



Program nauczania umiejętności dodatkowej (DUZ) dla zawodu stolarz 752205

Wykonywanie elementów/detali stolarskich z wykorzystaniem obrabiarek sterowanych numerycznie (CNC)

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

2022

Spis treści

1. Założenia ogólne	3
1.1. Krótki opis dodatkowej umiejętności zawodowej.....	3
1.2. Uzasadnienie ujęcia w programie nauczania zawodu dodatkowej umiejętności zawodowej, odnoszące się do potrzeb na rynku pracy.....	4
2. Założenia organizacyjne	5
2.1. Liczba godzin przewidzianych na realizację programu dodatkowej umiejętności zawodowej	5
2.2. Wymagane kwalifikacje osób prowadzących zajęcia w ramach dodatkowej umiejętności zawodowej	6
2.3. Wyposażenie dydaktyczne niezbędne do realizacji programu dodatkowej umiejętności zawodowej	7
2.4. Wymagania wobec osób kształconych zgodnie z programem dodatkowej umiejętności zawodowej	8
3. Cele kształcenia – zadania zawodowe – określone dla dodatkowej umiejętności zawodowej	8
4. Wykaz efektów kształcenia określonych dla dodatkowej umiejętności zawodowej wraz z kryteriami ich weryfikacji.....	9
5. Plan nauczania dodatkowej umiejętności zawodowej	13
6. Program nauczania przedmiotów wyodrębnionych w ramach dodatkowej umiejętności zawodowej	18
6.1. Drukowanie w technologii 3D	18
6.2. Programowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	25
6.3. Obsługa obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie.....	32
7. Ewaluacja programu nauczania dodatkowej umiejętności zawodowej.....	39
8. Wykaz proponowanej literatury	48
8.1. Podręczniki i publikacje naukowe.....	48
8.2. Witryny internetowe	49
8.3. Zalecenia, normy, noty aplikacyjne.....	53

1. Założenia ogólne

Przemysł drzewny jest jedną z wiodących gałęzi przemysłu w Polsce i głównym filarem eksportu. Aby utrzymać się w światowej czołówce, przemysł drzewny absorbuje wszystkie najnowsze zdobycze techniki, w tym zastosowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie, drukarek 3D, transportu autonomicznego oraz systemów zarządzania opartych o zastosowanie algorytmów samouczących się. Aktualny program nauczania w zawodzie Stolarz jest nieprzystosowany do pojawiających się w ostatnich latach trendów i potrzeb branży drzewnej. Dlatego celem jest wprowadzanie dodatkowych umiejętności zawodowych, tak pożądanym we współczesnym procesie produkcji. Zmiany w procesie produkcji polegają głównie na zmniejszeniu ilości pracowników kosztem wprowadzenia sztucznej inteligencji oraz maszyn i urządzeń sterowanych cyfrowo. Dodatkowo zastosowanie drukarek 3D pozwala na tanią produkcję jednostkowych zamówień oraz detali, których nie można zrobić w innych technologiach (np. druk detali pustych w środku). Niestety wiąże się to z wykluczeniem części niewykwalifikowanych pracowników z rynku pracy. Dlatego posiadanie umiejętności obsługi maszyn i urządzeń sterowanych numerycznie jest w tej chwili priorytetowe. Umiejętności dodatkowe w postaci znajomości obsługi urządzeń i obrabiarek sterowanych numerycznie w najbliższych latach staną się w przemyśle drzewnym umiejętnościami podstawowymi.

1.1. Krótki opis dodatkowej umiejętności zawodowej

Wykonywanie elementów/detali stolarskich z wykorzystaniem obrabiarek sterowanych numerycznie to nowa i bardzo potrzebna umiejętność zawodowa, pozwalająca absolwentom szkół branżowych na szybkie wejście w rynek pracy. W toku nauki DUZ uczeń posiada podstawowe informacje oraz praktyczne

umiejętności z zakresu podstaw projektowania i programowania procesów produkcji opartych o systemy cyfrowe. Pozna sposoby skanowania obiektów oraz systemy przekształcania wyników skanowania w kody cyfrowych programów produkcyjnych. Opanuje podstawy projektowania i wykonania wydruków cyfrowych. Będzie także zaznajomiony z najczęstszymi błędami oraz sposobami zapobiegania ich występowaniu. Absolwent posiadający wiedzę z zakresu niniejszego DUZ będzie pracownikiem poszukiwanym na rynku pracy i bez problemu znajdzie zatrudnienie w przemyśle drzewnym oraz innych gałęziach przemysłu stosujących obrabiarki CNC.

