

---

## **Przykładowy program nauczania do umiejętności dodatkowej (DUZ) dla zawodu operator maszyn i urządzeń odlewniczych 812107**

### **Wykorzystanie druku 3D do wytwarzania form odlewniczych**

**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.02-00-001/21 Opracowanie programów nauczania do umiejętności dodatkowych dla zawodów (DUZ) – II Etap (DUZ II)

PUBLIKACJA BEZPŁATNA

**Rok 2022**

**Autorzy:**

mgr inż. Mariusz Szymańczak

mgr inż. Krzysztof Świerk

mgr Bożena Oleksy

**Recenzenci:**

mgr inż. Michał Gronostaj

mgr Artur Kowalski

---

## Spis treści

|                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Założenia ogólne zawierające opis dodatkowej umiejętności zawodowej .....                                                           | 4  |
| 1.1. Wstęp .....                                                                                                                       | 4  |
| 1.2. Opis zawodu oraz zapotrzebowania na dodatkową umiejętność zawodową .....                                                          | 7  |
| 2. Założenia organizacyjne .....                                                                                                       | 10 |
| 2.1. Liczba godzin przewidzianych na realizację programu .....                                                                         | 10 |
| 3. Cele kształcenia dodatkowej umiejętności zawodowej .....                                                                            | 16 |
| 4. Wykaz efektów uczenia się dodatkowej umiejętności zawodowej oraz kryteriów weryfikacji .....                                        | 17 |
| 5. Plan nauczania dodatkowej umiejętności zawodowej – Wykorzystanie druku 3D do wytwarzania form odlewniczych .....                    | 21 |
| 6. Program nauczania dla przedmiotów dodatkowej umiejętności zawodowej – Wykorzystanie druku 3D do wytwarzania form odlewniczych ..... | 23 |
| 6.1. Modelowanie form i modeli odlewniczych do wykonania metodą druku 3D .....                                                         | 23 |
| 6.2. Wytwarzanie metodą druku 3D form i modeli odlewniczych .....                                                                      | 32 |
| 7. Wykaz niezbędnej literatury .....                                                                                                   | 43 |
| 8. Ewaluacja programu .....                                                                                                            | 45 |

---

## 1. Założenia ogólne zawierające opis dodatkowej umiejętności zawodowej

### 1.1. Wstęp

Według najnowszych danych przedstawionych w raporcie ManpowerGroup pn. „Niedobór Talentów” (edycja 2021) obserwowany na rynku niedobór talentów jest najwyższy od 15 lat. Pracodawcy jednoznacznie wskazują, że znalezienie pracowników z pożądanymi umiejętnościami twardymi oraz miękkimi jeszcze nigdy nie było tak trudne. W skali globalnej niedobór pracowników odczuwa 69 % badanych firm. W kraju problem z obsadzeniem stanowisk pracy nowymi pracownikami zgłasza aż 81% pracodawców. W okresie ogromnej niestabilności i dynamicznych zmian na rynku pracy jedno jest pewne – obecny kryzys zapewne przygotuje społeczeństwo do wykonywania pracy przyszłości, która – według najnowszych prognoz – będzie zdecydowanie bardziej elastyczna, różnorodna i nastawiona na dbanie o dobre samopoczucie pracowników. Warto nadmienić, że skala niedoboru pracowników w Polsce wg. badania firmy ManpowerGroup rośnie corocznie – w okresie lat 2013 – 2021 wzrosła ponad 2,5-krotnie (z 32% do 81%). Zapewne sytuacja związana z pandemią COVID-19 oraz obecnym konfliktem zbrojnym w Ukrainie nasili jedynie te rosnące niedobory. Jak zatem należy edukować, żeby zwiększyć elastyczność kompetencji i umiejętności absolwentów branżowych szkół i technikum? Zapewne dużą pomocą w tym zakresie mogą być Dodatkowe Umiejętności Zawodowe, dostosowane zarówno do lokalnych, regionalnych, jak i globalnych potrzeb rynku pracy.

Grupa badawcza, PwC, alarmuje, że do 2025 r. luka pracownicza znacząco się pogłębi. Z szacunków PwC wynika, że do 2025 r. na rynku pracy może brakować nawet 1,5 mln osób. Problem ten rozwiązać może sztuczna inteligencja, więc wiele osób czeka przekwalifikowanie. Pocieszającym faktem jest to, że nawet jeśli pewne grupy zawodowe zostaną wyparte przez maszyny, człowiek wciąż będzie potrzebny – będzie miał tylko nowe zadania do wykonania. Pojawią się także zupełnie nowe zawody związane z ciągłym rozwojem przemysłu i miast. Wobec tak postawionych hipotez zasadnym wydaje się skierowanie większej uwagi na czynnik ludzki w

---

pracy – mimo rosnącej wokół automatyzacji to pracownik w dalszym ciągu odgrywać będzie nieocenioną rolę.

Badanie „Global Human Capital Trends 2019” przeprowadzone wśród blisko 10 tysięcy liderów HR, a także IT oraz członków zarządów w 119 krajach, w tym 300 zarządów z Polski, a także rozmowy z przedstawicielami kadry kierowniczej największych organizacji – pozwalają twierdzić, że to nie koniec diametralnych zmian. Trend nr 8: Uczenie się, jako aspekt życia mówi o konieczności efektywnych zmian sprzyjających uczeniu się. Zmieniające się zapotrzebowanie na pracę i kwalifikacje powoduje ogromny popyt na nowe umiejętności i kompetencje. Jednocześnie, kurczący się rynek pracy utrudnia pracodawcom znalezienie specjalistów na zewnątrz. W tym kontekście uczenie się jest co raz bardziej zintegrowane z pracą, bardziej indywidualne i powoli przekształca w proces długoterminowy. Wprowadzenie efektywnych zmian w tej dziedzinie wymaga stworzenia kultury organizacyjnej, sprzyjającej ustawicznemu kształceniu się, motywującej ludzi do wykorzystania każdej możliwości uczenia się i ukierunkowanej na wspieranie pracowników w procesie identyfikacji i zdobywania nowych, pożytecznych umiejętności.

Po wielu latach większej stabilności na rynku metalurgicznym, rok 2020, 2021 oraz 2022 przyniosły ogromne zmiany. Początkowa faza spowolnienia produkcyjnego w sektorze metalowym w Polsce spowodowana pandemią COVID-19 w 2020 roku, przeodziała się w ogromny popyt na produkty hutnicze w 2022 roku. Oczywiście głównym powodem braku dostępności produktów metalowych na rynku jest konflikt zbrojny w Ukrainie. Sytuacja braku surowców do wytopu bezpośrednio przekłada się na dynamiczny wzrost cen produktów, a ten z kolei przekłada się na wzrost popytu i skupowanie produktów celem ich zmagazynowania i wykorzystania w przyszłości. Stwierdzić można, że stabilna dotychczas branża metalurgiczna przechodzi dynamiczne zmiany, które wymagać będą również dostosowania kompetencji i kwalifikacji przyszłych pracowników, stąd też kluczowym wydają się być wyposażenie uczniów kształcących się na kierunkach w branży metalurgicznej w dodatkowe umiejętności zawodowe, dające im szansę szybszego odnalezienia się na rynku

---

pracy.

Zadania szkoły i innych podmiotów prowadzących kształcenie zawodowe oraz sposób ich realizacji są uwarunkowane zmianami zachodzącymi w otoczeniu gospodarczo-społecznym, na które wpływają w szczególności: nowe techniki i technologie, idea gospodarki opartej na wiedzy, globalizacja procesów gospodarczych i społecznych, rosnący udział handlu międzynarodowego, mobilność geograficzna i zawodowa, a także wzrost oczekiwań pracodawców w zakresie poziomu wiedzy i umiejętności pracowników.

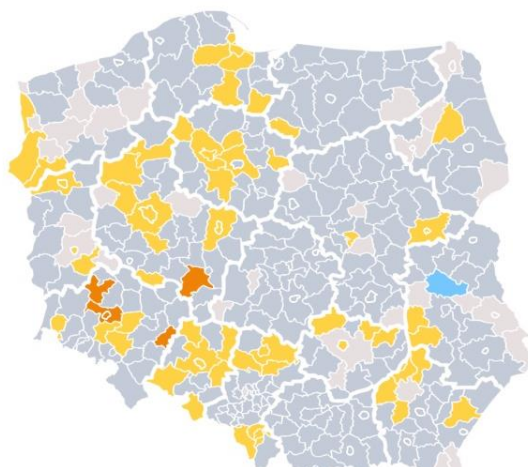
W szkole prowadzącej kształcenie zawodowe przygotowanie do uzyskania dodatkowych umiejętności zawodowych, podobnie jak przygotowanie do uzyskania dodatkowych uprawnień zawodowych lub kwalifikacji rynkowych funkcjonujących w Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji, jest realizowane w wymiarze wynikającym z różnicy między sumą godzin obowiązkowych zajęć edukacyjnych z zakresu kształcenia zawodowego, określoną w ramowym planie nauczania dla danego typu szkoły prowadzącej kształcenie zawodowe, a minimalną liczbą godzin kształcenia zawodowego dla kwalifikacji wyodrębnionych w zawodzie szkolnictwa branżowego określoną w podstawie programowej kształcenia w zawodzie szkolnictwa branżowego.

Zaproponowana dodatkowa umiejętność zawodowa (DUZ) wynika ze zwiększonego zapotrzebowania na rynku na specjalistów w tym zakresie. Analizując najnowsze badanie zapotrzebowania na zawody (<https://barometrzwodow.pl>) należy stwierdzić, że na terenie większości województw występuje deficyt poszukujących pracy dla grupy zawodów: pracownicy przetwórstwa metali.

## Prognoza na 2022, Polska

Relacja między dostępnymi pracownikami a potrzebami pracodawców – **pracownicy przetwórstwa metali**

Rozwiń ▾



W oparciu o Obwieszczenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 1 lutego 2022 r. w sprawie prognozy zapotrzebowania na pracowników w zawodach szkolnictwa branżowego na krajowym i wojewódzkim rynku pracy Poz. 120 tj: PROGNOZA ZAPOTRZEBOWANIA NA PRACOWNIKÓW W ZAWODACH SZKOLNICTWA BRANŻOWEGO NA KRAJOWYM I WOJEWÓDZKIM RYNKU PRACY: - zawody, dla których, ze względu na znaczenie dla rozwoju państwa, prognozowane jest szczególne zapotrzebowanie na pracowników na krajowym rynku pracy, uzasadniające zwiększenie kwot podziału części oświatowej subwencji ogólnej między poszczególne jednostki samorządu terytorialnego na rok 2022 oraz zwiększenie wysokości kwoty dofinansowania kosztów kształcenia młodocianego pracownika wskazuje również, jako istotne i umiarkowane zapotrzebowanie na zawody z branży metalurgicznej.

