



---

## **Przykładowy program nauczania do umiejętności dodatkowej (DUZ) dla zawodu Technik mechanik 311504**

### **Przygotowanie procesów produkcji z zastosowaniem systemów CAD/CAM**

**Oś priorytetowa II.** Efektywne polityki publiczne dla rynku pracy, gospodarki i edukacji

**Działanie 2.15** Kształcenie i szkolenie zawodowe dostosowane do potrzeb zmieniającej się gospodarki

**Konkurs nr** POWR.02.15.00-IP.02-00-004/19 Opracowanie programów nauczania do umiejętności dodatkowych dla zawodów (DUZ)

**PUBLIKACJA BEZPŁATNA**

**rok 2020**

---

## Spis treści

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Założenia ogólne .....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>Opis zawodu .....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>Opis dodatkowej umiejętności zawodowej .....</b>   | <b>5</b>  |
| <b>Uzasadnienie potrzeby kształcenia dodatkowej umiejętności zawodowej .....</b>  | <b>6</b>  |
| <b>Źródła .....</b>   | <b>10</b> |
| <b>2. Założenia organizacyjne .....</b>   | <b>12</b> |
| <b>Liczba godzin przeznaczona na realizację programu .....</b>  | <b>12</b> |
| <b>Wymagania kwalifikacyjne osób prowadzących zajęcia .....</b>   | <b>14</b> |
| <b>Wyposażenie dydaktyczne .....</b>  | <b>15</b> |
| <b>Wymagania wobec osób kształconych zgodnie z programem dodatkowej umiejętności zawodowej .....</b>  | <b>16</b> |
| <b>3. Cele kształcenia dodatkowej umiejętności zawodowej .....</b>  | <b>18</b> |
| <b>4. Plan nauczania dodatkowej umiejętności zawodowej „Przygotowanie procesów produkcji z zastosowaniem systemów CAD/CAM” .....</b>  | <b>19</b> |
| <b>5. Wykaz efektów kształcenia dodatkowej umiejętności zawodowej „Przygotowanie procesów produkcji z zastosowaniem systemów CAD/CAM” wraz z kryteriami weryfikacji .....</b> | <b>20</b> |



---

|   |    |
|---|----|
| <b>6. Program nauczania dla przedmiotów dodatkowej umiejętności zawodowej „Przygotowanie procesów produkcji z zastosowaniem systemów CAD/CAM”</b> ..... | 26 |
| <b>Wykaz przedmiotów nauczania</b> .....  | 26 |
| <b>6.1 Podstawy technik CAx</b> .....   | 26 |
| <b>Cele ogólne przedmiotu</b> .....   | 26 |
| <b>Cele szczegółowe</b> .....   | 26 |
| <b>Warunki osiągnięcia efektów kształcenia (środki dydaktyczne, formy organizacyjne, metody dydaktyczne):</b> .....                                     | 32 |
| <b>Środki dydaktyczne</b> .....   | 33 |
| <b>Zalecane metody dydaktyczne</b> .....  | 34 |
| <b>Formy organizacyjne</b> .....  | 34 |
| <b>6.2. Obsługa systemów CAD/CAM</b> .....  | 34 |
| <b>Cele ogólne przedmiotu</b> .....   | 34 |
| <b>Cele szczegółowe</b> .....   | 35 |
| <b>Warunki osiągnięcia efektów kształcenia (środki dydaktyczne, formy organizacyjne, metody dydaktyczne):</b> .....                                     | 49 |
| <b>Środki dydaktyczne</b> .....   | 49 |



**Fundusze Europejskie**  
Wiedza Edukacja Rozwój



**Rzeczpospolita  
Polska**

**Unia Europejska**  
Europejski Fundusz Społeczny



---

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Zalecane metody dydaktyczne .....</b>   | <b>50</b> |
| <b>Formy organizacyjne .....</b>   | <b>50</b> |
| <b>7. Ewaluacja programu nauczania .....</b>   | <b>51</b> |
| <b>Cel ewaluacji.....</b>  | <b>51</b> |
| <b>Pytania badawcze do procesu ewaluacji .....</b>   | <b>51</b> |
| <b>Narzędzia wspomagające proces ewaluacji.....</b>  | <b>53</b> |
| <b>Przykładowe narzędzie do oceny efektów kształcenia dodatkowej umiejętności zawodowej (DUZ) – WSTĘPNY/KOŃCOWY<br/>ARKUSZ POMIARU .....</b> | <b>54</b> |
| <b>8. Wykaz proponowanej literatury.....</b>   | <b>57</b> |

---

## 1. Założenia ogólne

### Opis zawodu

Celem pracy technika mechanika jest konstruowanie części maszyn, opracowywanie dokumentacji konstrukcyjnej narzędzi skrawających i oprzyrządowania technologicznego, organizowanie i nadzorowanie procesu wytwarzania części maszyn na obrabiarkach skrawających, ocena jakości wykonania wyrobów, montowanie instalowanie i uruchamianie maszyn i urządzeń.

### Opis dodatkowej umiejętności zawodowej

W ramach dodatkowej umiejętności zawodowej (DUZ) „Przygotowanie procesów produkcji z zastosowaniem systemów CAD/CAM” (Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing), uczeń będzie przygotowany do używania i zastosowania systemów CAD/CAM w przygotowaniu produkcji w przedsiębiorstwie. Celem dodatkowej umiejętności zawodowej jest zapoznanie uczniów z zastosowaniem techniki komputerowej do wspomagania przygotowania technicznego i organizacyjnego produkcji wyrobów w przedsiębiorstwie pod względem:

- konstrukcyjnym,
- technologicznym,
- organizacyjnym.

Program obejmuje modelowanie geometrii przedmiotu oraz wykonanie całościowej dokumentacji w systemie CAD, przygotowanie prototypów metodą Rapid Prototyping, przygotowanie procesu technologicznego w systemach CAD/CAM oraz CAPP gdzie uczniowie zapoznani zostaną również z wykorzystaniem systemu PPC do planowania produkcji.



**Fundusze Europejskie**  
Wiedza Edukacja Rozwój



**Rzeczpospolita  
Polska**

**Unia Europejska**  
Europejski Fundusz Społeczny



---

Przykładowy zakres wykonywanych przez ucznia zadań zawodowych obejmować będzie etapy technicznego przygotowania produkcji m.in.:

- opracowanie założeń konstrukcyjnych,
- przygotowanie projektu 3D,
- generowanie ścieżki narzędzia,
- symulacja obróbki,
- generowanie kodu NC,
- opracowanie konstrukcji elementów,
- opracowanie dokumentacji konstrukcyjnej dla części nieznormalizowanych,
- opracowanie technologii wykonania.

### **Uzasadnienie potrzeby kształcenia dodatkowej umiejętności zawodowej**

Obecnie upowszechnienie metod komputerowych oraz zaawansowana technologia wspomaganie procesów związanych z projektowaniem CAD (Computer Aided Design) stała się bardzo popularnym narzędziem pracy w branży mechanicznej, które wspiera konstruktorów w pracach projektowych i pozwala tworzyć projekty wraz z dokumentacją techniczną, 2D oraz wizualizacje, animacje i analizy 3D. Obecnie CAD używany jest w różnych dziedzinach przemysłu i przeniosło dokumentację techniczną z papieru do komputera i formy zapisu cyfrowego.

Główną zaletą powszechnego stosowania systemu CAD - komputerowego wspomaganie projektowania przez firmy jest:

- znaczna wydajność i efektywności projektowania,



**Fundusze Europejskie**  
Wiedza Edukacja Rozwój



**Rzeczpospolita  
Polska**

**Unia Europejska**  
Europejski Fundusz Społeczny

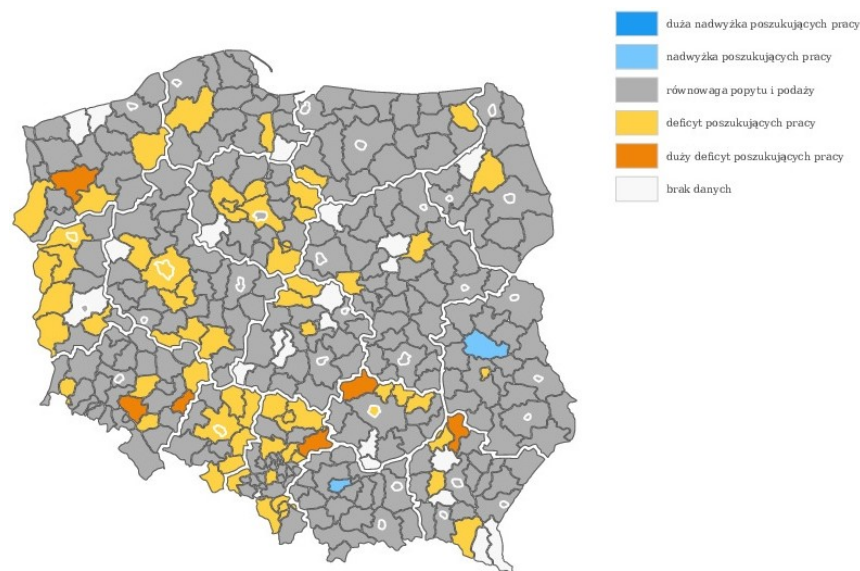


- 
- zmniejszenie kosztów wytworzenia projektu,
  - skrócenie czasu produkcji,
  - poprawę jakości i dokładność produktu,
  - eliminację liczby błędów w projektowaniu i produkcji,
  - uzyskanie cyfrowego projektu,
  - zwiększenie wydajności pracy projektanta i konstruktora,
  - ułatwienie zarządzania dokumentacją projektową.