1.2. Uzasadnienie ujęcia w programie nauczania zawodu dodatkowej umiejętności zawodowej, odnoszące się do potrzeb na rynku pracy

Przemysł drzewny jest jednym z liderów postępu cyfrowego w Polsce. Obecnie większość dużych i średnich firm branży drzewno – meblarskiej wykorzystuje zaawansowane systemy informatyczne do zarządzania przedsiębiorstwem. Jest to połączone ze stosowaniem nowoczesnych urządzeń i linii przemysłowych oraz transportu autonomicznego i zautomatyzowanych magazynów wysokiego składowania. Zgodnie z Obwieszczeniem Ministra Edukacji i Nauki z dnia 28 stycznia 2022 r. w sprawie prognozy zapotrzebowania na pracowników w zawodach szkolnictwa branżowego na krajowym i wojewódzkim rynku pracy [M.P. 2022 r., poz. 120] wyraźnie widać duże braki pracowników w zawodzie Stolarz. Niestety dane te nie pokazują zmian oczekiwań pracodawców odnośnie kompetencji pracowników, a jedynie wymieniają nazwy ogólne zawodów. Pracodawcy coraz częściej poszukują stolarzy operatorów maszyn i urządzeń CNC niż pracowników obsługujących tradycyjne, analogowe maszyny i urządzenia. Dlatego statystyczny absolwent szkoły branżowej ma coraz większe trudności z uzyskaniem pracy w dużych, nowoczesnych zakładach przemysłowych. Rodzi to u absolwentów konieczność samodzielnego

szukania i odbywania płatnych kursów obsługi maszyn i urządzeń sterowanych cyfrowo. Wprowadzenie DUZ z zakresu obsługi maszyn i urządzeń opartych na nowych technologiach może w przyszłości zaowocować gruntowną zmianą obowiązującego programu nauczania dla szkół branżowych, adekwatną do aktualnego poziomu techniki i oczekiwań ze strony przemysłu lub wprowadzeniem nowego zawodu Stolarz operator maszyn CNC z nowoczesnym programem nauczania..

2. Założenia organizacyjne

2.1. Liczba godzin przewidzianych na realizację programu dodatkowej umiejętności zawodowej

Liczba godzin przewidzianych na realizację programu dodatkowej umiejętności zawodowej (DUZ) wynosi 90 godzin. W tym są zawarte zajęcia teoretyczne oraz ćwiczenia praktyczne. W semestrze daje to średnio 6 godziny tygodniowo.

Czas trwania kursu DUZ planowany jest na jeden semestr szkolny. Sugeruje się przeprowadzenie kursu w trzeciej klasie branżowej szkole I stopnia w drugim semestrze. Pozwoli to na pozyskanie przez przyszłych absolwentów możliwie świeżej i aktualnej wiedzy z zakresu nauczania niniejszego kursu. W szczególnych przypadkach możliwe jest przeprowadzenie kursu DUZ w innych terminach, w tym w I semestrze klasy III. Ostateczną decyzję o umiejscowieniu kursu DUZ pozostawia się do decyzji ośrodka prowadzącego szkolenie.

Zaleca się zróżnicowanie podziału zadań na zajęcia indywidualne i zespołowe. Zajęcia z użyciem komputerów zaleca się realizować w trybie indywidualnym. W przypadku ćwiczeń oraz zajęć praktycznych możliwe jest tworzenie zespołów dwu lub trzyosobowych oraz grup do 12 osób.

2.2. Wymagane kwalifikacje osób prowadzących zajęcia w ramach dodatkowej umiejętności zawodowej

Wymagane kwalifikacje osób prowadzących zajęcia w ramach dodatkowej umiejętności zawodowej:

- absolwent studiów kierunkowych pierwszego lub drugiego stopnia w zakresie technologii drewna;
- absolwent studiów kierunkowych pierwszego lub drugiego stopnia, w zakresie których absolwent miał przedmioty zgodne z niniejszym programem nauczania DUZ;
- absolwent studiów podyplomowych w zakresie zgodnym z niniejszym DUZ;
- absolwent średniej szkoły branżowej lub technikum o specjalności obsługa urządzeń sterowanych numerycznie lub programowanie urządzeń sterowanych numerycznie i specjalności pokrewnych;
- absolwent technikum o specjalności technik robotyki i/lub automatyki;
- specjalista/praktyk pracujący przy programowaniu lub obsłudze maszyn sterowanych numerycznie z poświadczoną dwuletnią praktyką w przemyśle;
- specjalista/doradca techniczny pracujący w firmie dostarczającej i serwisującej oprogramowanie ogólnie nazywane CAD/CAM lub dostarczającej i serwisującej urządzenia sterowane numerycznie z poświadczonym dwuletnim stażem pracy w tego typu firmie lub z poświadczoną dwuletnią praktyką przy programowaniu lub obsłudze maszyn sterowanych numerycznie w przemyśle;
- nauczyciel technologii lub instruktor praktycznej nauki zawodu zajmujący się w danej placówce nauczaniem z zakresu obsługi, sterowania i programowania urządzeń sterowanych numerycznie.

2.3. Wyposażenie dydaktyczne niezbędne do realizacji programu dodatkowej umiejętności zawodowej

Wykaz wyposażenia dydaktycznego niezbędnego do realizacji programu dodatkowej umiejętności zawodowej (DUZ) zawiera spis sugerowanego wyposażenia. Z uwagi na dużą różnorodność oraz często ograniczony dostęp do wielu urządzeń, dopuszcza się modyfikacje wykazu wyposażenia w ramach pozwalających na prawidłową realizację programu DUZ. Wykaz podzielono na dwie części – do realizacji zadań teoretycznych i do realizacji zadań praktycznych. Sale wykładowe, sale lekcyjne, warsztaty szkolne i hale produkcyjne powinny spełniać wymagania stawiane tego typu pomieszczeniom przy szkoleniu w zawodzie stolarz.

Do realizacji części teoretycznej programu zalecane są:

- stanowisko komputerowe do nauki programowania i symulacji pracy obrabiarek sterowanych numerycznie, po jednym na osobę;
- opcjonalnie zaleca się stosowanie stanowisk komputerowych wyposażonych w dwa monitory, co ułatwia jednoczesne programowanie i symulowanie procesu obróbki;
- oprogramowanie CAD/CAM kompatybilne z oprogramowaniem dostępnych urządzeń i obrabiarek;
- postprocesory obrabiarek lub inne oprogramowanie do symulacji sterowania i pracy obrabiarkami CNC;
- drukarka 3D z oprogramowaniem;
- skaner ręczny 3D z oprogramowaniem lub zbiór przykładowych plików 3D;
- drukarka sieciowa;
- dostęp do szerokopasmowego Internetu;

Do realizacji części praktycznej danego przedmiotu wymagany jest dostęp do minimum jednej z wybranych obrabiarek i urządzeń sterowanych cyfrowo, w tym głównie zaleca się popularne w przemyśle drzewnym:

- plotery frezujące 2D/3D/3C;
- centra obróbcze wieloosiowe (np. 3C, 4C lub 5C)
- roboty przemysłowe ramieniowe;
- frezarki przelotowe CNC (minimum czteroosiowe);
- wiertarki wielowrzecionowe CNC;
- pilarki panelowe CNC do automatycznego rozkroju;
- roboty lakiernicze;
- drukarki 3D do druku przestrzennego.

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

Wymagania stawiane osobom kształconym w ramach niniejszego kursu DUZ są identyczne z wymaganiami stawianymi uczniom szkół, w których realizowane jest nauczanie tych dodatkowych umiejętności.

3. Cele kształcenia – zadania zawodowe – określone dla dodatkowej umiejętności zawodowej

Absolwent kursu dodatkowych umiejętności zawodowych jest przygotowany do wykonywania następujących zadań zawodowych:

- 1) drukowania elementów na drukarce typu 3D
- 2) wykonywania elementów na obrabiarkach i urządzeniach sterowanych numerycznie.

4. Wykaz efektów kształcenia określonych dla dodatkowej umiejętności zawodowej wraz z kryteriami ich weryfikacji

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

Tabela 1. Wykaz efektów kształcenia i kryteria weryfikacji.