### 1.2. Opis zawodu oraz zapotrzebowania na dodatkową umiejętność zawodową

W okresie dużego zapotrzebowania na produkty metalurgiczne, wzrostu cen tych wyrobów na poziomie 200% - 300 %, należy spodziewać się również dużego zapotrzebowania na specjalistów i pracowników z obszaru branży metalurgicznej, w tym również absolwentów zawodu operator maszyn i urządzeń odlewniczych. Szczególne zapotrzebowanie na tą kadrę fachowców wskazują firmy produkujące w

---

branży motoryzacyjnej. Z uwagi na nabyte podczas procesu formalnego kształcenia umiejętności z zakresu eksploatacji maszyn i urządzeń odlewniczych.

Zapotrzebowanie na absolwentów kierunków kształcenia w zawodzie operator maszyn i urządzeń odlewniczych zależne jest od struktury gospodarczej danego regionu. Wartym podkreślenie jest jednak fakt, że w tych regionach Polski, gdzie przemysł metalurgiczny jest ulokowany, występuje ciągle zapotrzebowanie na tego typu fachowców. W rozmowach prowadzonych z zakładami pracy przemysłu hutniczego wielokrotnie wybrzmiewa również potrzeba modyfikacji i modernizacji obecnych podstaw programowych oraz konieczność wyposażenia absolwentów szkół w nowe umiejętności, które wpłyną będą na rozwój innowacyjności polskiego przemysłu metalurgicznego.

Zgodnie z uzgodnieniami pomiędzy Polską a Komisją Europejską, zdolności produkcyjne krajowego hutnictwa do listopada 2020 roku wniosły 12,6 miliona ton na rok. Całość produkcji zabezpiecza ok. 6% popytu krajowego. Jednak hutnictwo ma również kluczowe zadanie związane z recyklingiem dla wielu gałęzi przemysłu, przetwarzając ok. 6,5 mln ton złomu rocznie. Jest to surowiec dekarbonizowany, w którego odzyskiwaniu Polska ma znaczący wkład. Rocznie UE eksportuje ok. 20 mln ton złom, z czego ok. 2 mln ton tego surowca eksportowana jest z Polski. Oczywiście światowym liderem tego runku wciąż pozostają Chiny, jednak Polska jest obecnie na 20. miejscu wśród największych światowych producentów stali. Wartym podkreślenia jest również fakt, że Polska jest największym w UE importerem stali netto.

Poza istotnymi gospodarczo danymi statystycznymi, zwrócić również należy uwagę na aspekt rozwoju innowacyjności w przemyśle metalurgicznym. Coraz większe wymagania dotyczące indywidualizacji zamówień powodują wzrost zapotrzebowania na nowoczesne technologie wykorzystywane w produkcji wyrobów hutniczych oraz rozwój w zakresie materiałoznawstwa.

W ostatnim czasie zaobserwować można rozwój technologii wytwarzania form i rdzeni odlewniczych przy pomocy technik wytwarzania przyrostowego.

Wykorzystanie druku 3D wymaga zarówno znajomości obsługi oprogramowania wykorzystywanego do modelowania bryłowego elementów w postaci form lub rdzeni,

---

ale również znajomości odpowiednich materiałów wytwórczych do produkcji tego typu elementów. Ta technika pozwala ograniczyć kosztochłonność wykonania skomplikowanych, pojedynczych serii odlewniczych i na chwilę obecną jest najbardziej rozdwoją technologią w tym zakresie. Dokładność wykonania odlewów tą metoda porównywalna jest do produkcji seryjnej co powoduje, że przedsiębiorstwa wdrażające tego typu rozwiązania stają się konkurencyjne nie tylko na krajowym, ale przede wszystkim europejskim i światowym rynku hutniczym.

Osoba posiadająca powyższą dodatkową umiejętność zawodową będzie zdolna do wdrożenia nowoczesnej technologii odlewania grawitacyjnego, w ramach której wykorzystane będą innowacyjne technologie wytwarzania rdzeni i form odlewniczych na drukarkach 3D. Ma to szczególne znaczenie zarówno dla podniesienia skali konkurencyjności polskich przedsiębiorstw działających w branży metalurgicznej oraz budowania ich przewagi konkurencyjnej na zagranicznych rynkach zbytu.

Mając na uwadze zapotrzebowanie na pracowników w zawodach branży metalurgicznej, praktycznie w większości województw w kraju, dodatkowa umiejętność zawodowa z zakresu Wykorzystanie druku 3D do wytwarzania form odlewniczych stworzy absolwentom branżowej szkoły I stopnia w zawodzie operator maszyn i urządzeń odlewniczych dodatkowe możliwości rozwoju zawodowego i znacząco poprawi atrakcyjność tego zawodu.

---

## 2. Założenia organizacyjne

### 2.1. Liczba godzin przewidzianych na realizację programu

Podstawa programowa kształcenia w zawodach szkolnictwa branżowego w zawodzie Operator maszyn i urządzeń odlewniczych 812107 obejmuje jedną kwalifikację: **MTL.02. Eksploatacja maszyn i urządzeń odlewniczych**

Minimalna liczba godzin kształcenia zawodowego dla tych kwalifikacji wynosi 830.

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 branżowej szkole I stopnia 3 – letniej łączna liczba godzin przeznaczona na kształcenie zawodowe wynosi 50.

Do obliczeń przyjmuje się, że średnio w każdym roku jest 32 tygodni, co stanowi 1600 godzin. Różnica godzin między minimalną liczbą godzin wynikającą z podstawy programowej kształcenia w zawodzie, a liczbą godzin wynikającą z ramowego planu nauczania wynosi 770. Jest to liczba godzin, która może być przeznaczona na zajęcia w ramach dodatkowych umiejętności zawodowych.

Wskazany zestaw efektów uczenia się w ramach niniejszego programu dodatkowych umiejętności zawodowych zaplanowano na minimum:

- Liczba godzin – 160 h
- Czas trwania – 2 semestry

Czas trwania dodatkowej umiejętności zawodowej wynosi 2 semestry. Zaczyna się w klasie drugiej, w drugim semestrze i kończy w klasie trzeciej na koniec semestru pierwszego. Tygodniowa liczba to 5 godzin.

Zajęcia powinny odbywać się w grupach do 16 osób, zalecane jest, aby przy stanowisku pracował jeden uczeń. Zaleca się również samodzielne wykonywanie przez uczestników procesu kształcenia, ćwiczeń symulujących zadania zawodowe, prac w realnych warunkach.

Zajęcia powinny być prowadzone z wykorzystaniem różnych form i metod pracy aktywizującej uczniów np. praca w grupach.

---

## 2.2. Wymagania kwalifikacyjne osób prowadzących zajęcia

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

- ukończone studia pierwszego stopnia na kierunku (specjalności) zgodnym z nauczaniem przedmiotem oraz posiada przygotowanie pedagogiczne lub
- studia pierwszego stopnia na kierunku, którego efekty kształcenia, obejmują treści nauczanego przedmiotu, wskazane w podstawie programowej dla tego przedmiotu, oraz posiada przygotowanie pedagogiczne lub
- studia drugiego stopnia lub jednolite studia magisterskie, na kierunku (specjalności) innym niż wymieniony w pkt powyżej, i studia podyplomowe w zakresie nauczanego przedmiotu lub prowadzonych zajęć oraz posiada przygotowanie pedagogiczne.

Osoba prowadząca zajęcia w ramach dodatkowej umiejętności zawodowej powinna:

- posiadać ukończone studia w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych z zakresu dyscypliny: inżynieria mechaniczna, inżynieria produkcji lub mechanika i budowa maszyn,
- posiadać przygotowanie pedagogiczne,
- posiadać wiedzę i umiejętności z zakresu wykorzystania drukarek 3D w procesach wytwarzania form i rdzeni metalurgicznych.

Ponadto może to być pracodawcą z branży metalurgicznej, który posiada uprawnienia instruktora praktycznej nauki zawodu. W uzasadnionych przypadkach w szkole, która realizuje dodatkową umiejętność zawodową może być, za zgodą kuratora oświaty zatrudniona osoba niebędąca nauczycielem, posiadająca przygotowanie uznane przez dyrektora szkoły za odpowiednie do prowadzenia zajęć w ramach dodatkowej umiejętności zawodowej „Wykorzystanie druku 3D do wytwarzania form odlewniczych”. Osobę, zatrudnia się na zasadach określonych w ustawie z dnia 26 czerwca 1974 r. – Kodeks pracy (Dz. U. z 2018 r. poz. 917, z późn. zm.), z tym że do tej osoby stosuje się odpowiednio przepisy dotyczące

tygodniowego obowiązkowego wymiaru godzin zajęć edukacyjnych nauczycieli oraz ustala się jej wynagrodzenie nie wyższe niż 184% kwoty bazowej, określonej dla nauczycieli corocznie w ustawie budżetowej. Organy prowadzące szkoły mogą upoważniać dyrektorów szkół, w indywidualnych przypadkach, do przyznawania wynagrodzenia w wyższej wysokości.

### **2.3. Wyposażenie dydaktyczne**

Szkoła prowadząca kształcenie w dodatkowej umiejętności zawodowej zapewnia pomieszczenia dydaktyczne oraz wyposażenie techniczno-dydaktycznego konieczne do osiągnięcia założonych w ramach programu dodatkowej umiejętności zawodowej efektów uczenia się.

#### **Opis infrastruktury pracowni**

a. Usytuowanie stanowiska

Stanowiska dydaktyczne powinny znajdować się w sali usytuowanej w pobliżu pracowni do zajęć praktycznych, wskazane w tym samym budynku.

b. Wielkość i inne wymagania dotyczące pomieszczenia lub innego miejsca, w którym znajduje się stanowisko.

Wielkość pomieszczenia, liczba i usytuowanie stanowisk, sposób wykończenia podłóg, sufitów, ścian, okien i drzwi zgodna z przepisami prawa w zakresie wymagań: budowlanych, bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej oraz sanitarno-epidemiologicznych.

c. minimalna powierzchnia (kubatura) niezbędna dla pojedynczego stanowiska; Stanowisko o powierzchni dostosowanej do zasad ergonomii i zapewniające uczniom swobodę ruchu wystarczającą do wykonywania pracy w sposób bezpieczny.

d. wyposażenie stanowiska w niezbędne media z określeniem ich parametrów

- punkty zasilania w energię elektryczną z napięciem 230 V oraz 400V z zabezpieczeniem przeciwporażeniowym oraz wyłącznikami bezpieczeństwa na stanowiskach oraz centralnym wyłącznikiem bezpieczeństwa,
- instalacja grzewcza,
- wentylacja grawitacyjna,

- 
- oświetlenie dzienne z dodatkowo możliwością oświetlenia światłem sztucznym,
  - szerokopasmowe łącze internetowe,
  - dostęp do źródła sprężonego powietrza,

#### **I. Pracownia modelowania i druku 3D**

- 1) stanowisko komputerowe dla nauczyciela podłączone do sieci lokalnej z dostępem do internetu, z urządzeniem drukującym wielofunkcyjnym i projekтором multimedialnym, z pakietem programów biurowych i programem do tworzenia prezentacji, z oprogramowaniem do modelowania bryłowego form i rdzeni odlewniczych. Zalecane są następujące minimalne parametry komputera: procesor 8-o rdzeniowy, taktowanie minimum 3 GHz, dysk SSD 500 GB, RAM 64 GB, szybka karta grafiki,
  - 2) stanowiska komputerowe dla uczniów z oprogramowaniem do modelowania bryłowego form i rdzeni odlewniczych. Zalecane są następujące minimalne parametry komputera: procesor 8-o rdzeniowy, taktowanie minimum 3 GHz, dysk SSD 500 GB, RAM 64 GB, szybka karta grafiki. Jedno stanowisko na maksymalnie 2 uczniów,
  - 3) przykładowe materiały i surowce do wykonywania form i rdzeni odlewniczych wraz z opisem ich właściwości i zastosowania,
  - 4) przykłady elementów rdzeni i form odlewniczych
  - 5) narzędzia i sprzęt pomiarowy wykorzystywany do wykonywania rdzeni i form odlewniczych na drukarkach 3D,
  - 6) katalogi urządzeń i narzędzi wykorzystywanych do druku 3D form i rdzeni odlewniczych
  - 7) biblioteczka zawodowa wyposażona w dokumentację, instrukcje, normy, procedury, przewodniki, regulaminy, przepisy prawne właściwe dla stanowiska
  - 8) wykaz środków do udzielania pierwszej pomocy
    - apteczka zaopatrzona w środki niezbędne do udzielania pierwszej pomocy wraz z instrukcją o zasadach udzielania pierwszej pomocy.
-

- 
- 9) wykaz środków zapewniających przestrzeganie zasad ergonomii oraz bezpieczeństwa i higieny pracy
- środki ochrony przeciwpożarowej.