Komputerowe wspomaganie projektowania CAD stosowane jest szczególnie w budowie maszyn, elektronice i inżynierii architektury oraz w geodezji. Obecnie coraz częściej oprogramowanie CAD jest oparte na pracy w chmurze, co znacząco zmienia i przyspiesza sposób pracy projektantów i całych działów projektowych, gdzie większa ilość osób może jednocześnie pracować i używać tego samego pliku. Natomiast CAM ma za zadanie wspierać i połączyć fazę projektowania z wytwarzaniem. Komputerowe wspomaganie wytwarzania CAM tworzy programy do obróbki przede wszystkim sterowaniu obrabiarek oraz centr obróbczych oraz programowanie adaptacyjne, robotów. Projektowanie CAM pozwala na wygenerowanie dokumentacji technologicznej w postaci programu. Oba systemy są ze sobą pełni kompatybilny co oznacza że CAM może być w pełni zintegrowany z CAD lub pracować jako niezależny osobny program. Obecnie istnieje bardzo duże zapotrzebowanie na wysoko wykwalifikowaną kadrę techniczną, w szczególności w przygotowaniu produkcji w przedsiębiorstwie dotyczy to specjalistów od komputerowego wspomaganie projektowania i wytwarzania CAD/CAM.

---

**PROGNOZA ZAPOTRZEBOWANIA NA PRACOWNIKÓW W ZAWODACH Z BRANŻY MECHANICZNEJ (W TYM ZAWÓD TECHNIK MECHANIK) W SKALI KRAJU W ROKU 2020 (w oparciu o <https://barometrzwodow.pl> )**



Źródło: strona internetowa <https://barometrzwodow.pl/modul/prognozy-na-mapach->

wyniki?map\_type=country&map\_details=counties&profession%5B%5D=256&year%5B%5D=2020&relation=1

**Zawody deficytowe** zaznaczone na mapie kolorem żółtym to te, w których w najbliższym roku nie powinno być trudności ze znalezieniem pracy, gdyż zapotrzebowanie pracodawców będzie w ich przypadku duże, a podaż pracowników chętnych do podjęcia zatrudnienia i mających odpowiednie kwalifikacje będzie niewielka.



---

**Zawody zrównoważone** zaznaczone na mapie kolorem szarym to te, w których liczba ofert pracy będzie zbliżona do liczby osób zdolnych i chętnych do podjęcia zatrudnienia w danym zawodzie (podaż i popyt zrównoważą się).

**Zawody nadwyżkowe** zaznaczone na mapie kolorem niebieskim to te, w których znalezienie pracy może być trudniejsze ze względu na małe zapotrzebowanie oraz wielu kandydatów chętnych do podjęcia pracy i spełniających wymagania pracodawców.

Analizując wyniki prognoz na rok 2020 przedstawione na stronie <https://barometrzwodow.pl> można stwierdzić, że jest i będzie zapotrzebowania na pracowników z branży mechanicznej w skład której wchodzi zawód technik mechanik. Na terenie całego kraju zawód ten jest zawodem na ogół zrównoważonym, czyli teoretycznie wszystkie osoby zdolne i chętne do podjęcia pracy w zawodzie ją otrzymają. Są również rejony w Polsce (powiaty) w większości województw, że zawód ten jest zawodem deficytowym, czyli jest niewielka ilość osób posiadających odpowiednie kwalifikacje do podjęcia zatrudnienia w tym zawodzie.

Tylko w województwie lubelskim (powiat lubartowski) oraz w województwie małopolskim (miasto Kraków) jest nadwyżka kandydatów chętnych do podjęcia pracy i spełniających wymagania pracodawców, co w skali całego kraju jest udziałem cząstkowym.

W oparciu o treść Obwieszczenia Ministra Edukacji Narodowej z dnia 24 stycznia 2020 r. w sprawie prognozy zapotrzebowania na pracowników w zawodach szkolnictwa branżowego na krajowym i wojewódzkim rynku pracy, można stwierdzić, że:

- prognozowane jest istotne zapotrzebowanie na wykwalifikowanych pracowników w zawodzie technik mechanik w województwach: dolnośląskim, kujawsko-pomorskim, lubelskim, lubuskim, łódzkim, małopolskim, mazowieckim, opolskim, podlaskim, pomorskim, śląskim, świętokrzyskim, warmińsko-mazurskim, wielkopolskim, zachodniopomorskim;
- prognozowane jest umiarkowane zapotrzebowanie na wykwalifikowanych pracowników w zawodzie technik mechanik w województwach: podkarpackim.

---

W nowoczesnej inżynierii produkcji szczególnie ważna jest faza projektowania i technicznego przygotowania produkcji. Z badań wynika bowiem, że w fazie rozwoju produktu przypisuje się aż 70% wpływu na koszty ponoszone na wszystkich etapach realizacji produkcji. Zatem projektant, niezależnie czy jest konstruktorem, technologiem czy planistą, musi mieć sprawne narzędzia i techniki, umożliwiające wszechstronną analizę przyjętych koncepcji, modeli i wariantów rozwiązań.

Mając na uwadze dynamiczny rozwój technik komputerowych, oraz potrzebę ich stosowania w inżynierii produkcji, można przypuszczać, że będzie zapotrzebowanie na wykwalifikowanych pracowników w zawodzie technik mechanik posiadających dodatkowe umiejętności zawodowe z zakresu przygotowania procesów produkcji z zastosowaniem systemów CAD/CAM. Ponadto, dodatkowa umiejętność zawodowa z zakresu przygotowania procesów produkcji z zastosowaniem systemów CAD/CAM daje absolwentowi technikum w zawodzie technik mechanik dodatkowe możliwości rozwoju zawodowego i zdecydowanie poprawia atrakcyjność tego zawodu.

### Źródła

1. <https://barometrzwodow.pl>
2. <https://psz.praca.gov.pl/rynek-pracy>
3. [https://www.parp.gov.pl/storage/publications/pdf/Raport\\_Rynek-pracy\\_kwiecien-2019.pdf](https://www.parp.gov.pl/storage/publications/pdf/Raport_Rynek-pracy_kwiecien-2019.pdf)
4. Obwieszczenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 24 stycznia 2020 r. w sprawie prognozy zapotrzebowania na pracowników w zawodach szkolnictwa branżowego na krajowym i wojewódzkim rynku pracy
5. Chlebus E.: Techniki komputerowe CAx w inżynierii produkcji. WNT Warszawa, 2000.



**Fundusze Europejskie**  
Wiedza Edukacja Rozwój



**Rzeczpospolita  
Polska**

**Unia Europejska**  
Europejski Fundusz Społeczny



---

6. Sydor M.: Wprowadzenie do CAD. Podstawy komputerowego wspomagania projektowania. PWN, Warszawa, 2009.

---

## 2. Założenia organizacyjne

### Liczba godzin przeznaczona na realizację programu

Podstawa programowa kształcenia w zawodach szkolnictwa branżowego w zawodzie technik mechanik obejmuje dwie kwalifikację:

**MEC.03.** Montaż i obsługa maszyn i urządzeń – 840 godzin

lub

**MEC.05.** Użytkowanie obrabiarek skrawających – 840 godzin

lub

**MEC.08.** Wykonywanie i naprawa elementów maszyn, urządzeń i narzędzi – 840 godzin

i

**MEC.09.** Organizacja i nadzorowanie procesów produkcji maszyn i urządzeń – 390 godzin

Minimalna liczba godzin kształcenia zawodowego dla tych kwalifikacji wynosi 1230.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Edukacji Narodowej z dnia 3 kwietnia 2019 roku w sprawie ramowych planów nauczania dla publicznych szkół (Dz. U. z 2019 roku, poz. 639) w technikum 5 - letnim łączna liczba godzin przeznaczona na kształcenie zawodowe wynosi 56. Do obliczeń przyjmuje się, że średnio w każdym roku jest 30 tygodni co stanowi 1680 godzin. Różnica godzin między

---

minimalną liczbą godzin wynikającą z podstawy programowej kształcenia w zawodzie, a liczbą godzin wynikającą z ramowego planu nauczania wynosi 450. Jest to liczba godzin, która może być przeznaczona na zajęcia w ramach dodatkowych umiejętności zawodowych.