L.p.	Efekty kształcenia. Uczeń:	Kryteria weryfikacji Uczeń:
1	rozróżnia materiały główne i pomocnicze oraz materiały zastępcze stosowane w druku 3D.	<ol style="list-style-type: none"> 1. rozpoznaje materiały zastępcze stosowane w druku 3D 2. rozpoznaje elementy drukowane 3D
2	przygotowuje szablony i uchwyty pomocne przy wykonywaniu prac na obrabiarkach sterowanych CNC	<ol style="list-style-type: none"> 1. projektuje szablony i uchwyty mocujące 2. dobiera materiały do wykonywania szablonów i uchwytów 3. wykonuje proste szablony i uchwyty mocujące 4. sprawdza poprawność działania uchwytów i szablonów
3	wykonuje elementy stolarskie za pomocą obrabiarek i urządzeń sterowanych CNC	<ol style="list-style-type: none"> 1. stosuje szablony i uchwyty mocujące 2. sprawdza dokładność obróbki 3. dobiera narzędzia

L.p.	Efekty kształcenia. Uczeń:	Kryteria weryfikacji Uczeń:
		<ol style="list-style-type: none"> 4. dobiera parametry obróbki 5. mocuje narzędzia w obrabiarce CNC 6. opisuje narzędzia w programie maszyny, 7. ustawia odpowiednie narzędzia w magazynie obrabiarki
4	Skanuje elementy i detale stolarskie i snycerskie za pomocą skanerów 3D i zapisuje wynik w języku cyfrowym	<ol style="list-style-type: none"> 1. stosuje zasady skanowania skanerami 3D 2. skanuje obiekty przy użyciu skanera 3. zapisuje wynik skanowania 4. konwertuje wynik skanowania do innych popularnych formatów zapisu skanów 3D
5	poddaje obróbce cyfrowej skan 3D	<ol style="list-style-type: none"> 1. posługuje się oprogramowaniem do obróbki plików 3D 2. modyfikuje otrzymane skany 3D, w tym szczególnie wygładzenie powierzchni oraz zmianę kształtu i wymiaru 3. modyfikuje skan 3D do możliwości obróbczych posiadanych maszyn i obrabiarek sterowanych cyfrowo, w

L.p.	Efekty kształcenia. Uczeń:	Kryteria weryfikacji Uczeń:
		tym podział na wiele części
6	wykonuje kopie elementów za pomocą drukarki 3D	<ol style="list-style-type: none"> 1. wprowadza dane do drukarki 3D 2. dobiera materiały potrzebne do wydruku 3. dobiera parametry pracy urządzenia 4. planuje wieloczęściowe wydruki 3D
7	wprowadza dane do urządzeń CAD/CAM	<ol style="list-style-type: none"> 1. wprowadza rysunki CAD do oprogramowania CAM 2. obrabia i zmienia pliki w oprogramowaniu CAM 3. wykonuje symulacje pracy na postprocesorach lub na innym oprogramowaniu testowym
8	wprowadza do urządzeń i obrabiarek programy sterujące procesem pracy	<ol style="list-style-type: none"> 1. wprowadza dane do urządzenia 2. przeprowadza symulację wykonania programu na danym urządzeniu 3. sprawdza poprawność zastosowanych uchwytów i szablonów 4. sprawdza program pod kątem poprawności działania oraz

L.p.	Efekty kształcenia. Uczeń:	Kryteria weryfikacji Uczeń:
		brakiem kolizji narzędzi z materiałem obrabianym lub uchwytami i szablonami mocującymi
9	wykonuje elementy stolarskie	<ol style="list-style-type: none"> 1. nadzoruje proces wydruku 2. nadzoruje proces obróbki 3. sprawdza dokładność wydruku 4. sprawdza dokładność obróbki 5. zna zasady bhp i ppoż.
10	dokonuje ostatecznego sprawdzenia wykonanych detali	<ol style="list-style-type: none"> 1. określa przydatność wykonanego detalu w praktyce 2. analizuje błędy wykonania, programowania lub projektowania 3. wprowadza poprawki i zmiany dotyczące procesu, materiału, parametrów obróbki oraz zmian tolerancji i chropowatości powierzchni

5. Plan nauczania dodatkowej umiejętności zawodowej

Tabela 2. Plan nauczania dodatkowej umiejętności zawodowej (DUZ)