## **II. Warsztaty szkolne wyposażone w**

- 1) Stanowiska wykonywania rdzeni i form odlewniczych na drukarkach 3D wraz z niezbędnym wyposażeniem, infrastrukturą towarzyszącą oraz materiałami eksploatacyjnymi pozwalającymi na wykonanie wydruków rdzeni i form odlewniczych. Jedno stanowisko na 4 uczniów.
- 2) Stanowiska do montażu form odlewniczych wraz z rdzeniami odlewniczymi, służące, jako stanowisko wykonania pełnej formy odlewniczej, zawierające wszystkie niezbędne narzędzia i przyrządy odlewnicze wykorzystywane do montażu form odlewniczych wykonanych w technologii druku 3D.
- 3) Instrukcje producentów, karty charakterystyk, katalogi, instrukcje obsługi maszyn i urządzeń, tablice poglądowe, wzorniki.

UWAGA: zaleca się aby kształcenie w ramach dodatkowej umiejętności zawodowej odbywało się w rzeczywistych warunkach pracy. Może odbywać się w pracowniach zawodowych – warsztatach szkolnych, u pracodawcy lub w Centrum Kształcenia Zawodowego.

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

Dla realizacji programu dodatkowej umiejętności zawodowej – „Wykorzystanie druku 3D do wytwarzania form odlewniczych” wymagane jest osiągnięcie efektów kształcenia zawartych w podstawie programowej kształcenia w zawodzie operator maszyn i urządzeń odlewniczych w zakresie podstaw odlewnictwa oraz wykonywania form oraz użytkowania maszyn i urządzeń do wykonywania odlewów w formach jednorazowych, trwałych i półtrwałych.

Efekty kształcenia w ramach dodatkowej umiejętności zawodowej mogą być także realizowane podczas odbywania stażu uczniowskiego.



---

W trakcie stażu uczniowskiego uczeń realizuje wszystkie albo wybrane treści programu nauczania dodatkowej umiejętności zawodowej. Podmiot przyjmujący ucznia na staż zawiera z uczniem albo rodzicami niepełnoletniego ucznia, w formie pisemnej, umowę o staż uczniowski.

---

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

Absolwent szkoły prowadzącej kształcenie w zawodzie operator maszyn i urządzeń odlewniczych w zakresie Dodatkowej Umiejętności Zawodowej „Wykorzystanie druku 3D do wytwarzania form odlewniczych” powinien być przygotowany do wykonywania następujących zadań zawodowych:

1. Przygotowania modelu cyfrowego formy i rdzeni odlewniczych do wykonania metodą druku 3D,
2. Obsługiwanie drukarek 3D,
3. Wytwarzania form i rdzeni odlewniczych z zastosowaniem metody przyrostowej.

#### **4. Wykaz efektów uczenia się dodatkowej umiejętności zawodowej oraz kryteriów weryfikacji**

Do wykonywania zadań zawodowych w zakresie dodatkowej umiejętności zawodowej niezbędne jest osiągnięcie niżej wymienionych efektów kształcenia:

| <b>Efekty kształcenia</b>                                                      | <b>Kryteria weryfikacji</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Uczeń:</b>                                                                  | <b>Uczeń:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 1) przestrzega przepisów BHP, ochrony przeciwpożarowej oraz ochrony środowiska | 1) stosuje zasady bezpiecznej pracy i ergonomii w pracowni druku 3D do wytwarzania form odlewniczych<br>2) przestrzega zasad bezpiecznego użytkowania urządzeń do wytwarzania form oraz rdzeni odlewniczych<br>3) przestrzega zasad obsługi urządzeń i przyrządów wykorzystywanych do wytwarzania form oraz rdzeni odlewniczych                                                                    |
| 2) modeluje odlewy oraz rdzenie odlewnicze w środowisku oprogramowania CAD     | 1) wskazuje zastosowanie podstawowych funkcji oprogramowania CAD<br>2) stosuje podstawowe narzędzia modelowania bryłowego: wyciągnięcie, obrót<br>3) wykorzystuje metody łączenia brył do tworzenia złożonych modeli bryłowych<br>4) weryfikuje poprawność kształtu i wymiarów wytworzonego modelu bryłowego odlewu<br>5) modeluje rdzenie odlewnicze zgodnie z zaplanowanym kształtem i wymiarami |
| 3) modeluje elementy układu wlewowego i oczyszczania odlewu                    | 1) dobiera rozmiary i geometrie elementów układu wlewowego<br>2) wykonuje modele 3D wlewów oraz dokonuje ustawienia wlewów w przestrzeni 3D na wypracowanym modelu                                                                                                                                                                                                                                 |

| <b>Efekty kształcenia</b>                                                                             | <b>Kryteria weryfikacji</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Uczeń:</b>                                                                                         | <b>Uczeń:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                                                                                       | <p>3) wykonuje modele 3D nadlewów oraz dokonuje ustawienia nadlewów w przestrzeni 3D na wypracowanym modelu</p> <p>4) wykonuje modele 3D zlewek oraz dokonuje ustawienia zlewek w przestrzeni 3D na wypracowanym modelu</p> <p>5) przeprowadza symulacje procesu odlewania w oprogramowaniu CAM dokonując sprawdzenia poprawności wykonanych modeli i ich położenia</p>                                                                                                                                                                                                              |
| 4) dokonuje wyboru płaszczyzny podziału odlewu w zależności od zastosowanej techniki wykonania odlewu | <p>1) dobiera płaszczyznę podziału odlewu na modelu 3D dla technologii odlewania w formach piaskowych, skorupowych, woskowych, odlewania kokilowego, ciśnieniowego i odśrodkowego</p> <p>2) dokonuje zmian w geometrii modelu odlewniczego dla form trwałych uwzględniając odpowiednie kąty nachylenia ścianek</p> <p>3) tworzy układy modeli odlewniczych dla form wykorzystujących odlewanie więcej niż jednego modelu w formie</p> <p>4) modeluje układy wlewowe dla modeli odlewniczych wykonywanych w formach wykorzystujących odlewanie więcej niż jednego modelu w formie</p> |
| 5) konwertuje modele do potrzeb wykonania druku 3D                                                    | <p>1) ustawia model odlewniczy/rdzeń odlewniczy w odpowiednim ułożeniu przestrzennym w polu roboczym drukarki 3D</p> <p>2) stosuje i opracowuje odpowiednie podpory technologiczne do wykonania wydruku modelu odlewu oraz rdzenia odlewniczego</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |



| <b>Efekty kształcenia</b>                                                         | <b>Kryteria weryfikacji</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Uczeń:</b>                                                                     | <b>Uczeń:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                   | 3) konwertuje model 3D do odpowiedniego formatu pliku umożliwiającego wydruk modelu/rdzenia odlewniczego na drukarce 3D<br>4) dobiera odpowiednie parametry do wydruku modelu/rdzenia odlewniczego                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 6) dobiera materiały do wykonania wydruku 3D                                      | 1) omawia różne materiały stosowane do wykonywania form odlewniczych przy pomocy druku 3D oraz rdzeni odlewniczych, a także układów wlewowych<br>2) dobiera metodę druku oraz materiał do wydrukowania modeli odlewniczych<br>3) dobiera metodę druku oraz materiał do wydrukowania rdzeni odlewniczych<br>4) dobiera metodę druku oraz materiał do wydrukowania elementów układów wlewowych                                                                                                        |
| 7) wykonuje druk 3D modeli i rdzeni odlewniczych oraz elementów układów wlewowych | 1) wskazuje podstawowe elementy drukarki 3D<br>2) uruchamia drukarkę 3D<br>3) sprawdza parametry i wprowadza korekty ustawień<br>4) sprawdza stan filamentu oraz uzupełnia w przypadku niewystarczającej ilości<br>5) kopiuje przygotowane wcześniej pliki do układu sterowania drukarki 3D<br>6) uruchamia proces druku 3D<br>7) nadzoruje poprawność druku 3D<br>8) wyjmuje obiekt z komory roboczej drukarki 3D<br>9) wskazuje i charakteryzuje możliwości wystąpienia potencjalnych wad obiektu |



| Efekty kształcenia                     | Kryteria weryfikacji                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Uczeń:                                 | Uczeń:                                                                                                                                                                                            |
|                                        | wynikających z błędów pojawiających się podczas wydruku 3D                                                                                                                                        |
| 8) sprawdza jakość wykonanego druku 3D | 1) weryfikuje poprawność zakończenia pracy przez drukarkę 3D<br>2) ocenia kształt oraz dokonuje pomiaru wymiarów kontrolnych wytworzonego detalu<br>3) usuwa elementy podporowe z gotowego wyrobu |