W związku z powyższym przyjmujemy następujące założenia organizacyjne dotyczące realizacji dodatkowej umiejętności zawodowej Przygotowanie procesów produkcji z zastosowaniem systemów CAD/CAM:

- liczba godzin – 150;
- czas trwania – klasa piąta.

Czas trwania dodatkowej umiejętności zawodowej wynosi jeden semestr i jest ona realizowana w klasie piątej. Tygodniowa liczba godzin przeznaczona na realizację przedmiotów z zakresu tej dodatkowej umiejętności zawodowej to 8. Zajęcia powinny odbywać się w grupach do 16 osób. Zalecane jest, aby przy stanowisku pracował jeden uczeń.

Przed przystąpieniem do realizacji programu dodatkowej umiejętności zawodowej, wskazana jest weryfikacja znajomości przez uczniów systemów CAD/CAM w celu dostosowania szczegółowych treści programu do poziomu ich wiedzy i posiadanych umiejętności w tym zakresie.

---

## Wymagania kwalifikacyjne osób prowadzących zajęcia

Wymagania kwalifikacyjne osób prowadzących zajęcia w ramach dodatkowej umiejętności zawodowej określają przepisy sprawie szczegółowych kwalifikacji wymaganych od nauczycieli. Szczegółowe wymagania osób prowadzących zajęcia to:

- ukończone studia pierwszego stopnia na kierunku (specjalności) zgodnym z nauczaniem przedmiotem oraz posiadanie przygotowania pedagogicznego lub
- studia pierwszego stopnia na kierunku, którego efekty kształcenia, obejmują treści nauczanego przedmiotu, wskazane w podstawie programowej dla tego przedmiotu oraz posiadanie przygotowania pedagogicznego.

W związku z powyższym osoba prowadząca zajęcia w ramach dodatkowej umiejętności zawodowej powinna:

- posiadać ukończone studia wyższe na kierunkach mechanicznym (Mechanika i budowa maszyn, Zarządzanie i inżynieria produkcji, Inżynieria i zarządzanie procesami przemysłowymi),
- posiadać przygotowanie pedagogiczne.

Ponadto może to być pracodawca z branży mechanicznej, który posiada uprawnienia instruktora praktycznej nauki zawodu.

---

## Wyposażenie dydaktyczne

Szkoła prowadząca kształcenie w dodatkowej umiejętności zawodowej zapewnia pomieszczenia dydaktyczne z wyposażeniem odpowiadającym technologii i technice stosowanej w zawodzie, aby zapewnić osiągnięcie wszystkich efektów kształcenia określonych w programie nauczania oraz umożliwić przygotowanie absolwenta do wykonywania wymienionych w programie zadań zawodowych.

Pracownia, w której realizowane są treści kształcenia z dodatkowej umiejętności zawodowej powinna być wyposażona w:

- punkty zasilania w energię elektryczną z napięciem 230 V z zabezpieczeniem przeciwporażeniowym oraz wyłącznikami bezpieczeństwa na stanowiskach oraz centralnym wyłącznikiem bezpieczeństwa,
- stanowisko dla nauczyciela wyposażone w komputer stacjonarny lub mobilny podłączony do sieci lokalnej i Internetu, ekran lub tablicę multimedialną i rzutnik lub telewizor multimedialny oraz urządzenie wielofunkcyjne lub drukarkę i skaner;
- stanowiska komputerowe dla uczniów (jedno stanowisko dla jednego ucznia), wszystkie komputery podłączone do sieci lokalnej z dostępem do Internetu, wyposażone w pakiet programów biurowych, program do wykonywania rysunku technicznego,
- środki dydaktyczne do kształtowania wyobraźni przestrzennej, normy dotyczące zasad wykonywania rysunku technicznego maszynowego,
- stanowisko do nauki programowania i symulacji pracy maszyn sterowanych numerycznie (jedno stanowisko dla jednego ucznia) z symulatorem do nauki programowania i oprogramowaniem do symulacji pracy obrabiarek skrawających sterowanych w systemie CAD (Computer Aided Design) wraz z postprocesorami na obrabiarki CAM,

- 
- normy i inne akty prawne dotyczące gospodarki materiałowej oraz zarządzania odpadami,
  - normy i inne akty prawne stosowane podczas kalkulacji kosztów wytworzenia części maszyn i urządzeń,
  - dokumentacje techniczne maszyn i urządzeń stosowanych w procesach obróbki i montażu maszyn i urządzeń,
  - plansze, gabloty, modele, filmy, programy komputerowe prezentujące części maszyn, narzędzia, maszyny i urządzenia stosowane w procesach obróbki i montażu maszyn i urządzeń,
  - programy komputerowe wspomagające projektowanie (wykonywanie obliczeń wytrzymałościowych oraz sporządzanie rysunków konstrukcyjnych) części maszyn i urządzeń oraz tworzenie dokumentacji technicznej.

### **Wymagania wobec osób kształconych zgodnie z programem dodatkowej umiejętności zawodowej**

Dla realizacji programu dodatkowej umiejętności zawodowej „Przygotowanie procesów produkcji z zastosowaniem systemów CAD/CAM” wymagane jest osiągnięcie efektów kształcenia zawartych w podstawie programowej kształcenia w zawodzie technik mechanik w zakresie kwalifikacji:

**MEC.03.** Montaż i obsługa maszyn i urządzeń

lub

**MEC.05.** Użytkowanie obrabiarek skrawających

lub

**MEC.08.** Wykonywanie i naprawa elementów maszyn, urządzeń i narzędzi





**Fundusze Europejskie**  
Wiedza Edukacja Rozwój



**Rzeczpospolita  
Polska**

**Unia Europejska**  
Europejski Fundusz Społeczny



---

i

**MEC.09.** Organizacja i nadzorowanie procesów produkcji maszyn i urządzeń

---

### **3. Cele kształcenia dodatkowej umiejętności zawodowej**

Absolwent szkoły prowadzącej kształcenie w zawodzie technik mechanik w zakresie Dodatkowej Umiejętności Zawodowej Przygotowanie procesów produkcji z zastosowaniem systemów CAD/CAM, powinien być przygotowany do wykonywania następujących zadań zawodowych:

1. Projektowania i modelowania geometrycznego CAD
2. Planowania i projektowania technologicznego CAM
3. Wdrażania systemów CAD/CAM

---

**4. Plan nauczania dodatkowej umiejętności zawodowej „Przygotowanie procesów produkcji z zastosowaniem systemów CAD/CAM”**

| <b>Nazwa przedmiotu</b>      | <b>Liczba godzin<br/>(teoria/praktyka)</b> | <b>Uwagi o realizacji (forma zajęć, np. wykład, ćwiczenia praktyczne, zajęcia w zakładzie pracy itp.)</b>                  |
|------------------------------|--|--|
| I. Podstawy technik CAx      | 30 – Kształcenie zawodowe teoretyczne      | Wykład, pokaz, ćwiczenia praktyczne, projekty indywidualne, projekty w grupach, realizacja kursów on-line, samokształcenie |
| II. Obsługa systemów CAD/CAM | 120 – Kształcenie zawodowe praktyczne      | Pokaz, dyskusja, ćwiczenia praktyczne, projekty indywidualne, projekty w grupach, realizacja kursów on-line                |

---

## 5. Wykaz efektów kształcenia dodatkowej umiejętności zawodowej „Przygotowanie procesów produkcji z zastosowaniem systemów CAD/CAM” wraz z kryteriami weryfikacji