Nazwa przedmiotu/zajęć	Tematy jednostek metodycznych	Liczba godzin	Uwagi do realizacji (forma zajęć np. wykład, ćwiczenia praktyczne, zajęcia w zakładzie pracy, itp.)
1. Drukowanie w technologii 3D	Podstawowe wiadomości o druku 3D	1	Wykład, prezentacja
1. Drukowanie w technologii 3D	Materiały stosowane w druku 3D. Podział i właściwości.	4	Wykład, prezentacja, ćwiczenia praktyczne
1. Drukowanie w technologii 3D	Skanowanie 3D	3	Ćwiczenia praktyczne
1. Drukowanie w technologii 3D	Obróbka i modyfikacja skanów 3D oraz rysunków CAD	6	Wykład, prezentacja, ćwiczenia praktyczne
1. Drukowanie w technologii 3D	Przygotowanie drukarek do pracy	2	Wykład, prezentacja, ćwiczenia praktyczne
1. Drukowanie w technologii 3D	Drukowanie detali na drukarkach 3D	6	Wykład, prezentacja, ćwiczenia praktyczne
1. Drukowanie w technologii 3D	Ocena jakości wydruku oraz określenie sposobów zapobiegania wadom wydruku	2	Wykład, prezentacja, ćwiczenia praktyczne

Nazwa przedmiotu/zajęć	Tematy jednostek metodycznych	Liczba godzin	Uwagi do realizacji (forma zajęć np. wykład, ćwiczenia praktyczne, zajęcia w zakładzie pracy, itp.)
1. Drukowanie w technologii 3D	Sposoby wygładzania i uszlachetniania powierzchni drukowanych	2	Wykłady, filmy instruktażowe, ćwiczenia
2. Programowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Teoria projektowania procesów obróbki sterowanych cyfrowo.	2	Wykład, prezentacja, filmy instruktażowe, ćwiczenia
2. Programowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Podstawy wybranego języka programowania CNC.	4	Wykłady, filmy instruktażowe, ćwiczenia na symulatorach
2. Programowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Zastosowanie rysunków CAD do sporządzania programów sterujących	3	Wykłady, filmy instruktażowe, ćwiczenia na symulatorach
2. Programowanie obrabiarek i urządzeń	Obsługa wybranego oprogramowania CAD/CAM	5	Wykłady, filmy instruktażowe, ćwiczenia na symulatorach

Nazwa przedmiotu/zajęć	Tematy jednostek metodycznych	Liczba godzin	Uwagi do realizacji (forma zajęć np. wykład, ćwiczenia praktyczne, zajęcia w zakładzie pracy, itp.)
sterowanych numerycznie			
2. Programowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Obsługa wybranego postprocesora lub innego podobnego oprogramowania	4	Wykłady, filmy instruktażowe, ćwiczenia na symulatorach
2. Programowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Symulacja pracy obrabiarki lub urządzenia	4	Wykłady, filmy instruktażowe, ćwiczenia na symulatorach
2. Programowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Projektowanie uchwytów i szablonów mocujących	4	Wykłady, filmy instruktażowe, ćwiczenia, dyskusja
2. Programowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Wykonywanie i mocowanie uchwytów i szablonów	4	Wykłady, filmy instruktażowe, ćwiczenia
2. Programowanie	Wady uchwytów i	1	Wykłady, filmy instruktażowe,

Nazwa przedmiotu/zajęć	Tematy jednostek metodycznych	Liczba godzin	Uwagi do realizacji (forma zajęć np. wykład, ćwiczenia praktyczne, zajęcia w zakładzie pracy, itp.)
e obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	szablonów		ćwiczenia
3. Obsługa obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Podstawowe zasady bhp i ppoż.	1	Wykłady, filmy instruktażowe, ćwiczenia
3. Obsługa obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Podstawy obsługi obrabiarek sterowanych numerycznie	2	Wykłady, filmy instruktażowe, ćwiczenia
3. Obsługa obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Wprowadzanie danych do obrabiarek sterowanych numerycznie	4	Wykłady, filmy instruktażowe, ćwiczenia
3. Obsługa obrabiarek i urządzeń sterowanych	Mocowanie materiałów i narzędzi	4	Wykłady, filmy instruktażowe, ćwiczenia

Nazwa przedmiotu/zajęć	Tematy jednostek metodycznych	Liczba godzin	Uwagi do realizacji (forma zajęć np. wykład, ćwiczenia praktyczne, zajęcia w zakładzie pracy, itp.)
numerycznie			
3. Obsługa obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Uruchamianie procesu w trybie testowym	4	Wykłady, filmy instruktażowe, ćwiczenia
3. Obsługa obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Wykonywanie detali na obrabiarkach sterowanych numerycznie	12	Wykłady, filmy instruktażowe, ćwiczenia
3. Obsługa obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Problemy i błędy występujące przy obsłudze obrabiarek sterowanych numerycznie	3	Wykłady, filmy instruktażowe, ćwiczenia, dyskusja
3. Obsługa obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Analiza poprawności przebiegu procesu wytwarzania	3	Wykłady, dyskusja, ćwiczenia

6. Program nauczania przedmiotów wyodrębnionych w ramach dodatkowej umiejętności zawodowej

Program podzielono na trzy części zwane dalej przedmiotami.