## 5. Plan nauczania dodatkowej umiejętności zawodowej – Wykorzystanie druku 3D do wytwarzania form odlewniczych

| Nazwa przedmiotu/zajęć                                                 | Tematy jednostek metodycznych                                                                                   | Liczba godzin | Uwagi o realizacji                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Modelowanie form i modeli odlewniczych do wykonania metodą druku 3D | 1. Oprogramowanie służące do projektowania modeli odlewniczych.                                                 | 10            | Wykład, dyskusja, projekty w grupach, pokaz, ćwiczenia praktyczne, zajęcia praktyczne w pracowni zawodowej, CKZ lub/u pracodawcy.                       |
| 1. Modelowanie form i modeli odlewniczych do wykonania metodą druku 3D | 2. Przygotowanie cyfrowych modeli z użyciem oprogramowania typu CAD/CAM.                                        | 50            | Wykład, dyskusja, projekty w grupach, pokaz, ćwiczenia praktyczne, zajęcia praktyczne w pracowni zawodowej, CKZ lub/u pracodawcy.                       |
| 2. Wytwarzanie metodą druku 3D form i modeli odlewniczych              | 1. Zasady bhp podczas wykonywania form i modeli odlewniczych z użyciem druku 3D.                                | 3             | Wykład, dyskusja, projekty w grupach, pokaz, ćwiczenia praktyczne, zajęcia praktyczne w pracowni zawodowej, warsztatach szkolnych, CKZ lub/u pracodawcy |
| 2. Wytwarzanie metodą druku 3D form i modeli odlewniczych              | 2. Przygotowanie oprogramowania, urządzeń i materiałów do wykonania form i modeli odlewniczych metodą druku 3D. | 17            | Wykład, dyskusja, projekty w grupach, pokaz, ćwiczenia praktyczne, zajęcia praktyczne w pracowni zawodowej, warsztatach szkolnych, CKZ lub/u pracodawcy |
| 2. Wytwarzanie metodą druku 3D form i modeli odlewniczych              | 3. Wydruk form i modeli odlewniczych.                                                                           | 60            | Wykład, dyskusja, projekty w grupach, pokaz, ćwiczenia praktyczne, zajęcia praktyczne w pracowni                                                        |



| Nazwa przedmiotu/zajęć                                    | Tematy jednostek metodycznych                                       | Liczba godzin | Uwagi o realizacji                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                           |                                                                     |               | zawodowej, warsztatach szkolnych, CKZ lub/u pracodawcy                                                                                                  |
| 2. Wytwarzanie metodą druku 3D form i modeli odlewniczych | 4. Kontrola jakości wykonanego modelu odlewniczego metodą druku 3D. | 20            | Wykład, dyskusja, projekty w grupach, pokaz, ćwiczenia praktyczne, zajęcia praktyczne w pracowni zawodowej, warsztatach szkolnych, CKZ lub/u pracodawcy |

---

## **6. Program nauczania dla przedmiotów dodatkowej umiejętności zawodowej – Wykorzystanie druku 3D do wytwarzania form odlewniczych**

### **Wykaz przedmiotów nauczania**

1. Modelowanie form i modeli odlewniczych do wykonania metodą druku 3D
2. Wytwarzanie metodą druku 3D form i modeli odlewniczych.

### **6.1. Modelowanie form i modeli odlewniczych do wykonania metodą druku 3D**

#### **Cele ogólne przedmiotu**

1. Poznanie oprogramowania służącego do modelowania form i modeli odlewniczych.
2. Wykonanie cyfrowego modelu 3D formy i modelu odlewniczego.

#### **Cele operacyjne**

1. Określić funkcje oprogramowania służącego do modelowania form i modeli odlewniczych,
2. Wykonać modelowanie odlewu oraz rdzeni odlewniczych w środowisku oprogramowania CAD,
3. Wykonać modelowanie elementów układu wlewowego i oczyszczania odlewu,
4. Dobrać płaszczyzny podziału odlewu w zależności od zastosowanej techniki wykonania odlewu.



| <b>Dział programowy</b>                                                | <b>Tematy jednostek metodycznych</b>                         | <b>Liczba godz.</b> | <b>Kryteria weryfikacji - wymagania programowe</b><br><br>Uczeń:                                                                                                                                                           | <b>Efekty kształcenia DUZ</b><br><br>Uczeń:                                | <b>Uwagi o realizacji, etap realizacji</b> |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1. Modelowanie form i modeli odlewniczych do wykonania metodą druku 3D | Oprogramowanie służące do projektowania modeli odlewniczych. | 10                  | 1. wskazuje zastosowanie podstawowych funkcji oprogramowania CAD;<br>2. stosuje podstawowe narzędzia modelowania bryłowego: wyciągnięcie, obrót                                                                            | 2) modeluje odlewy oraz rdzenie odlewnicze w środowisku oprogramowania CAD | klasa II i III                             |
| 1. Modelowanie form i modeli odlewniczych do wykonania metodą druku 3D | Tworzenie modeli z użyciem oprogramowania typu CAD/CAM.      | 20                  | 3. wykorzystuje metody łączenia brył do tworzenia złożonych modeli bryłowych<br>4. weryfikuje poprawność kształtu i wymiarów wytworzonego modelu bryłowego odlewu<br>5. modeluje rdzenie odlewnicze zgodnie z zaplanowanym | 2) modeluje odlewy oraz rdzenie odlewnicze w środowisku oprogramowania CAD | klasa II i III                             |



| Dział programowy                                                       | Tematy jednostek metodycznych                           | Liczba godz. | Kryteria weryfikacji<br>- wymagania programowe<br><br>Uczeń:                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Efekty kształcenia<br>DUZ<br>Uczeń:                         | Uwagi o realizacji,<br>etap realizacji |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
|                                                                        |                                                         |              | kształtem i wymiarami                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                             |                                        |
| 1. Modelowanie form i modeli odlewniczych do wykonania metodą druku 3D | Tworzenie modeli z użyciem oprogramowania typu CAD/CAM. | 15           | 1. dobiera rozmiary i geometrie elementów układu wlewowego<br>2. wykonuje modele 3D wlewów oraz dokonuje ustawienia wlewów w przestrzeni 3D na wypracowanym modelu<br>3. wykonuje modele 3D nadlewów oraz dokonuje ustawienia nadlewów w przestrzeni 3D na wypracowanym modelu<br>4. wykonuje modele 3D zlewk oraz dokonuje ustawienia zlewk w | 3) modeluje elementy układu wlewowego i oczyszczania odlewu | klasa II i III                         |



| Dział programowy                                                       | Tematy jednostek metodycznych                           | Liczba godz. | Kryteria weryfikacji<br>- wymagania programowe<br><br>Uczeń:                                                                                                                      | Efekty kształcenia<br>DUZ<br>Uczeń:                                                                   | Uwagi o realizacji,<br>etap realizacji |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
|                                                                        |                                                         |              | przestrzeni 3D na wypracowanym modelu<br><br>5. przeprowadza symulacje procesu odlewania w oprogramowaniu CAM dokonując sprawdzenia poprawności wykonanych modeli i ich położenia |                                                                                                       |                                        |
| 1. Modelowanie form i modeli odlewniczych do wykonania metodą druku 3D | Tworzenie modeli z użyciem oprogramowania typu CAD/CAM. | 15           | 1. dobiera płaszczyznę podziału odlewu na modelu 3D dla technologii odlewania w formach piaskowych, skorupowych, woskowych, odlewania kokilowego, ciśnieniowego i odśrodkowego    | 4) dokonuje wyboru płaszczyzny podziału odlewu w zależności od zastosowanej techniki wykonania odlewu | klasa II i III                         |



| <b>Dział programowy</b> | <b>Tematy jednostek metodycznych</b> | <b>Liczba godz.</b> | <b>Kryteria weryfikacji - wymagania programowe</b><br><br>Uczeń:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Efekty kształcenia DUZ</b><br>Uczeń: | <b>Uwagi o realizacji, etap realizacji</b> |
|-------------------------|--------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------|
|                         |                                      |                     | 2. dokonuje zmian w geometrii modelu odlewniczego dla form trwałych uwzględniając odpowiednie kąty nachylenia ścianek<br>3. tworzy układy modeli odlewniczych dla form wykorzystujących odlewanie więcej niż jednego modelu w formie<br>4. modeluje układy wlewowe dla modeli odlewniczych wykonywanych w formach wykorzystujących odlewanie więcej niż jednego modelu w formie |                                         |                                            |

---

## PROCEDURY OSIĄGANIA CELÓW KSZTAŁCENIA PRZEDMIOTU

### Propozycje metod nauczania:

Zajęcia powinny być prowadzone z wykorzystaniem różnych form i metod organizacyjnych: indywidualnie i zespołowo. W zakresie związanym z wykonywaniem modelowania formy i rdzeni odlewniczych szkoła zapewnia dostęp do indywidualnego stanowiska pracy. Bardzo ważną kwestią w kształceniu zawodowym jest indywidualizacja pracy w kierunku potrzeb i możliwości ucznia w zakresie metod, środków oraz form kształcenia. Ponadto uczniowie powinni samodzielnie budować swoją wiedzę i kształtować umiejętności poprzez uczenie się we współpracy oraz korzystanie z różnych źródeł informacji. Zaleca się wykonywanie ćwiczeń praktycznych w grupach i indywidualnie, można również realizować zadania w formie projektu, realizowanego w ramach przeprowadzenia pełnego procesu modelowania formy i rdzeni odlewniczych.

### Środki dydaktyczne:

Zajęcia edukacyjne powinny być prowadzone w rzeczywistych warunkach pracy, najlepiej u pracodawcy, lub pracowni zawodowej z zakresu modelowania i druku 3D. Pomocne w realizacji są filmy dydaktyczne i prezentacje multimedialne związane z treściami kształcenia, czasopisma branżowe, katalogi, dokumentacje, instrukcje obsługi maszyn i urządzeń, wzorniki.

### Obudowa dydaktyczna:

Miejsce zajęć powinno być wyposażone w stanowisko komputerowe dla nauczyciela podłączone do sieci lokalnej z dostępem do Internetu, z pakietem programów biurowych, wyposażone w projektor multimedialny, tablicę interaktywną lub monitor interaktywny, wyposażone w urządzenie wielofunkcyjne. Stanowiska komputerowe dla uczniów z oprogramowaniem CAD/CAM. Zestawy ćwiczeń, instrukcje do ćwiczeń, pakiety edukacyjne dla uczniów, karty samooceny, karty pracy dla uczniów.

### Warunki realizacji programu przedmiotu:

---

Zajęcia edukacyjne powinny być prowadzone w pracowni modelowania i druku 3D

Realizacja działu związana jest przede wszystkim z rozwijaniem u uczniów umiejętności dotyczących metod i technik modelowania z wykorzystaniem oprogramowania komputerowego. Pracownia powinna być wyposażona w:

- 1) stanowisko komputerowe dla nauczyciela podłączone do sieci lokalnej z dostępem do internetu, z urządzeniem drukującym wielofunkcyjnym i projektorem multimedialnym, z pakietem programów biurowych i programem do tworzenia prezentacji, z oprogramowaniem do modelowania bryłowego form i rdzeni odlewniczych. Zalecane są następujące minimalne parametry komputera: procesor 8-o rdzeniowy, taktowanie minimum 3 GHz, dysk SSD 500 GB, RAM 64 GB, szybka karta grafiki,
- 2) stanowiska komputerowe dla uczniów z oprogramowaniem do modelowania bryłowego form i rdzeni odlewniczych. Zalecane są następujące minimalne parametry komputera: procesor 8-o rdzeniowy, taktowanie minimum 3 GHz, dysk SSD 500 GB, RAM 64 GB, szybka karta grafiki. Jedno stanowisko na maksymalnie 2 uczniów,
- 3) przykładowe materiały i surowce do wykonywania form i rdzeni odlewniczych wraz z opisem ich właściwości i zastosowania,
- 4) przykłady elementów rdzeni i form odlewniczych
- 5) narzędzia i sprzęt pomiarowy wykorzystywany do wykonywania rdzeni i form odlewniczych na drukarkach 3D,
- 6) katalogi urządzeń i narzędzi wykorzystywanych do druku 3D form i rdzeni odlewniczych
- 7) biblioteczka zawodowa wyposażona w dokumentację, instrukcje, normy, procedury, przewodniki, regulaminy, przepisy prawne właściwe dla stanowiska
- 8) wykaz środków do udzielania pierwszej pomocy
  - apteczka zaopatrzona w środki niezbędne do udzielania pierwszej pomocy wraz z instrukcją o zasadach udzielania pierwszej pomocy.
- 9) wykaz środków zapewniających przestrzeganie zasad ergonomii oraz bezpieczeństwa i higieny pracy

- 
- środki ochrony przeciwpożarowej.