Do wykonywania zadań zawodowych w zakresie dodatkowej umiejętności zawodowej „Przygotowanie procesów produkcji z zastosowaniem systemów CAD/CAM” niezbędne jest osiągnięcie niżej wymienionych efektów kształcenia:

| <b>Efekty kształcenia</b>                                | <b>Kryteria weryfikacji</b>  |
|--|--|
| <b>Uczeń</b>   | <b>Uczeń</b>   |
| 1. rozróżnia systemy do przygotowania procesów produkcji | 1. wymienia systemy stosowane w zintegrowanym wytwarzaniu (PPC, CAD, CAE, CAP, CAPP, CAM, CAQ)<br>2. charakteryzuje pojęcia związane z systemami stosowanymi w zintegrowanym wytwarzaniu<br>3. opisuje funkcje systemów stosowanych w zintegrowanym wytwarzaniu<br>4. porównuje poszczególne rodzaje systemów stosowanych w zintegrowanym wytwarzaniu<br>5. charakteryzuje najważniejsze korzyści z zastosowania poszczególnych systemów do przygotowania procesów produkcji |
| 2. określa funkcje i zadania systemów CAD                | 1. wymienia funkcje systemów CAD<br>2. opisuje funkcje systemów CAD  |



Fundusze Europejskie  
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny



| <b>Efekty kształcenia</b>                              | <b>Kryteria weryfikacji</b>   |
|--|---|
| <b>Uczeń</b>   | <b>Uczeń</b>  |
|  | 3. wymienia zadania systemów CAD<br>4. opisuje zadania systemów CAD   |
| 3. charakteryzuje podstawowe tryby pracy programów CAD | 1. opisuje modelowanie szkieletowe<br>2. opisuje kreślenie 2D<br>3. opisuje modelowanie powierzchniowe<br>4. opisuje modelowanie bezpośrednie<br>5. opisuje modelowanie bryłowe 3D  |
| 4. wykonuje rysunki 2D z wykorzystaniem programów CAD  | 1. tworzy nowy rysunek standardowy i otwarty na szablonie<br>2. wykorzystuje kreator do tworzenia nowego rysunku<br>3. wykorzystuje współrzędne i podstawowe narzędzia rysunkowe<br>4. tworzy geometrie dwuwymiarową (rysowanie obiektów liniowych, tworzenie krzywych, tworzenie obiektów wielosegmentowych)<br>5. modyfikuje geometrie dwuwymiarową<br>6. zarządza cechami obiektów (wprowadzanie warstw, zarządzanie warstwami, wczytywanie i zarządzanie rodzajami linii) |

| Efekty kształcenia  | Kryteria weryfikacji  |
|---|---|
| Uczeń   | Uczeń   |
|   | <ol style="list-style-type: none"><li>7. stosuje techniki konstrukcyjne (odsuwanie i kopiowanie równoległe obiektów, ucinanie i wydłużanie, zaokrąglanie i fazowanie narożników, kopiowanie lustrzane, rozciąganie obiektów)</li><li>8. wprowadza obiekty tekstowe do rysunku</li><li>9. wprowadza wymiarowanie rysunków (wymiarowanie odległości, kątów, wymiarowanie okręgów i łuków)</li><li>10. określa obwiednie i stosuje kreskowanie rysunków</li><li>11. definiuje i wstawia bloki i pliki innych rysunków</li><li>12. wprowadza odnośniki rysunków zewnętrznych</li><li>13. wprowadza obiekty aplikacji zewnętrznych</li><li>14. przygotowuje rysunki do wydruku</li></ol> |
| 5. wykonuje modelowanie 3D z wykorzystaniem programów CAD | <ol style="list-style-type: none"><li>1. rozróżnia typy modeli trójwymiarowych</li><li>2. definiuje widoki perspektywiczne</li><li>3. wykorzystuje system współrzędnych 3D i współrzędnych użytkownika</li><li>4. wykorzystuje modele liniowe i powierzchniowe</li></ol>  |

| <b>Efekty kształcenia</b>  | <b>Kryteria weryfikacji</b>  |
|--|--|
| <b>Uczeń</b>   | <b>Uczeń</b>   |
|  | 5. wykorzystuje modele bryłowe<br>6. generuje rysunki dwuwymiarowe z obiektów bryłowych<br>7. stosuje zasady wizualizacji obiektów   |
| 6. charakteryzuje podstawowe obszary funkcjonalne systemów CAM             | 1. opisuje funkcje automatyzacji operacji technologicznych<br>2. opisuje funkcje automatyzacji zarządzania zamianą narzędzi<br>3. opisuje funkcje automatyzacji sterowania montażem części<br>4. opisuje funkcje automatyzacji sterowania transportem komponentów i wyrobów gotowych<br>5. opisuje funkcje automatyzacji sterowania magazynowaniem pośrednim, zapewniającym ciągłość procesu wytwarzania |
| 7. wykorzystuje systemy CAM do planowania i projektowania technologicznego | 1. tworzy i zapisuje nowy projekt z wykorzystaniem systemu CAM<br>2. importuje wcześniej wytworzone modele do systemu CAM<br>3. określa sposoby analizy i korekty modeli<br>4. zarządza warstwami i maskami  |



| <b>Efekty kształcenia</b>  | <b>Kryteria weryfikacji</b>  |
|--|--|
| <b>Uczeń</b>   | <b>Uczeń</b>   |
|  | <ol style="list-style-type: none"><li>5. definiuje półfabrykat oraz punkt zerowy dla prawidłowego generowania ścieżki narzędzia</li><li>6. dobiera narzędzia i parametry obróbki</li><li>7. tworzy ścieżki narzędziowe</li><li>8. przeprowadza symulację wygenerowanych trajektorii narzędzi</li><li>9. koryguje błędne lub nieoptymalne parametry trajektorii</li><li>10. zarządza ścieżkami narzędziowymi</li><li>11. generuje plik NC przy użyciu odpowiedniego postprocesora</li></ol> |
| 8. wdraża systemy CAD/CAM do planowania i projektowania technologicznego | <ol style="list-style-type: none"><li>1. stosuje techniczne aspekty wdrażania systemów CAD/CAM do planowania i projektowania technologicznego</li><li>2. stosuje funkcjonalne aspekty wdrażania systemów CAD/CAM do planowania i projektowania technologicznego</li><li>3. stosuje organizacyjne aspekty wdrażania systemów CAD/CAM do planowania i projektowania technologicznego</li></ol>   |





**Fundusze Europejskie**  
Wiedza Edukacja Rozwój



**Rzeczpospolita  
Polska**

**Unia Europejska**  
Europejski Fundusz Społeczny



---

## **6. Program nauczania dla przedmiotów dodatkowej umiejętności zawodowej „Przygotowanie procesów produkcji z zastosowaniem systemów CAD/CAM”**

### **Wykaz przedmiotów nauczania**

1. Podstawy technik CAx
2. Obsługa systemów CAD/CAM

#### **6.1 Podstawy technik CAx**

##### **Cele ogólne przedmiotu**

1. Rozróżnianie systemów do przygotowania procesów produkcji.
2. Określanie funkcji i zadań systemów CAD.
3. Charakteryzowanie podstawowych trybów pracy programów CAD.
4. Charakteryzowanie podstawowych obszarów funkcjonalnych systemów CAM.

##### **Cele szczegółowe**

Uczeń potrafi:

1. wymienić systemy stosowane w zintegrowanym wytwarzaniu (PPC, CAD, CAE, CAP, CAPP, CAM, CAQ)
2. scharakteryzować pojęcia związane z systemami stosowanymi w zintegrowanym wytwarzaniu
3. opisać funkcje systemów stosowanych w zintegrowanym wytwarzaniu



**Fundusze Europejskie**  
Wiedza Edukacja Rozwój



**Rzeczpospolita  
Polska**

**Unia Europejska**  
Europejski Fundusz Społeczny



- 
4. porównać poszczególne rodzaje systemów stosowanych w zintegrowanym wytwarzaniu
  5. scharakteryzować najważniejsze korzyści z zastosowania poszczególnych systemów do przygotowania procesów produkcji
  6. wymienić funkcje systemów CAD
  7. opisać funkcje systemów CAD
  8. wymienić zadania systemów CAD
  9. scharakteryzować zadania systemów CAD
  10. wymienić cechy modelowania szkieletowego
  11. wyjaśnić zasady kreślenia 2D
  12. scharakteryzować modelowanie powierzchniowe
  13. opisać modelowanie bezpośrednie
  14. wyjaśnić zasady modelowania bryłowego 3D
  15. opisać funkcje automatyzacji operacji technologicznych
  16. scharakteryzować funkcje automatyzacji zarządzania zamianą narzędzi
  17. opisać funkcje automatyzacji sterowania montażem części
  18. scharakteryzować funkcje automatyzacji sterowania transportem komponentów i wyrobów gotowych
  19. scharakteryzować funkcje automatyzacji sterowania magazynowaniem pośrednim, zapewniającym ciągłość procesu wytwarzania.



