po zakończonym kształceniu w ramach modułu samodzielnie wykonuje projekt obliczeniowy z zastosowaniem metody elementów skończonych dla typowych obiektów przemysłowych. Samodzielnie projektuje proces obliczeniowy. Efektem pracy jest dokumentacja projektowo-obliczeniowa.

Weryfikacja efektów uczenia obejmować będzie wszystkie grupy efektów, tj.: wiedzę, umiejętności i kompetencje społeczne, poprzez realizowane projekty. Projekt oceniany będzie w czterech kategoriach:

1. Prawdłowo sformułowane: cel symulacji, zjawiska, założenia i uproszenia modeli (opracowany model fizyczny) (01W; 03U; 01-02K).
2. Prawdłowo buduje i weryfikuje model komputerowy (model geometrycznym, równania konstytutywne, model kontaktu, dyskretyzacja, warunki jednoznaczności) (01W; 01U, 03U; 01-02K).
3. Prawdłowo przeprowadza dobór sposobu rozwiązania równania ruchu oraz przeprowadza obliczenia numeryczne (03W; 01U, 03U; 01-02K).
4. Prawdłowo weryfikuje i ocenia wyniki symulacji z zastosowaniem metody elementów skończonych. Opracowuje poprawną dokumentację ze zrealizowanych zadań (01W, 03W; 01U, 03U; 01-02K).

- **Modułu Procesów Wytwarzania** – słuchacz po zakończonym kształceniu w ramach modułu samodzielnie wykonuje dokumentację technologiczną zawierającą: instrukcje obróbki wraz z doбором uchwytów i narzędzi, kartę technologiczną, strategię obróbki wraz z G-kodami pod obrabiarki sterowane numerycznie.

Weryfikacja efektów uczenia obejmować będzie wszystkie grupy efektów, tj.: wiedzę, umiejętności i kompetencje społeczne, poprzez realizowane projekty. Projekt oceniany będzie w sześciu kategoriach:

1. Prawdłowo wykonuje kartę technologiczną wraz z instrukcjami obróbki (02W; 05U; 01-02K).
2. Prawdłowo implementuje informacje zawarte z karty technologicznej do środowiska CAM oraz opracowuje strategię obróbki (02W, 04W; 05-07U; 01-02K).
3. Prawdłowo wdraża opracowany G-kod na maszynie CNC (04W; 05-07U; 01-02K).
4. Prawdłowo weryfikuje i ocenia wyniki wdrożonego i wykonanego elementu. Opracowuje poprawną dokumentację ze zrealizowanych zadań (02W, 04W; 05-07U 01-02K).

1.5. Warunki ukończenia mikroprogramu oraz otrzymania certyfikatu

Warunkiem ukończenia mikroprogramu oraz otrzymania certyfikatu jest pozytywna weryfikacja efektów uczenia się w trzech modułach: Projektowanie cyfrowe, Cyfrowe badania prototypów, Procesy wytwarzania, zgodnie z zasadami i kryteriami oceny przedstawionymi w tabeli 5.

Tabela 5. Zasady i kryteria oceny efektów uczenia się dla mikroprogramu

Nazwa modułu	Ocena	Opis
Projektowanie Cyfrowe	Bardzo dobry (bdb)	pełna zgodność założeń projektowych z projektem, brak istotnych błędów obliczeniowych, modelowych i rysunkowych w projekcie
	Dobry (db)	niewielkie rozbieżności założeń projektowych z projektem, brak istotnych błędów obliczeniowych, modelowych i rysunkowych w projekcie*
	Dostateczny (dst)	istotne rozbieżności założeń projektowych z projektem, istotne błędy obliczeniowe, modelowe lub rysunkowe bez wpływu na konstrukcję*
Cyfrowe Badania Prototypów	Bardzo dobry (bdb)	poprawnie wykonany model fizyczny, matematyczny oraz komputerowy, poprawnie przeprowadzone symulacje, prawidłowo zweryfikowane i ocenione uzyskane wyniki symulacji
	Dobry (db)	niewielkie rozbieżności dla wykonanego modelu fizycznego, matematycznego oraz komputerowego, poprawnie przeprowadzone symulacje, prawidłowo zweryfikowane i ocenione uzyskane wyniki symulacji*
	Dostateczny (dst)	istotne błędy w budowie modeli fizycznych, matematycznych oraz komputerowych, poprawnie przeprowadzone symulacje, prawidłowo zweryfikowane i ocenione uzyskane wyniki symulacji*
Procesy Wytwarzania	Bardzo dobry (bdb)	poprawnie wykonana karta technologiczna wraz z instrukcjami obróbki, prawidłowo opracowana strategia obróbki w środowisku CAM wraz implementacją G-kodu na maszynie CNC. Poprawnie przeprowadzona weryfikacja wdrożenia i opracowana dokumentacja technologiczna*
	Dobry (db)	niewielkie rozbieżności: w wykonaniu karty technologicznej wraz z instrukcjami obróbki; podczas opracowania strategii obróbki w środowisku CAM wraz implementacją G-kodu na maszynie CNC; podczas weryfikacji wdrożenia i opracowania dokumentacji technologicznej*
	Dostateczny (dst)	istotne błędy: w wykonaniu karty technologicznej wraz z instrukcjami obróbki; podczas opracowania

		strategii obróbki w środowisku CAM wraz implementacją G-kodu na maszynie CNC; podczas weryfikacji wdrożenia i opracowania dokumentacji technologicznej*
*ocena podwyższana jest w przypadku umiejętnego uzasadnienia przyjętych rozwiązań		

2. WYMAGANIA WSTĘPNE DLA UCZESTNIKÓW

Mikroprogram z *Projektowania dla przemysłu 4.0* skierowany jest do osób chcących poszerzyć wiedzę z zakresu projektowania, obliczeń wytrzymałościowych i wdrożenia opracowanych rozwiązań konstrukcyjnych w parku maszynowym. Program jest skierowany do szerokiej grupy obiorców: początkujących oraz doświadczonych pracowników zajmujących się projektowaniem konstrukcji dla przemysłu z branży mechanicznej, pracowników zajmujących się obliczeniami wytrzymałościowymi, osób chcących rozwijać nowe kompetencje, które pozwolą zmienić stanowisko pracy, absolwentów kierunków mechanika i budowa maszyn, automatyka itp., studentów kierunku mechanika i budowa maszyn, inżynieria produkcji, automatyka i robotyka, transport.

Wymagania wstępne dla uczestników mikroprogramu obejmują podstawową wiedzę z zakresu: konstruowania części maszyn, posługiwania się programami CAD.

3. SPOSÓB ZAPEWNIANIA JAKOŚCI KSZTAŁCENIA

Monitorowanie jakości kształcenia będzie realizowane na podstawie przyjętej na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Energetyki, w roku 2017 Księdze Jakości i przedstawionych w niej procedurach.

Wykaz załączników

Załącznik 1. Harmonogram mikroprogramu w zakresie Projektowanie dla Przemysłu 4.0

Harmonogram mikroprogramu: **Projektowanie dla przemysłu 4.0**

Poziom Polskiej/Europejskiej Ramy Kwalifikacji: **nie dotyczy**

[illegible]