### **Proponowane metody sprawdzania osiągnięć edukacyjnych ucznia/słuchacza**

Stopień przyswojenia przez uczniów efektów kształcenia będzie weryfikowany przez ocenę poprawności wykonywania ćwiczeń i zadań zawodowych. Podczas oceny należy uwzględnić kryteria o charakterze ogólnym to jest merytoryczną wagę poszczególnych zadań i ćwiczeń zawodowych, zaangażowanie ucznia, poprawność zaproponowanego przez ucznia rozwiązania a także jakość i staranność wykonania. Weryfikację osiągnięć uczniów należy prowadzić w sposób systematyczny w czasie całego okresu przeznaczanego na zrealizowanie programu dodatkowej umiejętności zawodowej, na podstawie kryteriów wyartykułowanych słuchaczom wraz z rozpoczęciem zajęć. W trakcie bieżącego sprawdzania opanowania przez uczniów wymagań programowych powinno się stosować obowiązujący w szkole system oceniania i skalę ocen, zgodnie z zapisami statutu tej konkretnej placówki oświatowej. Należy podkreślić, że wraz z realizacją poszczególnych treści programowych - wiedza i umiejętności uczniów musi być walidowana - w oparciu, o ściśle określone w programie dodatkowych umiejętności zawodowych, kryteria weryfikacji. W związku z specyfiką powyższego przedmiotu, nauczyciel w celu bieżącej oceny stopnia opanowania efektów nauczania, powinien stosować: testy jednokrotnej odpowiedzi, testy wielokrotnej odpowiedzi, sprawdziany wymagające odpowiedzi krótkiej lub długiej w formie ustnej lub pisemnej, metodę projektu.

### **Sposoby ewaluacji przedmiotu**

W celu ewaluacji opracowanego programu dodatkowych umiejętności zawodowych osoby odpowiedzialne za wprowadzanie programów w placówkach oświatowych, powinny wykorzystywać następujące narzędzia diagnostyczne:

- wstępne i końcowe arkusze pomiaru stopnia opanowania przez uczniów poszczególnych kryteriów weryfikacji wypełniane obowiązkowo przez uczniów, nauczycieli, instruktorów praktycznej nauki zawodu i pracodawców,
- ankiety oceny zajęć wypełniane przez uczniów, każdorazowo na koniec każdego semestru,

- 
- semestralne sprawozdania nauczyciela o charakterze statystycznym sporządzane na podstawie ocen uzyskiwanych przez uczniów podczas testów diagnostycznych oraz ocen otrzymywanych przez nich w trakcie rozwiązywania podczas zajęć, praktycznych zadań zawodowych,
  - arkusze samooceny wypełniane przez nauczycieli, każdorazowo na zakończenie semestru,
  - ankiety oceny zajęć wypełniane przez interesariuszy zewnętrznych i wewnętrznych (innych nauczycieli przedmiotów zawodowych, dyrektora placówki, kierownika szkolenia praktycznego, wizytatora, doradcy metodycznego, pracodawców i rodziców).

W trakcie realizacji programu nauczania dodatkowych umiejętności zawodowych w ramach każdego z wyodrębnionych przedmiotów, należy zapewnić osiągnięcie założonych efektów kształcenia. Ten etap ewaluacji opracowanego programu nauczania danego przedmiotu, powinien być oparty o ocenę i analizę:

- notatek własnych nauczyciela z zakresu realizacji zajęć,
- notatek z rozmów z interesariuszami zewnętrznymi i wewnętrznymi,
- wniosków zapisanych w arkuszach obserwacji zajęć,
- wniosków wynikających z bieżących ocen osiągnięć uczniów podczas realizacji praktycznych zajęć zawodowych,
- samoceny umiejętności uczniów zamieszczonych w wypełnionych przez nich arkuszach lub kartach pracy własnej,

Proces zapewnienia jakości kształcenia i uzyskania oczekiwanych efektów kształcenia w decydującej mierze zależy od:

- przyjętej koncepcji programu nauczania,
- właściwego doboru metod i technik nauczania,
- proponowanych treści i środków dydaktycznych.

Podczas ewaluacji programu nauczania dodatkowych umiejętności zawodowych nauczyciel powinien wskazać, określić i przeanalizować:

- treści i umiejętności, których opanowanie nie stanowi problemów dla uczniów,
- treści i umiejętności, których opanowanie sprawia problemy uczniom,

- 
- właściwość stosowania określonych środków i metod dydaktycznych.
- Omówione powyżej działania zapewnią realizację podstawowych wymagań ściśle określonych w programie dodatkowej umiejętności zawodowej.

## **6.2. Wytwarzanie metodą druku 3D form i modeli odlewniczych**

### **Cele ogólne przedmiotu**

1. Przygotowanie maszyn, urządzeń i materiałów do wykonania formy i modeli odlewniczych metodą druku 3D.
2. Wykonanie druku 3D modeli i rdzeni odlewniczych oraz układów wlewowych.
3. Dokonanie oceny jakości wykonanego wydruku 3D

### **Cele operacyjne**

1. Przestrzegać przepisy BHP, ochrony przeciwpożarowej oraz ochrony środowiska,
2. Konwertować modele do potrzeb wykonania druku 3D,
3. Dobrać materiały do wykonania wydruku 3D,
4. Wykonać druk 3D modeli i rdzeni odlewniczych oraz elementów układów wlewowych,
5. Sprawdzić jakość wykonanego druku 3D.

| <b>Dział programowy</b>                                    | <b>Tematy jednostek metodycznych</b>                                              | <b>Liczba godzin</b> | <b>Kryteria weryfikacji - wymagania programowe</b><br>Uczeń:                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Efekty kształcenia DUZ</b><br>Uczeń:                                        | <b>Uwagi o realizacji, etap realizacji</b> |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 2. Wytwarzanie metodą druku 3D form i modeli odlewniczych. | 1. Zasady bhp podczas wykonywania form i modeli odlewniczych z użyciem druku 3D.  | 3                    | 1) stosuje zasady bezpiecznej pracy i ergonomii w pracowni druku 3D do wytwarzania form odlewniczych<br>2) przestrzega zasad bezpiecznego użytkowania urządzeń do wytwarzania form oraz rdzeni odlewniczych<br>3) przestrzega zasad obsługi urządzeń i przyrządów wykorzystywanych do wytwarzania form oraz rdzeni odlewniczych | 1) przestrzega przepisów BHP, ochrony przeciwpożarowej oraz ochrony środowiska | klasa II i III                             |
| 2. Wytwarzanie metodą druku 3D form i modeli               | 2. Przygotowanie oprogramowania, urządzeń i materiałów do wykonania form i modeli | 12                   | 1) ustawia model odlewniczy/rdzeń odlewniczy w odpowiednim ułożeniu                                                                                                                                                                                                                                                             | 5) konwertuje modele do potrzeb wykonania druku 3D                             | klasa II i III                             |



| Dział programowy | Tematy jednostek metodycznych | Liczba godzin | Kryteria weryfikacji - wymagania programowe<br>Uczeń:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Efekty kształcenia<br>DUZ<br>Uczeń: | Uwagi o realizacji, etap realizacji |
|------------------|-------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| odlewniczych.    | odlewniczych metodą druku 3D. |               | przestrzennym w polu roboczym drukarki 3D<br>2) stosuje i opracowuje odpowiednie podpory technologiczne do wykonania wydruku modelu odlewu oraz rdzenia odlewniczego<br>3) konwertuje model 3D do odpowiedniego formatu pliku umożliwiającego wydruk modelu/rdzenia odlewniczego na drukarce 3D<br>4) dobiera odpowiednie parametry do wydruku modelu/rdzenia odlewniczego |                                     |                                     |



| Dział programowy                                           | Tematy jednostek metodycznych                                                                                   | Liczba godzin | Kryteria weryfikacji - wymagania programowe<br>Uczeń:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Efekty kształcenia<br>DUZ<br>Uczeń:          | Uwagi o realizacji, etap realizacji |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------|
| 2. Wytwarzanie metodą druku 3D form i modeli odlewniczych. | 2. Przygotowanie oprogramowania, urządzeń i materiałów do wykonania form i modeli odlewniczych metodą druku 3D. | 5             | 1) omawia różne materiały stosowane do wykonywania form odlewniczych przy pomocy druku 3D oraz rdzeni odlewniczych, a także układów wlewowych<br>2) dobiera metodę druku oraz materiał do wydrukowania modeli odlewniczych<br>3) dobiera metodę druku oraz materiał do wydrukowania rdzeni odlewniczych<br>4) dobiera metodę druku oraz materiał do wydrukowania elementów układów wlewowych | 6) dobiera materiały do wykonania wydruku 3D | klasa II i III                      |



| Dział programowy                                            | Tematy jednostek metodycznych        | Liczba godzin | Kryteria weryfikacji - wymagania programowe<br>Uczeń:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Efekty kształcenia<br>DUZ<br>Uczeń:                                               | Uwagi o realizacji, etap realizacji |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 2. Wytwarza nie metodą druku 3D form i modeli odlewniczych. | 3. Wydruk form i modeli odlewniczych | 60            | 1) wskazuje podstawowe elementy drukarki 3D<br>2) uruchamia drukarkę 3D<br>3) sprawdza parametry i wprowadza korekty ustawień<br>4) sprawdza stan filamentu oraz uzupełnia w przypadku niewystarczającej ilości<br>5) kopiuje przygotowane wcześniej pliki do układu sterowania drukarki 3D<br>6) uruchamia proces druku 3D<br>7) nadzoruje poprawność druku 3D<br>8) wyjmuje obiekt z komory roboczej drukarki 3D | 7) wykonuje druk 3D modeli i rdzeni odlewniczych oraz elementów układów wlewowych | klasa II i III                      |



| Dział programowy                                             | Tematy jednostek metodycznych                                       | Liczba godzin | Kryteria weryfikacji - wymagania programowe<br>Uczeń:                                                                                                                                            | Efekty kształcenia<br>DUZ<br>Uczeń:    | Uwagi o realizacji, etap realizacji |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|
|                                                              |                                                                     |               | 9) wskazuje i charakteryzuje możliwości wystąpienia potencjalnych wad obiektu wynikających z błędów pojawiających się podczas wydruku 3D                                                         |                                        |                                     |
| 2. Wytwarza nie metodą druku 3D form i modeli odlewniczych.. | 4. Kontrola jakości modelu odlewniczego wykonanego metodą druku 3D. | 20            | 1) weryfikuje poprawność zakończenia pracy przez drukarkę 3D<br>2) ocenia kształt oraz dokonać pomiaru wymiarów kontrolnych wytworzonego detalu<br>3) usuwa elementy podporowe z gotowego wyrobu | 8) sprawdza jakość wykonanego druku 3D | klasa II i III                      |

## PROCEDURY OSIĄGANIA CELÓW KSZTAŁCENIA PRZEDMIOTU

### Propozycje metod nauczania:

---

Zajęcia powinny być prowadzone z wykorzystaniem różnych form i metod organizacyjnych: indywidualnie i zespołowo. W zakresie związanym z wykonywaniem wydruków 3D form i modeli odlewniczych szkoła zapewnia dostęp do indywidualnego stanowiska pracy. Bardzo ważną kwestią w kształceniu zawodowym jest indywidualizacja pracy w kierunku potrzeb i możliwości ucznia w zakresie metod, środków oraz form kształcenia. Ponadto uczniowie powinni samodzielnie budować swoją wiedzę i kształtować umiejętności poprzez uczenie się we współpracy oraz korzystanie z różnych źródeł informacji. Zaleca się wykonywanie ćwiczeń praktycznych w grupach i indywidualnie w ramach przeprowadzenia pełnego procesu wytwarzania form i modeli odlewniczych metodą druku 3D.