| <b>Dział programowy</b>                  | <b>Tematy jednostek metodycznych</b>                               | <b>Liczba godzin</b> | <b>Kryteria weryfikacji<br/>Uczeń potrafi</b>  | <b>Efekty kształcenia<br/>właściwe dla dodatkowych<br/>umiejętności zawodowych<br/>Uczeń</b> | <b>Uwagi o realizacji</b> |
|--|--|----------------------|--|--|---------------------------|
| Organizacja zajęć                        | 1. Organizacja zajęć oraz omówienie regulaminu pracowni.           | 1                    | – stosować zasady bezpiecznej pracy i ergonomii w pracowni   |  | klasa V                   |
| Techniki komputerowe w przedsiębiorstwie | 1. Klasyfikacja technik CAx w komputerowo zintegrowanym sterowaniu | 12                   | – wymienić systemy stosowane w zintegrowanym wytwarzaniu (PPC, CAD, CAE, CAP, CAPP, CAM, CAQ)<br>– scharakteryzować pojęcia związane z systemami stosowanymi w zintegrowanym wytwarzaniu | 1. rozróżnia systemy do przygotowania procesów produkcji                                     | klasa V                   |



Fundusze Europejskie  
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny



| Dział programowy | Tematy jednostek metodycznych | Liczba godzin | Kryteria weryfikacji<br>Uczeń potrafi   | Efekty kształcenia<br>właściwe dla dodatkowych<br>umiejętności zawodowych<br>Uczeń | Uwagi o realizacji |
|------------------|-------------------------------|---------------|---|--|--------------------|
|                  |                               |               | <ul style="list-style-type: none"><li>- opisać funkcje systemów stosowanych w zintegrowanym wytwarzaniu</li><li>- porównać poszczególne rodzaje systemów stosowanych w zintegrowanym wytwarzaniu</li><li>- scharakteryzować najważniejsze korzyści z zastosowania poszczególnych systemów do przygotowania procesów produkcji</li></ul> |  |                    |



| <b>Dział programowy</b>                 | <b>Tematy jednostek metodycznych</b> | <b>Liczba godzin</b> | <b>Kryteria weryfikacji<br/>Uczeń potrafi</b>   | <b>Efekty kształcenia<br/>właściwe dla dodatkowych<br/>umiejętności zawodowych<br/>Uczeń</b> | <b>Uwagi o realizacji</b> |
|---|--------------------------------------|----------------------|---|--|---------------------------|
| Funkcje i zastosowanie systemów CAD/CAM | 1. Funkcje i zadania systemów CAD    | 5                    | <ul style="list-style-type: none"><li>– wymienić funkcje systemów CAD</li><li>– opisać funkcje systemów CAD</li><li>– wymienić zadania systemów CAD</li><li>– opisać zadania systemów CAD</li><li>– przedstawić zastosowanie systemów CAD</li></ul> | 2. określa funkcje i zadania systemów CAD  | klasa V                   |
| Funkcje i zastosowanie systemów CAD/CAM | 2. Tryby pracy programów CAD         | 6                    | <ul style="list-style-type: none"><li>– opisać modelowanie szkieletowe</li><li>– opisać kreślenie 2D</li></ul>  | 2. określa funkcje i zadania systemów CAD  | klasa V                   |



Fundusze Europejskie  
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny



| Dział programowy                        | Tematy jednostek metodycznych | Liczba godzin | Kryteria weryfikacji<br>Uczeń potrafi  | Efekty kształcenia<br>właściwe dla dodatkowych<br>umiejętności zawodowych<br>Uczeń | Uwagi o realizacji |
|---|-------------------------------|---------------|--|--|--------------------|
|   |                               |               | <ul style="list-style-type: none"><li>– opisać modelowanie powierzchniowe</li><li>– opisać modelowanie bezpośrednie</li><li>– opisać modelowanie bryłowe 3D</li></ul>  |  |                    |
| Funkcje i zastosowanie systemów CAD/CAM | 3. Funkcje systemów CAM       | 6             | <ul style="list-style-type: none"><li>– opisać funkcje automatyzacji operacji technologicznych</li><li>– opisać funkcje automatyzacji zarządzania zamianą narzędzi</li><li>– opisać funkcje automatyzacji sterowania montażem części</li></ul> | 6. charakteryzuje podstawowe obszary funkcjonalne systemów CAM                     | klasa V            |



**Fundusze Europejskie**  
Wiedza Edukacja Rozwój



**Rzeczpospolita  
Polska**

**Unia Europejska**  
Europejski Fundusz Społeczny



| Dział programowy | Tematy jednostek metodycznych | Liczba godzin | Kryteria weryfikacji<br>Uczeń potrafi  | Efekty kształcenia<br>właściwe dla dodatkowych<br>umiejętności zawodowych<br>Uczeń | Uwagi o realizacji |
|------------------|-------------------------------|---------------|--|--|--------------------|
|                  |                               |               | <ul style="list-style-type: none"> <li>– opisać funkcje automatyzacji sterowania transportem komponentów i wyrobów gotowych</li> <li>– opisać funkcje automatyzacji sterowania magazynowaniem pośrednim, zapewniającym ciągłość procesu wytwarzania</li> </ul> |  |                    |

**Warunki osiągnięcia efektów kształcenia (środki dydaktyczne, formy organizacyjne, metody dydaktyczne):**

Zajęcia edukacyjne powinny być prowadzone w pracowni, wyposażonej w stanowisko dla nauczyciela i stanowiska dla uczniów.

Zajęcia powinny odbywać się w grupach do 16 osób. Zalecane jest, aby przy stanowisku pracował jeden uczeń. Zaleca się



---

samodzielne wykonywanie przez uczestników programu, ćwiczeń symulujących zadania zawodowe. Zajęcia mogą być prowadzone u pracodawcy na rzeczywistych stanowiska pracy, które zapewnią realizację wszystkich efektów kształcenia.

### **Środki dydaktyczne**

Pracownia powinna być wyposażona w:

- stanowisko dla nauczyciela wyposażone w komputer stacjonarny lub mobilny podłączony do sieci lokalnej i Internetu, ekran lub tablicę multimedialną i rzutnik lub telewizor multimedialny oraz urządzenie wielofunkcyjne lub drukarkę i skaner;
- stanowiska komputerowe dla uczniów (jedno stanowisko dla jednego ucznia), wszystkie komputery podłączone do sieci lokalnej z dostępem do Internetu, wyposażone w pakiet programów biurowych, program do wykonywania rysunku technicznego,
- środki dydaktyczne do kształtowania wyobraźni przestrzennej, normy dotyczące zasad wykonywania rysunku technicznego maszynowego,
- stanowisko do nauki programowania i symulacji pracy maszyn sterowanych numerycznie (jedno stanowisko dla jednego ucznia) z symulatorem do nauki programowania i oprogramowaniem do symulacji pracy obrabiarek skrawających sterowanych w systemie CAD/CAM wraz z postprocesorami na obrabiarki,
- normy i inne akty prawne dotyczące gospodarki materiałowej oraz zarządzania odpadami,
- normy i inne akty prawne stosowane podczas kalkulacji kosztów wytworzenia części maszyn i urządzeń,
- dokumentacje techniczne maszyn i urządzeń stosowanych w procesach obróbki i montażu maszyn i urządzeń,

- 
- plansze, gabloty, modele, filmy, programy komputerowe prezentujące części maszyn, narzędzia, maszyny i urządzenia stosowane w procesach obróbki i montażu maszyn i urządzeń,
  - programy komputerowe wspomagające projektowanie (wykonywanie obliczeń wytrzymałościowych oraz sporządzanie rysunków konstrukcyjnych) części maszyn i urządzeń oraz tworzenie dokumentacji technicznej.

### **Zalecane metody dydaktyczne**

W procesie nauczania – uczenia się wskazane jest stosowanie następujących metod dydaktycznych: wykładu informacyjnego, pokazów i ćwiczeń praktycznych, realizację projektów indywidualnych oraz projektów w grupach oraz kursów on-line.

### **Formy organizacyjne**

Zajęcia powinny być prowadzone z wykorzystaniem zróżnicowanych form: indywidualnie oraz w grupach. Praca w grupach powinna przebiegać zgodnie z zasadami organizacji pracy małych zespołów.

## **6.2. Obsługa systemów CAD/CAM**

### **Cele ogólne przedmiotu**

1. Wykonywanie rysunków 2D z wykorzystaniem programów CAD.
2. Wykonywanie modelowania z wykorzystaniem programów CAD.
3. Wykorzystywanie systemów CAM do planowania i projektowania technologicznego.
4. Wdrażania systemów CAD/CAM do planowania i projektowania technologicznego.