1. Drukowanie w technologii 3D.
2. Programowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie.
3. Obsługa obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie.

6.1. Drukowanie w technologii 3D

Cele ogólne przedmiotu. Uczeń:

1. Rozróżnia materiały główne i pomocnicze.
2. Skanuje obiekty i detale przy pomocy skanerów 3D.
3. Poddaje obróbce cyfrowej rysunki i skany.
4. Drukuje detale i obiekty w technologii 3D.

Cele operacyjne przedmiotu. Uczeń potrafi:

1. rozróżniać podstawowe materiały,
2. określać zastosowanie poszczególnych materiałów,
3. rozpoznawać materiały stosowane do druku 3D,
4. dobierać sposoby wykańczania powierzchni drukowanych,
5. skanować obiekty skanerem 3D,
6. obrabiać pliki 3D i rysunki CAD,
7. modyfikować pliki i rysunki według potrzeb,
8. dzielić wydruki na części,
9. wprowadzać dane do drukarki 3D,
10. drukować detale na drukarkach 3D,
11. kontrolować poprawność druku,

12. sprawdzać jakość wydruku,
13. analizować i likwidować błędy projektowania i wydruku,
14. uszlachetniać powierzchnie obiektów wydrukowanych.

Tabela 3. Program nauczania przedmiotu Drukowanie w technologii 3D.

Dział programowy	Tematy jednostek metodycznych	Liczba godzin	Efekty kształcenia. Uczeń:	Kryteria weryfikacji. Uczeń:	Uwagi
Drukowanie w technologii 3D	Podstawowe wiadomości o druku 3D	1	charakteryzuje ogólną zasadę tworzenia druku 3D	rozpoznaje elementy drukowane 3D	Klasa III semestr II
Drukowanie w technologii 3D	Materiały stosowane do wydruków 3D. Podział i właściwości.	4	rozdziela materiały stosowane do druku 3D	rozpoznaje materiały stosowane do druku 3D	Klasa III semestr II
Drukowanie w technologii 3D	Materiały stosowane do wydruków 3D. Podział i właściwości.		określa zastosowanie poszczególnych materiałów stosowanych do wydruku 3D	dobiera materiały do druku 3D	Klasa III semestr II
Drukowanie w technologii 3D	Materiały stosowane do wydruków 3D. Podział i właściwości.		określa parametry materiałów stosowanych do wydruku 3D	klasyfikuje materiały pod kątem zastosowania	Klasa III semestr II
Drukowanie w technologii 3D	Skanowanie 3D	3	posługuje się oprogramowaniem do skanowania	stosuje podstawowe zasady obsługi	Klasa III semestr II

Dział programowy	Tematy jednostek metodycznych	Liczba godzin	Efekty kształcenia. Uczeń:	Kryteria weryfikacji. Uczeń:	Uwagi
				oprogramowania do skanera 3D	
Drukowanie w technologii 3D	Skanowanie 3D		skanuje obiekty przy pomocy skanera		Klasa III semestr II
Drukowanie w technologii 3D	Skanowanie 3D		zapisuje wynik skanowania		Klasa III semestr II
Drukowanie w technologii 3D	Obróbka cyfrowa plików 3D oraz rysunków CAD	6	poddaje obróbce cyfrowej efekty skanowania 3D		Klasa III semestr II
Drukowanie w technologii 3D	Obróbka cyfrowa plików 3D oraz rysunków CAD		modyfikuje pliki 3D		Klasa III semestr II
Drukowanie w technologii 3D	Obróbka cyfrowa plików 3D oraz rysunków CAD		zapisuje pliki w formacie cyfrowym		Klasa III semestr II
Drukowanie w technologii 3D	Przygotowanie drukarek do pracy	2	przygotowuje pliki do druku	poddaje obróbce i dzieleniu plików do druku	Klasa III semestr II
Drukowanie w technologii 3D	Drukowanie detali na drukarkach 3D	6	przygotowuje drukarkę do pracy	uruchamia urządzenie	Klasa III semestr II
Drukowanie w technologii 3D	Drukowanie detali na drukarkach 3D		przygotowuje drukarkę do pracy	mocuje materiały techniczne	Klasa III semestr II
Drukowanie w technologii 3D	Drukowanie detali na drukarkach 3D		drukuje elementy w technologii 3D	uruchamia drukowanie na drukarce 3D	Klasa III semestr II