### **Środki dydaktyczne:**

Zajęcia edukacyjne powinny być prowadzone w rzeczywistych warunkach pracy, najlepiej u pracodawcy, pracowni modelowania i druku 3D lub warsztatach szkolnych z zakresu wykonywania wydruków modeli i form odlewniczych metodą druku 3D. Pomocne w realizacji są filmy dydaktyczne i prezentacje multimedialne związane z treściami kształcenia, czasopisma branżowe, katalogi, dokumentacje, instrukcje obsługi maszyn i urządzeń, wzorniki.

### **Obudowa dydaktyczna:**

Miejsce zajęć powinno być wyposażone w stanowisko komputerowe dla nauczyciela podłączone do sieci lokalnej z dostępem do Internetu, z pakietem programów biurowych, wyposażone w projektor multimedialny, tablicę interaktywną lub monitor interaktywny, wyposażone w urządzenie wielofunkcyjne. Stanowiska komputerowe dla uczniów z oprogramowaniem CAD/CAM. Zestawy ćwiczeń, instrukcje do ćwiczeń, pakiety edukacyjne dla uczniów, karty samooceny, karty pracy dla uczniów.

### **Warunki realizacji programu przedmiotu:**

Zajęcia edukacyjne powinny być prowadzone w pracowni modelowania i druku 3D oraz w warsztatach szkolnych. Realizacja działu związana jest przede wszystkim z rozwijaniem u uczniów umiejętności dotyczących metod i technik wytwarzania form i modeli odlewniczych z zastosowaniem druku 3D.

---

---

Pracownia modelowania i druku 3D powinna być wyposażona w:

- 1) stanowisko komputerowe dla nauczyciela podłączone do sieci lokalnej z dostępem do internetu, z urządzeniem drukującym wielofunkcyjnym i projektorem multimedialnym, z pakietem programów biurowych i programem do tworzenia prezentacji, z oprogramowaniem do modelowania bryłowego form i rdzeni odlewniczych. Zalecane są następujące minimalne parametry komputera: procesor 8-o rdzeniowy, taktowanie minimum 3 GHz, dysk SSD 500 GB, RAM 64 GB, szybka karta grafiki,
- 2) stanowiska komputerowe dla uczniów z oprogramowaniem do modelowania bryłowego form i rdzeni odlewniczych. Zalecane są następujące minimalne parametry komputera: procesor 8-o rdzeniowy, taktowanie minimum 3 GHz, dysk SSD 500 GB, RAM 64 GB, szybka karta grafiki. Jedno stanowisko na maksymalnie 2 uczniów,
- 3) przykładowe materiały i surowce do wykonywania form i rdzeni odlewniczych wraz z opisem ich właściwości i zastosowania,
- 4) przykłady elementów rdzeni i form odlewniczych
- 5) narzędzia i sprzęt pomiarowy wykorzystywany do wykonywania rdzeni i form odlewniczych na drukarkach 3D,
- 6) katalogi urządzeń i narzędzi wykorzystywanych do druku 3D form i rdzeni odlewniczych
- 7) biblioteczka zawodowa wyposażona w dokumentację, instrukcje, normy, procedury, przewodniki, regulaminy, przepisy prawne właściwe dla stanowiska
- 8) wykaz środków do udzielania pierwszej pomocy
  - apteczka zaopatrzona w środki niezbędne do udzielania pierwszej pomocy wraz z instrukcją o zasadach udzielania pierwszej pomocy.
- 9) wykaz środków zapewniających przestrzeganie zasad ergonomii oraz bezpieczeństwa i higieny pracy
  - środki ochrony przeciwpożarowej.

Warsztaty szkolne wyposażone w

- 1) Stanowiska wykonywania rdzeni i form odlewniczych na drukarkach 3D wraz z niezbędnym wyposażeniem, infrastrukturą towarzyszącą oraz materiałami eksploatacyjnymi pozwalającymi na wykonanie wydruków rdzeni i form odlewniczych. Jedno stanowisko na 4 uczniów.
- 2) Stanowiska do montażu form odlewniczych wraz z rdzeniami odlewniczymi, służące, jako stanowisko wykonania pełnej formy odlewniczej, zawierające wszystkie niezbędne narzędzia i przyrządy odlewnicze wykorzystywane do montażu form odlewniczych wykonanych w technologii druku 3D.
- 3) Instrukcje producentów, karty charakterystyk, katalogi, instrukcje obsługi maszyn i urządzeń, tablice poglądowe, wzorniki.

### **Proponowane metody sprawdzania osiągnięć edukacyjnych ucznia/słuchacza**

Stopień przyswojenia przez uczniów efektów kształcenia będzie weryfikowany przez ocenę poprawności wykonywania ćwiczeń i zadań zawodowych. Podczas oceny należy uwzględnić kryteria o charakterze ogólnym to jest merytoryczną wagę poszczególnych zadań i ćwiczeń zawodowych, zaangażowanie ucznia, poprawność zaproponowanego przez ucznia rozwiązania a także jakość i staranność wykonania. Weryfikację osiągnięć uczniów należy prowadzić w sposób systematyczny w czasie całego okresu przeznaczonego na zrealizowanie programu dodatkowej umiejętności zawodowej, na podstawie kryteriów wyartykułowanych słuchaczom wraz z rozpoczęciem zajęć. W trakcie bieżącego sprawdzania opanowania przez uczniów wymagań programowych powinno się stosować obowiązujący w szkole system oceniania i skalę ocen, zgodnie z zapisami statutu tej konkretnej placówki oświatowej. Należy podkreślić, że wraz z realizacją poszczególnych treści programowych - wiedza i umiejętności uczniów musi być walidowana - w oparciu, o ściśle określone w programie dodatkowych umiejętności zawodowych, kryteria weryfikacji. W związku z specyfiką powyższego przedmiotu, nauczyciel w celu bieżącej oceny stopnia opanowania efektów nauczania, powinien stosować: testy jednokrotnej odpowiedzi, testy wielokrotnej odpowiedzi, sprawdziany wymagające odpowiedzi krótkiej lub długiej w formie ustnej lub pisemnej, metodę projektu.

---

## Sposoby ewaluacji przedmiotu

W celu ewaluacji opracowanego programu dodatkowych umiejętności zawodowych osoby odpowiedzialne za wprowadzanie programów w placówkach oświatowych, powinny wykorzystywać następujące narzędzia diagnostyczne:

- wstępne i końcowe arkusze pomiaru stopnia opanowania przez uczniów poszczególnych kryteriów weryfikacji wypełniane obowiązkowo przez uczniów, nauczycieli, instruktorów praktycznej nauki zawodu i pracodawców,
- ankiety oceny zajęć wypełniane przez uczniów, każdorazowo na koniec każdego semestru,
- semestralne sprawozdania nauczyciela o charakterze statystycznym sporządzane na podstawie ocen uzyskiwanych przez uczniów podczas testów diagnostycznych oraz ocen otrzymywanych przez nich w trakcie rozwiązywania podczas zajęć, praktycznych zadań zawodowych,
- arkusze samooceny wypełniane przez nauczycieli, każdorazowo na zakończenie semestru,
- ankiety oceny zajęć wypełniane przez interesariuszy zewnętrznych i wewnętrznych (innych nauczycieli przedmiotów zawodowych, dyrektora placówki, kierownika szkolenia praktycznego, doradcy metodycznego, pracodawców i rodziców).

W trakcie realizacji programu nauczania dodatkowych umiejętności zawodowych w ramach każdego z wyodrębnionych przedmiotów, należy zapewnić osiągnięcie założonych efektów kształcenia. Ten etap ewaluacji opracowanego programu nauczania danego przedmiotu, powinien być oparty o ocenę i analizę:

- notatek własnych nauczyciela z zakresu realizacji zajęć,
- notatek z rozmów z interesariuszami zewnętrznymi i wewnętrznymi,
- wniosków zapisanych w arkuszach obserwacji zajęć,
- wniosków wynikających z bieżących ocen osiągnięć uczniów podczas realizacji praktycznych zajęć zawodowych,
- samoceny umiejętności uczniów zamieszczonych w wypełnionych przez nich arkuszach lub kartach pracy własnej.

---

Proces zapewnienia jakości kształcenia i uzyskania oczekiwanych efektów kształcenia w decydującej mierze zależy od:

- przyjętej koncepcji programu nauczania,
- właściwego doboru metod i technik nauczania,
- proponowanych treści i środków dydaktycznych.

Podczas ewaluacji programu nauczania dodatkowych umiejętności zawodowych nauczyciel powinien wskazać, określić i przeanalizować:

- treści i umiejętności, których opanowanie nie stanowi problemów dla uczniów,
- treści i umiejętności, których opanowanie sprawia problemy uczniom,
- właściwość stosowania określonych środków i metod dydaktycznych,
- wyniki osiągnięte przez uczniów podczas egzaminów zawodowych.

Omówione powyżej działania zapewnią realizację podstawowych wymagań ściśle określonych w programie dodatkowej umiejętności zawodowej.