---

## Cele szczegółowe

Uczeń potrafi:

1. stworzyć nowy rysunek standardowy i otwarty na szablonie
2. wykorzystać kreator do tworzenia nowego rysunku
3. wykorzystać współrzędne i podstawowe narzędzia rysunkowe
4. stworzyć geometrie dwuwymiarową (rysowanie obiektów liniowych, tworzenie krzywych, tworzenie obiektów wielosegmentowych)
5. zmodyfikować geometrie dwuwymiarową
6. zarządzać cechami obiektów (wprowadzanie warstw, zarządzanie warstwami, wczytywanie i zarządzanie rodzajami linii)
7. zastosować techniki konstrukcyjne (odsuwanie i kopiowanie równoległe obiektów, ucinanie i wydłużanie, zaokrąglanie i fazowanie narożników, kopiowanie lustrzane, rozciąganie obiektów)
8. wprowadzać obiekty tekstowe do rysunku
9. wprowadzać wymiarowanie rysunków (wymiarowanie odległości, kątów, wymiarowanie okręgów i łuków)
10. określać obwiednie i stosuje kreskowanie rysunków
11. zdefiniować i wstawiać bloki i pliki innych rysunków
12. wprowadzać odnośniki rysunków zewnętrznych
13. wprowadzać obiekty aplikacji zewnętrznych
14. przygotować rysunki do wydruku
15. rozróżnić typy modeli trójwymiarowych



**Fundusze Europejskie**  
Wiedza Edukacja Rozwój



**Rzeczpospolita  
Polska**

**Unia Europejska**  
Europejski Fundusz Społeczny



- 
16. zdefiniować widoki perspektywiczne
  17. wykorzystywać system współrzędnych 3D i współrzędnych użytkownika
  18. wykorzystywać modele liniowe i powierzchniowe
  19. wykorzystywać modele bryłowe
  20. generować rysunki dwuwymiarowe z obiektów bryłowych
  21. stosować zasady wizualizacji obiektów
  22. stworzyć i zapisać nowy projekt z wykorzystaniem systemu CAM
  23. importować wcześniej wytworzone modele do systemu CAM
  24. określić sposoby analizy i korekty modeli
  25. zarządzać warstwami i maskami
  26. zdefiniować półfabrykat oraz punkt zerowy dla prawidłowego generowania ścieżki narzędzia
  27. dobrać narzędzia i parametry obróbki
  28. stworzyć ścieżki narzędziowe
  29. przeprowadzać symulację wygenerowanych trajektorii narzędzi
  30. korygować błędne lub nieoptymalne parametry trajektorii
  31. zarządzać ścieżkami narzędziowymi
  32. generować plik NC przy użyciu odpowiedniego postprocesora
  33. zastosować techniczne aspekty wdrażania systemów CAD/CAM do planowania i projektowania technologicznego
  34. zastosować funkcjonalne aspekty wdrażania systemów CAD/CAM do planowania i projektowania technologicznego



35. zastosować organizacyjne aspekty wdrażania systemów CAD/CAM do planowania i projektowania technologicznego

| <b>Dział programowy</b>         | <b>Tematy jednostek metodycznych</b>                     | <b>Liczba godzin</b> | <b>Kryteria weryfikacji<br/>Uczeń potrafi</b>  | <b>Efekty kształcenia<br/>właściwe dla dodatkowych<br/>umiejętności zawodowych<br/>Uczeń</b> | <b>Uwagi o realizacji</b> |
|---------------------------------|--|----------------------|--|--|---------------------------|
| Organizacja zajęć               | 1. Organizacja zajęć oraz omówienie regulaminu pracowni. | 1                    | – stosować zasady bezpiecznej pracy i ergonomii w pracowni   |  | klasa V                   |
| Projektowanie i modelowanie CAD | 1. Rysowanie 2D z wykorzystaniem systemów CAD            | 30                   | – stworzyć nowy rysunek standardowy i otwarty na szablonie<br>– wykorzystać kreator do tworzenia nowego rysunku<br>– wykorzystać współrzędne i | 4. wykonuje rysunki 2D z wykorzystaniem programów CAD  | klasa V                   |



Fundusze Europejskie  
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny



| Dział programowy | Tematy jednostek metodycznych | Liczba godzin | Kryteria weryfikacji<br>Uczeń potrafi   | Efekty kształcenia<br>właściwe dla dodatkowych<br>umiejętności zawodowych<br>Uczeń | Uwagi o realizacji |
|------------------|-------------------------------|---------------|---|--|--------------------|
|                  |                               |               | <p>podstawowe narzędzia rysunkowe</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- stworzyć geometrie dwuwymiarową (rysowanie obiektów liniowych, tworzenie krzywych, tworzenie obiektów wielosegmentowych)</li><li>- zmodyfikować geometrie dwuwymiarową</li><li>- zarządzać cechami obiektów (wprowadzanie warstw, zarządzanie</li></ul> |  |                    |



Fundusze Europejskie  
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny



| Dział programowy | Tematy jednostek metodycznych | Liczba godzin | Kryteria weryfikacji<br>Uczeń potrafi  | Efekty kształcenia<br>właściwe dla dodatkowych<br>umiejętności zawodowych<br>Uczeń | Uwagi o realizacji |
|------------------|-------------------------------|---------------|--|--|--------------------|
|                  |                               |               | <p>warstwami, wczytywanie i zarządzanie rodzajami linii)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- zastosować techniki konstrukcyjne (odsuwanie i kopiowanie równoległe obiektów, ucinanie i wydłużanie, zaokrąglanie i fazowanie narożników, kopiowanie lustrzane, rozciąganie obiektów)</li><li>- wprowadzać obiekty tekstowe do rysunku</li></ul> |  |                    |



Fundusze Europejskie  
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny



| Dział programowy | Tematy jednostek metodycznych | Liczba godzin | Kryteria weryfikacji<br>Uczeń potrafi  | Efekty kształcenia<br>właściwe dla dodatkowych<br>umiejętności zawodowych<br>Uczeń | Uwagi o realizacji |
|------------------|-------------------------------|---------------|--|--|--------------------|
|                  |                               |               | <ul style="list-style-type: none"><li>- wprowadzać wymiarowanie rysunków (wymiarowanie odległości, kątów, wymiarowanie okręgów i łuków)</li><li>- określać obwiednie i stosować kreskowanie rysunków</li><li>- zdefiniować i wstawiać bloki i pliki innych rysunków</li><li>- wprowadzać odnośniki rysunków zewnętrznych</li></ul> |  |                    |





| Dział programowy                | Tematy jednostek metodycznych                   | Liczba godzin | Kryteria weryfikacji<br>Uczeń potrafi  | Efekty kształcenia<br>właściwe dla dodatkowych<br>umiejętności zawodowych<br>Uczeń | Uwagi o realizacji |
|---------------------------------|---|---------------|--|--|--------------------|
|                                 |   |               | <ul style="list-style-type: none"><li>- wprowadzać obiekty aplikacji zewnętrznych</li><li>- przygotować rysunki do wydruku</li></ul>   |  |                    |
| Projektowanie i modelowanie CAD | 2. Modelowanie 3D z wykorzystaniem systemów CAD | 36            | <ul style="list-style-type: none"><li>- rozróżnić typy modeli trójwymiarowych</li><li>- zdefiniować widoki perspektywiczne</li><li>- wykorzystać system współrzędnych 3D i współrzędnych użytkownika</li><li>- wykorzystać modele liniowe i powierzchniowe</li></ul> | 5. wykonuje modelowanie 3D z wykorzystaniem programów CAD                          | klasa V            |



| Dział programowy     | Tematy jednostek metodycznych  | Liczba godzin | Kryteria weryfikacji<br>Uczeń potrafi  | Efekty kształcenia<br>właściwe dla dodatkowych<br>umiejętności zawodowych<br>Uczeń | Uwagi o realizacji |
|----------------------|--|---------------|--|--|--------------------|
|                      |  |               | <ul style="list-style-type: none"><li>– wykorzystać modele bryłowe</li><li>– generować rysunki dwuwymiarowe z obiektów bryłowych</li><li>– zastosować zasady wizualizacji obiektów</li></ul> |  |                    |
| Obsługa systemów CAM | 1. Planowanie i projektowanie procesów produkcji z wykorzystaniem systemów CAM | 35            | <ul style="list-style-type: none"><li>– utworzyć i zapisać nowy projekt z wykorzystaniem systemu CAM</li><li>– zaimportować wcześniej wytworzone modele do systemu CAM</li></ul>             | 6. wykorzystuje systemy CAM do planowania i projektowania technologicznego         | klasa V            |