Dział programowy	Tematy jednostek metodycznych	Liczba godzin	Efekty kształcenia. Uczeń:	Kryteria weryfikacji. Uczeń:	Uwagi
Drukowanie w technologii 3D	Drukowanie detali na drukarkach 3D		kontroluje poprawność pracy urządzenia	sprawdza poprawność pracy urządzenia	Klasa III semestr II
Drukowanie w technologii 3D	Ocena jakości wydruku oraz określenie sposobów zapobiegania wadom wydruku	2	sprawdza jakość wydruku,	rozpoznaje podstawowe wady wydruku 3D	Klasa III semestr II
Drukowanie w technologii 3D	Ocena jakości wydruku oraz określenie sposobów zapobiegania wadom wydruku		likwiduje błędy projektowania i wydruku	rozdziela błędy projektowania wydruku oraz błędy druku	Klasa III semestr II
Drukowanie w technologii 3D	Ocena jakości wydruku oraz określenie sposobów zapobiegania wadom wydruku		uszlachetnia powierzchnie obiektów wydrukowanych	rozdziela sposoby uszlachetniania powierzchni drukowanych dobiera metodę uszlachetniania	Klasa III semestr II
Drukowanie w technologii 3D	Sposoby wygładzania i uszlachetniania powierzchni drukowanych	2	wygładza powierzchnię wydruków	rozdziela dobiera sposób wygładzania powierzchni	Klasa III semestr II

Procedury osiągnięcia celów kształcenia przedmiotu.

Podstawą do osiągnięcia założonych efektów kształcenia w zakresie przedmiotu

Drukowanie w technologii 3D jest:

- zaplanowanie poszczególnych lekcji (wskazanie szczegółowych celów do osiągnięcia),
- dobór środków dydaktycznych do treści i celów nauczania,
- wykorzystanie różnorodnych metod nauczania w celu aktywizacji ucznia,
- dobór formy pracy z określeniem ilości osób w grupie,
- określenie indywidualizacji zajęć,
- systematyczne sprawdzanie wiedzy i umiejętności słuchaczy poprzez testów wielokrotnego wyboru,
- stosowanie oceniania w formie zaliczeń danego działu,
- przeprowadzenie ewaluacji doboru treści nauczania do założonych celów.

Metody nauczania przedmiotu .

Zaleca się stosowanie metod nauczania podających, eksponujących i problemowych.

W szczególności należy stosować:

- wykłady,
- pokazy z objaśnieniem,
- symulacje i gry logiczne,
- ćwiczenia praktyczne,
- wycieczki do zakładów przemysłowych,
- dyskusje dydaktyczne.

Formy organizacyjne.

Zajęcia z zakresu nauczania przedmiotu Drukowanie w technologii 3D prowadzane są:

- zespołowo – przedstawienie nowych informacji,
- indywidualnie oraz zespołowo – ćwiczenia i zadania,
- indywidualnie lub w małych zespołach – zadania domowe,

- z wykorzystaniem okresowego badania osiąganego poziomu wiedzy.

Zajęcia należy prowadzić w oddziałach klasowych w systemie klasowo-lekcyjnym oraz w pracowniach lub warsztatach szkolnych.

Prowadzący zajęcia powinien:

- motywować uczniów do systematycznej pracy,
- w razie potrzeby dostosowywać stopień trudności planowanych zajęć do poziomu uczniów,
- dostosowywać planowane zadania z uwzględnieniem dodatkowych zainteresowań uczniów,
- przygotowywać dla uczniów zadania o zróżnicowanym stopniu trudności i złożoności,
- zachęcać uczniów do samodoskonalenia się.

Obudowa dydaktyczna.