---

## 7. Wykaz niezbędnej literatury

### Podręczniki

- [1] Feld M. Podstawy projektowania procesów technologicznych typowych części maszyn, WNT, Warszawa 2009
- [2] Sobczak J. Poradnik odlewnika. Wydawnictwo Stowarzyszenia Technicznego Odlewników Polskich, Kraków 2013
- [3] Zawora J. Podstawy technologii maszyn. WSiP, Warszawa 2013

### Strony internetowe

- [i1] [www.men.gov.pl](http://www.men.gov.pl) (<https://www.gov.pl/web/edukacja-i-nauka>) [dostęp 23.04.2022]
- [i2] [www.ore.edu.pl](http://www.ore.edu.pl) (<https://www.ore.edu.pl/2019/08/podstawa-programowa-ksztalcenia-w-zawodach-2019/>) [dostęp 23.04.2022]
- [i3] [www.cke.gov.pl](http://www.cke.gov.pl) (<https://cke.gov.pl/egzamin-zawodowy/egzamin-zawodowy-formula-2019/>) [dostęp 23.04.2022]
- [i4] <https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-ae7679c6-d310-4deb-9476-9e737f528104/c/Fijolek.pdf> [dostęp 23.04.2022]
- [i5] <https://mechatronikadlawnazyszych.pl/tematy/mechanika/mechanika-na-co-dzien/wykonywanie-formy-odlewniczej> [dostęp 23.04.2022]
- [i6] <https://strefainzyniera.pl/artykul/1242/modele-odlewnicze-rdzenie-i-formy> [dostęp 23.04.2022]
- [i7] <https://edukacja.dziennik.pl/eureka-dgp/wynalazki-instituty/artykuly/541378,sp0s0b-wytwarzania-form-odlewniczych-zwlaszcza-warstwowych-form-odlewniczych-dla-odlewnictwa-precyzyjnego.html> [dostęp 23.04.2022]
- [i8] <https://3d.edu.pl/odlewanie-czesci-metalowych-z-wykorzystaniem-druku-3d/> [dostęp 23.04.2022]
- [i9] <https://centrumdruku3d.pl/zastosowanie-technik-wytwarzania-przyrostowego-w-odlewnictwie/> [dostęp 23.04.2022]

---

## Akty prawne

### *Prawo polskie*

- [1] Rozporządzeniem Ministra Edukacji Narodowej z dnia 15 lutego 2019 r. w sprawie ogólnych celów i zadań kształcenia w zawodach szkolnictwa branżowego oraz klasyfikacji zawodów szkolnictwa branżowego (Dz.U z 2019 r. poz. 316).
- [2] Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 23 grudnia 2019 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie ogólnych celów i zadań kształcenia w zawodach szkolnictwa branżowego oraz klasyfikacji zawodów szkolnictwa branżowego (Dz.U. z 2020 r. poz. 0082).
- [3] Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 27 stycznia 2021 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie ogólnych celów i zadań kształcenia w zawodach szkolnictwa branżowego oraz klasyfikacji zawodów szkolnictwa branżowego (Dz.U. z 2021 r., poz. 211)
- [4] 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)

---

## 8. Ewaluacja programu

W celu ewaluacji opracowanego programu dodatkowych umiejętności zawodowych należy wykorzystać:

- arkusze pomiaru stopnia opanowania przez uczniów poszczególnych kryteriów weryfikacji wypełniane przez uczniów, nauczycieli, instruktorów praktycznej nauki zawodu oraz pracodawców,
- semestralne ankiety oceny zajęć wypełniane przez uczniów,
- semestralne sprawozdania nauczyciela o charakterze statystycznym sporządzane na podstawie ocen uzyskiwanych przez uczniów podczas testów diagnostycznych oraz ocen otrzymywanych przez nich w trakcie rozwiązywania podczas zajęć, praktycznych zadań zawodowych,
- semestralne arkusze samooceny wypełniane przez nauczycieli,
- ankiety oceny zajęć wypełniane przez interesariuszy zewnętrznych i wewnętrznych.

W trakcie realizacji programu nauczania dodatkowych umiejętności zawodowych, należy zapewnić osiągnięcie założonych efektów kształcenia. Ten etap ewaluacji opracowanego programu nauczania, powinien być oparty o ocenę i analizę:

- notatek własnych nauczyciela z zakresu realizacji zajęć,
- notatek z rozmów z interesariuszami zewnętrznymi i wewnętrznymi,
- wniosków zapisanych w arkuszach obserwacji zajęć,
- wniosków wynikających z bieżących ocen osiągnięć uczniów podczas realizacji praktycznych zajęć zawodowych,
- samoceny umiejętności uczniów zamieszczonych w wypełnionych przez nich arkuszach lub kartach pracy własnej.

Proces zapewnienia jakości kształcenia i uzyskania oczekiwanych efektów kształcenia w decydującej mierze zależy od:

- przyjętej koncepcji programu nauczania,
- właściwego doboru metod i technik nauczania,
- proponowanych treści i środków dydaktycznych.

---

Podczas ewaluacji programu nauczania dodatkowych umiejętności zawodowych nauczyciel powinien wskazać, określić i przeanalizować:

- treści i umiejętności, których opanowanie nie stanowi problemów dla uczniów,
- treści i umiejętności, których opanowanie sprawia problemy uczniom,
- właściwość stosowania określonych środków i metod dydaktycznych,
- wyniki osiągane przez uczniów podczas egzaminów zawodowych.

Omówione działania zapewnią realizację podstawowych wymagań ściśle określonych w programie dodatkowej umiejętności zawodowej „Wykorzystanie druku 3D do wytwarzania form odlewniczych”.

Przedmiotem badania jest jakość kształcenia zawodowego będąca integralnym elementem realizacji programu dodatkowej umiejętności zawodowej. Celem prezentowanego poniżej narzędzia ewaluacji jest ocena efektywności oraz skuteczności kształcenia uczniów w branżowych szkołach i technikach w branży metalurgicznej. W modelu ankietowania skupiono uwagę na osiągniętych rezultatach kształcenia zawodowego. Przedstawiony model ewaluacji dodatkowej umiejętności zawodowej poprzez ankietowanie, ma pozwolić na ocenę kształcenia i jej realizację i przyrost przyswojenia kluczowych kompetencji zawodowych.

---

## WZÓR KWESTIONARIUSZA ANKIETY DLA UCZNIA/NAUCZYCIELA/PRACODAWCY PROPONOWANE NARZĘDZIA DO POMIARU W RAMACH OCENY KSZTAŁCENIA DLA DODATKOWEJ UMIEJĘTNOŚCI ZAWODOWEJ

Do proponowanych narzędzi pomiaru w ramach oceny kształcenia dodatkowej umiejętności zawodowej zaliczyć można:

- 1) **wstępny arkusz** pomiaru, w którym uczeń określi poziom swoich umiejętności „na wejściu” – przed odbyciem kształcenia zawodowego;
- 2) **końcowy arkusz** pomiaru przeprowadzony po odbyciu kształcenia zawodowego;
- 3) **obserwacja i ocena** zachowania ucznia przy wykonywaniu zadań zawodowych.

### WSTĘPNY 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:**

**Zawód:**

**Data wypełnienia:**

Cel kształcenia zawodowego:

1. Podniesienie poziomu umiejętności i kompetencji w ramach dodatkowej umiejętności zawodowej – Wykorzystanie druku 3D do wytwarzania form odlewniczych:
  - Modelowanie form i modeli odlewniczych do wykonania metodą druku 3D
  - Wytwarzanie metodą druku 3D form i modeli odlewniczych.
2. Poznanie specyfiki pracy na rzeczywistym stanowisku pracy w tym ponoszenie odpowiedzialności za wykonywanie działań na konkretnym stanowisku pracy;
3. Zdobycie praktycznego doświadczenia zawodowego i podniesienie umiejętności zawodowych z myślą o uzyskaniu większych szans na zatrudnienie, ułatwiających podjęcie stałego zatrudnienia oraz poprawienie pozycji na rynku pracy;



**Fundusze Europejskie**  
Wiedza Edukacja Rozwój



**Rzeczpospolita  
Polska**

**Unia Europejska**  
Europejski Fundusz Społeczny



---

4. Weryfikacja wiedzy teoretycznej poprzez uczestnictwo w kształceniu praktycznym.

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

### Legenda

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 szkole, nauczyciela w CKZ i pracodawcę na każdym etapie kształcenia.

| Kompetencje kluczowe                                                                              | Ocena<br>1 | Ocena<br>2 | Ocena<br>3 | Ocena<br>4 | Ocena<br>5 | Uwagi |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|
| stosuje zasady bezpiecznej pracy i ergonomii w pracowni druku 3D do wytwarzania form odlewniczych |            |            |            |            |            |       |
| przestrzega zasad bezpiecznego użytkowania urządzeń do wytwarzania form oraz rdzeni odlewniczych  |            |            |            |            |            |       |

| Kompetencje kluczowe                                                                                          | Ocena<br>1 | Ocena<br>2 | Ocena<br>3 | Ocena<br>4 | Ocena<br>5 | Uwagi |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|
| przestrzega zasad obsługi urządzeń i przyrządów wykorzystywanych do wytwarzania form oraz rdzeni odlewniczych |            |            |            |            |            |       |
| wskazuje zastosowanie podstawowych funkcji oprogramowania CAD                                                 |            |            |            |            |            |       |
| stosuje podstawowe narzędzia modelowania bryłowego: wyciągnięcie, obrót                                       |            |            |            |            |            |       |
| wykorzystuje metody łączenia brył do tworzenia złożonych modeli bryłowych                                     |            |            |            |            |            |       |
| weryfikuje poprawność kształtu i wymiarów wytworzonego modelu bryłowego odlewu                                |            |            |            |            |            |       |
| modeluje rdzenie odlewnicze zgodnie z zaplanowanym kształtem i wymiarami                                      |            |            |            |            |            |       |
| dobiera rozmiary i geometrie elementów układu wlewowego                                                       |            |            |            |            |            |       |

| <b>Kompetencje kluczowe</b>                                                                                                                    | <b>Ocena<br/>1</b> | <b>Ocena<br/>2</b> | <b>Ocena<br/>3</b> | <b>Ocena<br/>4</b> | <b>Ocena<br/>5</b> | <b>Uwagi</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| wykonuje modele 3D wlewów oraz dokonuje ustawienia wlewów w przestrzeni 3D na wypracowanym modelu                                              |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| wykonuje modele 3D nadlewów oraz dokonuje ustawienia nadlewów w przestrzeni 3D na wypracowanym modelu                                          |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| wykonuje modele 3D zlewek oraz dokonuje ustawienia zlewek w przestrzeni 3D na wypracowanym modelu                                              |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| przeprowadza symulacje procesu odlewania w oprogramowaniu CAM dokonując sprawdzenia poprawności wykonanych modeli i ich położenia              |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| dobiera płaszczyznę podziału odlewu na modelu 3D dla technologii odlewania w formach piaskowych, skorupowych, woskowych, odlewania kokilowego, |                    |                    |                    |                    |                    |              |

| <b>Kompetencje kluczowe</b>                                                                                                                         | <b>Ocena<br/>1</b> | <b>Ocena<br/>2</b> | <b>Ocena<br/>3</b> | <b>Ocena<br/>4</b> | <b>Ocena<br/>5</b> | <b>Uwagi</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| ciśnieniowego i<br>odśrodkowego                                                                                                                     |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| dokonuje zmian w geometrii<br>modelu odlewniczego dla<br>form trwałych uwzględniając<br>odpowiednie kąty nachylenia<br>ścianek                      |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| tworzy układy modeli<br>odlewniczych dla form<br>wykorzystujących odlewanie<br>więcej niż jednego modelu w<br>formie                                |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| modeluje układy wlewowe dla<br>modeli odlewniczych<br>wykonywanych w formach<br>wykorzystujących odlewanie<br>więcej niż jednego modelu w<br>formie |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| ustawia model<br>odlewniczy/rdzeń odlewniczy<br>w odpowiednim ułożeniu<br>przestrzennym w polu<br>roboczym drukarki 3D                              |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| stosuje i opracowuje<br>odpowiednie podpory<br>technologiczne do wykonania                                                                          |                    |                    |                    |                    |                    |              |