Fundusze Europejskie  
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny



| Dział programowy | Tematy jednostek metodycznych | Liczba godzin | Kryteria weryfikacji<br>Uczeń potrafi  | Efekty kształcenia<br>właściwe dla dodatkowych<br>umiejętności zawodowych<br>Uczeń | Uwagi o realizacji |
|------------------|-------------------------------|---------------|--|--|--------------------|
|                  |                               |               | <ul style="list-style-type: none"><li>– określić sposoby analizy i korekty modeli</li><li>– zarządzać warstwami i maskami</li><li>– zdefiniować półfabrykat oraz punkt zerowy dla prawidłowego generowania ścieżki narzędzia</li><li>– dobrać narzędzia i parametry obróbki</li><li>– tworzy ścieżki narzędziowe</li></ul> |  |                    |



| Dział programowy           | Tematy jednostek metodycznych            | Liczba godzin | Kryteria weryfikacji<br>Uczeń potrafi  | Efekty kształcenia<br>właściwe dla dodatkowych<br>umiejętności zawodowych<br>Uczeń | Uwagi o realizacji |
|----------------------------|--|---------------|--|--|--------------------|
|                            |  |               | <ul style="list-style-type: none"><li>– przeprowadzić symulację wygenerowanych trajektorii narzędzi</li><li>– skorygować błędne lub nieoptymalne parametry trajektorii</li><li>– zarządzać ścieżkami narzędziowymi</li><li>– wygenerować plik NC przy użyciu odpowiedniego postprocesora</li></ul> |  |                    |
| Wdrażanie systemów CAD/CAM | 1. Techniczne aspekty wdrażania systemów | 6             | – wymienić techniczne aspekty wdrażania systemów CAD/CAM do  | 7. wdraża systemy CAD/CAM do planowania  | klasa V            |



Fundusze Europejskie  
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny



| Dział programowy | Tematy jednostek metodycznych                          | Liczba godzin | Kryteria weryfikacji<br>Uczeń potrafi  | Efekty kształcenia<br>właściwe dla dodatkowych<br>umiejętności zawodowych<br>Uczeń | Uwagi o realizacji |
|------------------|--|---------------|--|--|--------------------|
|                  | CAD/CAM do planowania i projektowania technologicznego |               | planowania i projektowania technologicznego<br>– scharakteryzować techniczne aspekty wdrażania systemów CAD/CAM do planowania i projektowania technologicznego<br>– zastosować techniczne aspekty wdrażania systemów CAD/CAM do planowania i | i projektowania technologicznego   |                    |



| Dział programowy           | Tematy jednostek metodycznych   | Liczba godzin | Kryteria weryfikacji<br>Uczeń potrafi   | Efekty kształcenia<br>właściwe dla dodatkowych<br>umiejętności zawodowych<br>Uczeń | Uwagi o realizacji |
|----------------------------|---|---------------|---|--|--------------------|
|                            |   |               | projektowania technologicznego  |  |                    |
| Wdrażanie systemów CAD/CAM | 2. Funkcjonalne aspekty wdrażania systemów CAD/CAM do planowania i projektowania technologicznego | 6             | – wymienić funkcjonalne aspekty wdrażania systemów CAD/CAM do planowania i projektowania technologicznego<br>– scharakteryzować funkcjonalne aspekty wdrażania systemów CAD/CAM do planowania | 7. wdraża systemy CAD/CAM do planowania i projektowania technologicznego           | klasa V            |



| Dział programowy           | Tematy jednostek metodycznych                                       | Liczba godzin | Kryteria weryfikacji<br>Uczeń potrafi   | Efekty kształcenia<br>właściwe dla dodatkowych<br>umiejętności zawodowych<br>Uczeń | Uwagi o realizacji |
|----------------------------|---|---------------|---|--|--------------------|
|                            |   |               | i projektowania technologicznego<br>– zastosować funkcjonalne aspekty wdrażania systemów CAD/CAM do planowania i projektowania technologicznego |  |                    |
| Wdrażanie systemów CAD/CAM | 3. Organizacyjne aspekty wdrażania systemów CAD/CAM do planowania i | 6             | – wymienić organizacyjne aspekty wdrażania systemów CAD/CAM do planowania i projektowania technologicznego                                      | 7. wdraża systemy CAD/CAM do planowania i projektowania technologicznego           | klasa V            |



Fundusze Europejskie  
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny



| Dział programowy | Tematy jednostek metodycznych  | Liczba godzin | Kryteria weryfikacji<br>Uczeń potrafi  | Efekty kształcenia<br>właściwe dla dodatkowych<br>umiejętności zawodowych<br>Uczeń | Uwagi o realizacji |
|------------------|--------------------------------|---------------|--|--|--------------------|
|                  | projektowania technologicznego |               | – scharakteryzować organizacyjne aspekty wdrażania systemów CAD/CAM do planowania i projektowania technologicznego<br>– zastosować organizacyjne aspekty wdrażania systemów CAD/CAM do planowania i projektowania technologicznego |  |                    |



---

### **Warunki osiągnięcia efektów kształcenia (środki dydaktyczne, formy organizacyjne, metody dydaktyczne):**

Zajęcia edukacyjne powinny być prowadzone w pracowni, wyposażonej w stanowisko dla nauczyciela i stanowiska dla uczniów. Zajęcia powinny odbywać się w grupach do 16 osób. Zalecane jest, aby przy stanowisku pracował jeden uczeń. Zaleca się samodzielne wykonywanie przez uczestników programu, ćwiczeń symulujących zadania zawodowe. Zajęcia mogą być prowadzone u pracodawcy na rzeczywistych stanowiska pracy, które zapewnią realizację wszystkich efektów kształcenia.

### **Środki dydaktyczne**

Pracownia powinna być wyposażona w:

- stanowisko dla nauczyciela wyposażone w komputer stacjonarny lub mobilny podłączony do sieci lokalnej i Internetu, ekran lub tablicę multimedialną i rzutnik lub telewizor multimedialny oraz urządzenie wielofunkcyjne lub drukarkę i skaner;
- stanowiska komputerowe dla uczniów (jedno stanowisko dla jednego ucznia), wszystkie komputery podłączone do sieci lokalnej z dostępem do Internetu, wyposażone w pakiet programów biurowych, program do wykonywania rysunku technicznego,
- środki dydaktyczne do kształtowania wyobraźni przestrzennej, normy dotyczące zasad wykonywania rysunku technicznego maszynowego,
- stanowisko do nauki programowania i symulacji pracy maszyn sterowanych numerycznie (jedno stanowisko dla jednego ucznia) z symulatorem do nauki programowania i oprogramowaniem do symulacji pracy obrabiarek skrawających sterowanych w systemie CAD (Computer Aided Design) wraz z postprocesorami na obrabiarki,
- normy i inne akty prawne dotyczące gospodarki materiałowej oraz zarządzania odpadami,
- normy i inne akty prawne stosowane podczas kalkulacji kosztów wytworzenia części maszyn i urządzeń,

- 
- dokumentacje techniczne maszyn i urządzeń stosowanych w procesach obróbki i montażu maszyn i urządzeń,
  - plansze, gabloty, modele, filmy, programy komputerowe prezentujące części maszyn, narzędzia, maszyny i urządzenia stosowane w procesach obróbki i montażu maszyn i urządzeń,
  - programy komputerowe wspomagające projektowanie (wykonywanie obliczeń wytrzymałościowych oraz sporządzanie rysunków konstrukcyjnych) części maszyn i urządzeń oraz tworzenie dokumentacji technicznej.

### **Zalecane metody dydaktyczne**

W procesie nauczania – uczenia się jest wskazane stosowanie następujących metod dydaktycznych: wykładu informacyjnego, pokazów i ćwiczeń praktycznych, realizację projektów indywidualnych i projektów w grupach.

### **Formy organizacyjne**

Zajęcia powinny być prowadzone z wykorzystaniem zróżnicowanych form: indywidualnie oraz w grupach. Praca w grupach powinna przebiegać zgodnie z zasadami organizacji pracy małych zespołów.

---

## 7. Ewaluacja programu nauczania

### Cel ewaluacji

Celem ewaluacji programu nauczania dodatkowej umiejętności zawodowej „Przygotowanie procesów produkcji z zastosowaniem systemów CAD/CAM” jest uzyskanie informacji o skuteczności oferty programowej i jej wpływu na rozwój zawodowy uczniów kształcących się w zawodzie technik mechanik.