| <b>Kompetencje kluczowe</b>                                                                                                                | <b>Ocena<br/>1</b> | <b>Ocena<br/>2</b> | <b>Ocena<br/>3</b> | <b>Ocena<br/>4</b> | <b>Ocena<br/>5</b> | <b>Uwagi</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| wydruku modelu odlewu oraz rdzenia odlewniczego                                                                                            |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| konwertuje model 3D do odpowiedniego formatu pliku umożliwiającego wydruk modelu/rdzenia odlewniczego na drukarce 3D                       |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| dobiera odpowiednie parametry do wydruku modelu/rdzenia odlewniczego                                                                       |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| omawia różne materiały stosowane do wykonywania form odlewniczych przy pomocy druku 3D oraz rdzeni odlewniczych, a także układów wlewowych |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| dobiera metodę druku oraz materiał do wydrukowania modeli odlewniczych                                                                     |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| dobiera metodę druku oraz materiał do wydrukowania rdzeni odlewniczych                                                                     |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| dobiera metodę druku oraz materiał do wydrukowania elementów układów wlewowych                                                             |                    |                    |                    |                    |                    |              |

| <b>Kompetencje kluczowe</b>                                                                                                           | <b>Ocena<br/>1</b> | <b>Ocena<br/>2</b> | <b>Ocena<br/>3</b> | <b>Ocena<br/>4</b> | <b>Ocena<br/>5</b> | <b>Uwagi</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| wskazuje podstawowe elementy drukarki 3D                                                                                              |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| uruchamia drukarkę 3D                                                                                                                 |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| sprawdza parametry i wprowadza korekty ustawień                                                                                       |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| sprawdza stan filamentu oraz uzupełnia w przypadku niewystarczającej ilości                                                           |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| kopiuje przygotowane wcześniej pliki do układu sterowania drukarki 3D                                                                 |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| uruchamia proces druku 3D                                                                                                             |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| nadzoruje poprawność druku 3D                                                                                                         |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| wyjmuje obiekt z komory roboczej drukarki 3D                                                                                          |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| wskazuje i charakteryzuje możliwości wystąpienia potencjalnych wad obiektu wynikających z błędów pojawiających się podczas wydruku 3D |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| weryfikuje poprawność zakończenia pracy przez                                                                                         |                    |                    |                    |                    |                    |              |



| Kompetencje kluczowe                                                          | Ocena<br>1 | Ocena<br>2 | Ocena<br>3 | Ocena<br>4 | Ocena<br>5 | Uwagi |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|
| drukarkę 3D                                                                   |            |            |            |            |            |       |
| ocenia kształt oraz dokonuje pomiaru wymiarów kontrolnych wytworzonego detalu |            |            |            |            |            |       |
| usuwa elementy podporowe z gotowego wyrobu                                    |            |            |            |            |            |       |

---

## KOŃCOWY ARKUSZ POMIARU

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

**Imię i nazwisko ucznia:**

**Zawód:**

**Data wypełnienia:**

Cel kształcenia zawodowego:

1. Podniesienie poziomu umiejętności i kompetencji w ramach dodatkowej umiejętności zawodowej – Wykorzystanie druku 3D do wytwarzania form odlewniczych:

Modelowanie form i modeli odlewniczych do wykonania metodą druku 3D,  
Wytwarzanie metodą druku 3D form i modeli odlewniczych.

2. Poznanie specyfiki pracy na rzeczywistym stanowisku pracy w tym ponoszenie odpowiedzialności za wykonywanie działań na konkretnym stanowisku pracy;

3. Zdobycie 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.

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

### Legenda

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 szkole, nauczyciela w CKZ i pracodawcę na każdym etapie kształcenia.

| Kompetencje kluczowe                                                                              | Ocena<br>1 | Ocena<br>2 | Ocena<br>3 | Ocena<br>4 | Ocena<br>5 | Uwagi |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|
| stosuje zasady bezpiecznej pracy i ergonomii w pracowni druku 3D do wytwarzania form odlewniczych |            |            |            |            |            |       |
| przestrzega zasad bezpiecznego użytkowania urządzeń do wytwarzania form oraz rdzeni odlewniczych  |            |            |            |            |            |       |



| Kompetencje kluczowe                                                                                          | Ocena<br>1 | Ocena<br>2 | Ocena<br>3 | Ocena<br>4 | Ocena<br>5 | Uwagi |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|
| przestrzega zasad obsługi urządzeń i przyrządów wykorzystywanych do wytwarzania form oraz rdzeni odlewniczych |            |            |            |            |            |       |
| wskazuje zastosowanie podstawowych funkcji oprogramowania CAD                                                 |            |            |            |            |            |       |
| stosuje podstawowe narzędzia modelowania bryłowego: wyciągnięcie, obrót                                       |            |            |            |            |            |       |
| wykorzystuje metody łączenia brył do tworzenia złożonych modeli bryłowych                                     |            |            |            |            |            |       |
| weryfikuje poprawność kształtu i wymiarów wytworzonego modelu bryłowego odlewu                                |            |            |            |            |            |       |
| modeluje rdzenie odlewnicze zgodnie z zaplanowanym kształtem i wymiarami                                      |            |            |            |            |            |       |
| dobiera rozmiary i geometrie elementów układu wlewowego                                                       |            |            |            |            |            |       |

| <b>Kompetencje kluczowe</b>                                                                                                                    | <b>Ocena<br/>1</b> | <b>Ocena<br/>2</b> | <b>Ocena<br/>3</b> | <b>Ocena<br/>4</b> | <b>Ocena<br/>5</b> | <b>Uwagi</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| wykonuje modele 3D wlewów oraz dokonuje ustawienia wlewów w przestrzeni 3D na wypracowanym modelu                                              |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| wykonuje modele 3D nadlewów oraz dokonuje ustawienia nadlewów w przestrzeni 3D na wypracowanym modelu                                          |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| wykonuje modele 3D zlewek oraz dokonuje ustawienia zlewek w przestrzeni 3D na wypracowanym modelu                                              |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| przeprowadza symulacje procesu odlewania w oprogramowaniu CAM dokonując sprawdzenia poprawności wykonanych modeli i ich położenia              |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| dobiera płaszczyznę podziału odlewu na modelu 3D dla technologii odlewania w formach piaskowych, skorupowych, woskowych, odlewania kokilowego, |                    |                    |                    |                    |                    |              |

| <b>Kompetencje kluczowe</b>                                                                                                                         | <b>Ocena<br/>1</b> | <b>Ocena<br/>2</b> | <b>Ocena<br/>3</b> | <b>Ocena<br/>4</b> | <b>Ocena<br/>5</b> | <b>Uwagi</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| ciśnieniowego i<br>odśrodkowego                                                                                                                     |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| dokonuje zmian w geometrii<br>modelu odlewniczego dla<br>form trwałych uwzględniając<br>odpowiednie kąty nachylenia<br>ścianek                      |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| tworzy układy modeli<br>odlewniczych dla form<br>wykorzystujących odlewanie<br>więcej niż jednego modelu w<br>formie                                |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| modeluje układy wlewowe dla<br>modeli odlewniczych<br>wykonywanych w formach<br>wykorzystujących odlewanie<br>więcej niż jednego modelu w<br>formie |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| ustawia model<br>odlewniczy/rdzeń odlewniczy<br>w odpowiednim ułożeniu<br>przestrzennym w polu<br>roboczym drukarki 3D                              |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| stosuje i opracowuje<br>odpowiednie podpory<br>technologiczne do wykonania                                                                          |                    |                    |                    |                    |                    |              |

| <b>Kompetencje kluczowe</b>                                                                                                                | <b>Ocena<br/>1</b> | <b>Ocena<br/>2</b> | <b>Ocena<br/>3</b> | <b>Ocena<br/>4</b> | <b>Ocena<br/>5</b> | <b>Uwagi</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| wydruku modelu odlewu oraz rdzenia odlewniczego                                                                                            |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| konwertuje model 3D do odpowiedniego formatu pliku umożliwiającego wydruk modelu/rdzenia odlewniczego na drukarce 3D                       |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| dobiera odpowiednie parametry do wydruku modelu/rdzenia odlewniczego                                                                       |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| omawia różne materiały stosowane do wykonywania form odlewniczych przy pomocy druku 3D oraz rdzeni odlewniczych, a także układów wlewowych |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| dobiera metodę druku oraz materiał do wydrukowania modeli odlewniczych                                                                     |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| dobiera metodę druku oraz materiał do wydrukowania rdzeni odlewniczych                                                                     |                    |                    |                    |                    |                    |              |
| dobiera metodę druku oraz materiał do wydrukowania elementów układów wlewowych                                                             |                    |                    |                    |                    |                    |              |



| Kompetencje kluczowe                                                                                                                  | Ocena<br>1 | Ocena<br>2 | Ocena<br>3 | Ocena<br>4 | Ocena<br>5 | Uwagi |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|
| wskazuje podstawowe elementy drukarki 3D                                                                                              |            |            |            |            |            |       |
| uruchamia drukarkę 3D                                                                                                                 |            |            |            |            |            |       |
| sprawdza parametry i wprowadza korekty ustawień                                                                                       |            |            |            |            |            |       |
| sprawdza stan filamentu oraz uzupełnia w przypadku niewystarczającej ilości                                                           |            |            |            |            |            |       |
| kopiuje przygotowane wcześniej pliki do układu sterowania drukarki 3D                                                                 |            |            |            |            |            |       |
| uruchamia proces druku 3D                                                                                                             |            |            |            |            |            |       |
| nadzoruje poprawność druku 3D                                                                                                         |            |            |            |            |            |       |
| wyjmuje obiekt z komory roboczej drukarki 3D                                                                                          |            |            |            |            |            |       |
| wskazuje i charakteryzuje możliwości wystąpienia potencjalnych wad obiektu wynikających z błędów pojawiających się podczas wydruku 3D |            |            |            |            |            |       |
| weryfikuje poprawność zakończenia pracy przez                                                                                         |            |            |            |            |            |       |



| Kompetencje kluczowe                                                          | Ocena<br>1 | Ocena<br>2 | Ocena<br>3 | Ocena<br>4 | Ocena<br>5 | Uwagi |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|
| drukarkę 3D                                                                   |            |            |            |            |            |       |
| ocenia kształt oraz dokonuje pomiaru wymiarów kontrolnych wytworzonego detalu |            |            |            |            |            |       |
| usuwa elementy podporowe z gotowego wyrobu                                    |            |            |            |            |            |       |

## Protokół z prac zespołu ds. ewaluacji programu nauczania

1. Spostrzeżenia po zestawieniu wyników badań, przyrost kompetencji.
2. Wnioski po zestawieniu wyników badań.
3. Wypracowane rekomendacje do dalszej pracy.

Podpisy członków zespołu