### Pytania badawcze do procesu ewaluacji

W ramach ewaluacji programu nauczania dodatkowej umiejętności zawodowej „Przygotowanie procesów produkcji z zastosowaniem systemów CAD/CAM” proponowane są dwa obszary pytań:

Obszar I: zadowolenie uczestników zajęć z podjęcia się realizacji treści dodatkowej umiejętności zawodowej.

Obszar II: efektywność realizacji programu nauczania dodatkowej umiejętności zawodowej.

Pytania do Obszaru I:

1. Jak oceniasz organizację zajęć?
2. Czy nazwy przedmiotów oraz zawarte w nich treści uwzględniały kształcenie teoretyczne i praktyczne?
3. Czy tematyka zajęć i sposób ich prowadzenia był ciekawy?
4. Czy podczas realizacji zajęć nauczyciel stosował zróżnicowane formy i metody kształcenia?
5. Czy jakość materiałów dydaktycznych prezentowanych i udostępnianych przez nauczyciela była zadowalająca?
6. Czy tematyka i sposób prowadzenia zajęć był ciekawy?

- 
7. Czy treści zajęć przekazywane były w sposób przystępny i zrozumiały?
  8. Czy tempo zajęć było dostosowane do indywidualnych możliwości ucznia?
  9. Czy treści zaplanowane przez prowadzącego zajęcia na początku realizacji programu dodatkowej umiejętności zawodowej zostały zrealizowane?
  10. Czy miejsce prowadzenia zajęć było odpowiednio dobrane i czy jego wyposażenie było dostosowane do tematyki prowadzonych zajęć?
  11. Jak oceniasz swój poziom wiedzy po przeprowadzonych zajęciach?
  12. Czy zajęcia z zakresu dodatkowej umiejętności zawodowej „Przygotowanie procesów produkcji z zastosowaniem systemów CAD/CAM” spełniły Twoje oczekiwania?

Pytania do Obszaru II:

1. Jak oceniasz przydatność zajęć z zakresu dodatkowej umiejętności zawodowej „Przygotowanie procesów produkcji z zastosowaniem systemów CAD/CAM”?
2. Czy dobór treści w ramach realizacji poszczególnych przedmiotów dodatkowej umiejętności zawodowej był odpowiedni, czy czegoś brakowało?
3. Czy Twoja aktywność na zajęciach realizowanych w ramach dodatkowej umiejętności zawodowej była wyższa czy niższa w porównaniu do innych obowiązkowych zajęć dydaktycznych kształcenia zawodowego?
4. Jakie są Twoje największe sukcesy i porażki w trakcie realizacji zajęć w ramach dodatkowej umiejętności zawodowej?
5. Czy realizacja zajęć z zakresu dodatkowej umiejętności zawodowej pomoże Ci w zdaniu egzaminu zawodowego?

- 
6. Czy realizacja programu dodatkowej umiejętności zawodowej „Przygotowanie procesów produkcji z zastosowaniem systemów CAD/CAM” ułatwi Ci znalezienie przyszłej pracy?

### **Narzędzia wspomagające proces ewaluacji**

W procesie ewaluacji programu nauczania dodatkowych umiejętności zawodowych mogą być wykorzystywane:

- obserwacje,
- ankiety ewaluacyjne,
- rozmowy kierowane,
- zestawienia bieżących osiągnięć uczniów,
- karty i arkusze samooceny uczniów,
- wywiad grupowy,
- wnioski i rekomendacje.

Dzięki zrealizowaniu działań dotyczących ewaluacji programu nauczania dodatkowej umiejętności zawodowej „Przygotowanie procesów produkcji z zastosowaniem systemów CAD/CAM”, możliwa będzie optymalizacja treści programowych, bazy techniczno-dydaktycznej oraz stosowanych metod nauczania.

---

## **Przykładowe narzędzie do oceny efektów kształcenia dodatkowej umiejętności zawodowej (DUZ) – WSTĘPNY/KOŃCOWY ARKUSZ POMIARU**

*Szanowni Państwo, drogi uczniu, droga uczennico, ta ankieta jest częścią badań, których wyniki pozwolą ocenić opanowanie umiejętności kształcenia zawodowego.*

**Imię i nazwisko ucznia:**

**Nazwa DUZ: Przygotowanie procesów produkcji z zastosowaniem systemów CAD/CAM**

**Data wypełnienia:**

Cele kształcenia zawodowego DUZ:

1. Podniesienie poziomu umiejętności i kompetencji w ramach dodatkowej umiejętności zawodowej „Przygotowanie procesów produkcji z zastosowaniem systemów CAD/CAM” w zawodzie technik mechanik w zakresie przygotowania do wykonywania zadań zawodowych:
  - 1) Projektowania i modelowania geometrycznego CAD
  - 2) Planowania i projektowania technologicznego CAM
  - 3) Wdrażania systemów CAD/CAM
2. Poznanie specyfiki pracy na rzeczywistym stanowisku pracy w tym ponoszenie odpowiedzialności za wykonywanie działań na konkretnym stanowisku pracy;

3. Zdobyć praktycznego doświadczenia zawodowego i podniesienie umiejętności zawodowych z myślą o zyskaniu większych szans na zatrudnienie, ułatwiających podjęcie stałego zatrudnienia oraz poprawienie pozycji na rynku pracy;

4. Weryfikacja wiedzy teoretycznej poprzez uczestnictwo w kształceniu praktycznym poszerzającym zakres kształcenia podstawowego.

### System oceniania i ewaluacja (monitorowanie) przebiegu i efektów kształcenia

1. **Nie posiadam danej umiejętności** – nie wiem, jak wykonać daną czynność, nigdy tego nie robiłem.
2. **Uczę się** – zaczynam nabywać umiejętność, uczę się podstawowych czynności.
3. **Potrafię wykonać podstawowe czynności** – posiadam już podstawowe umiejętności z danego zakresu, ale nie potrafię jeszcze pracować w pełni samodzielnie.
4. **Pracuję samodzielnie** – jestem w stanie poradzić sobie z większością sytuacji, wymagających danej umiejętności, rzadko potrzebuję wsparcia.
5. **Uczę innych** – opanowałem daną umiejętność na tyle dobrze, że jestem w stanie nauczyć jej innych uczniów/pracowników.

**Uwaga:** Narzędzie ma charakter uniwersalny, może być stosowane przez ucznia, nauczyciela w CKZ i pracodawcę na każdym etapie kształcenia.

| Kompetencje kluczowe                                  | Ocena 1 | Ocena 2 | Ocena 3 | Ocena 4 | Ocena 5 | Uwagi |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| rozdziela systemy do przygotowania procesów produkcji |         |         |         |         |         |       |
| określa funkcje i zadania systemów CAD                |         |         |         |         |         |       |



Fundusze Europejskie  
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny



| Kompetencje kluczowe  | Ocena 1 | Ocena 2 | Ocena 3 | Ocena 4 | Ocena 5 | Uwagi |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| charakteryzuje podstawowe tryby pracy programów CAD                     |         |         |         |         |         |       |
| wykonuje rysunki 2D z wykorzystaniem programów CAD                      |         |         |         |         |         |       |
| wykonuje modelowanie 3D z wykorzystaniem programów CAD                  |         |         |         |         |         |       |
| charakteryzuje podstawowe obszary funkcjonalne systemów CAM             |         |         |         |         |         |       |
| wykorzystuje systemy CAM do planowania i projektowania technologicznego |         |         |         |         |         |       |
| wdraża systemy CAD/CAM do planowania i projektowania technologicznego   |         |         |         |         |         |       |



---

## 8. Wykaz proponowanej literatury

1. Bis J., Markiewicz R.: Komputerowe wspomaganie projektowania CAD. REA, Warszawa 2008.
2. Chlebun E.: Techniki komputerowe CAX w inżynierii produkcji. WNT, Warszawa 2000.
3. Kacprzyk Z., Pawłowska B.: Komputerowe wspomaganie projektowania. Podstawy i przykłady. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2012.
4. Konfederak M.: Wykonywanie rysunków części maszyn z wykorzystaniem programu CAD. ITE – PIB, Radom 2007.
5. Krawczak P.: Opracowanie programu i realizacja obróbki elementów na obrabiarkach CNC. ITE – PIB, Radom 2007.
6. Krzysiak Z.: Projektowanie 2D w programie AutoCAD. WNiT, Warszawa 2016.
7. Miecielica M., Wiśniewski W.: Komputerowe wspomaganie procesów technologicznych w praktyce. PWN – Mikom, Warszawa 2005.
8. Pacana J.: Podstawy projektowania inżynierskiego z wykorzystaniem systemów CAD/CAM. Wydawnictwo Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2016.
9. Pikoń A.: Auto CAD 2018 PL. Helion, Warszawa 2019.