Stanowisko przeznaczone do prowadzenia zajęć powinno być wyposażone w komputer dla każdego ucznia oraz komputer dla nauczyciela/prowadzącego zajęcia. Komputery powinny być podłączone do sieci lokalnej z dostępem do Internetu, połączone z drukarką oraz ze skanerem. Nauczyciel powinien mieć dostęp do projektora multimedialnego oraz drukarki 3D. Ponadto konieczne są zestawy edukacyjne, modele, pliki próbných wydruków, instrukcje do ćwiczeń, pakiety edukacyjne materiałów dla uczniów oraz uczniowskie karty pracy i samooceny postępów w nauce.

Warunki realizacji programu przedmiotu:

Realizacja programu powinna przebiegać dwutorowo. Zajęcia powinny być prowadzone w pracowniach przystosowanych do pracy z komputerami i drukarkami 3D. Jeżeli jest taka możliwość, to część zajęć należy przeprowadzić w firmach zajmujących się drukiem 3D lub w centrach wydruku 3D, gdzie młodzi adepci mogą wymienić doświadczenia z ludźmi zajmującymi się tym zagadnieniem od dawna.

Proponowane metody sprawdzania osiągnięć edukacyjnych ucznia.

Podczas prowadzenia zajęć DUZ należy wykorzystywać wszystkie metody sprawdzania osiągnięć edukacyjnych ucznia, które są stosowane w toku nauki w branżowej szkole I stopnia. Jednolity system oceny wpływa pozytywnie na przebieg nauki, bez wprowadzania niepotrzebnych innowacji.

Podstawą do uzyskania zaliczenia częściowego mogą być zaliczone pozytywnie:

- wypowiedzi ustne,
- testy wielokrotnego wyboru,
- prace pisemne,
- referaty i prezentacje,
- ćwiczenia,
- zadania ponadprogramowe.

Sposoby ewaluacji przedmiotu.

Uzyskane efekty oraz poziom jakości nauczania zależą głównie od prawidłowo przyjętego programu nauczania, w tym szczególnie zależą od jego koncepcji, doboru metod i technik nauczania oraz od użytych w procesie nauczania środków dydaktycznych. Prawidłowa realizacja programu nauczania w zakresie przedmiotu Drukowanie w technologii 3D zapewni uzyskanie założonych efektów nauczania. Do bieżącej ewaluacji programu nauczania przedmiotu Drukowanie w technologii 3D można stosować:

- arkusze obserwacji zajęć wypełniane przez innych nauczycieli,
- własne notatki i obserwacje nauczyciela,
- poziom procentowy zaliczeń bieżących,
- wnioski i uwagi uczniów odnośnie prowadzonych zajęć,
- oceny z inspekcji i lekcji pokazowych.

Prowadzący zajęcia może oceniać program nauczania w ramach przedmiotu Drukowanie w technologii 3D poprzez analizę poziomu osiągnięcia założonych

celów, jakie stawia program. Ewaluacja programu ma na celu ulepszenie struktury stosowanego programu. W szczególności jest to modyfikacja technik pracy oraz ustalenie mocnych i słabych stron pracy ucznia z możliwościami poprawy sposobów pracy ucznia. Ewaluacja pomaga także w określeniu sposobów zmian systemu pracy ucznia w celu podniesienia stopnia i szybkości przyswajania wiedzy. Podczas ewaluacji programu nauczania należy ustalić, które czynniki sprzyjają realizacji programu, a które są przyczyną spowolnienia realizacji programu. Należy także sprawdzić i ustalić uboczne skutki realizacji programu nauczania oraz przemyśleć i zaplanować działania korygujące i modernizujące. Przedmioty zawodowe wymagają prowadzenia ciągłej samooceny i samodoskonalenia się, w ramach czego prowadzący zajęcia musi dokonywać stałej weryfikacji stanu własnej wiedzy z zakresu drukowania w technologii 3D, w tym szczególnie odnośnie nowych materiałów i środków wydruku. Kluczowym jest stałe dokonywanie oceny posiadanych materiałów dydaktycznych i literatury fachowej.

6.2. Programowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie

Cele ogólne przedmiotu. Uczeń:

1. Wskazuje różne języki programowania.
2. Zna podstawy programowania urządzeń sterowanych cyfrowo.
3. Używa pliki i rysunki techniczne do tworzenia programów.
4. Wskazuje sposoby symulowania procesu obróbki.
5. Analizuje błędy programowania.

Cele operacyjne przedmiotu. Uczeń potrafi:

1. obsługiwać programy CAD/CAM,
2. wprowadzać i modyfikować dane,
3. konwertować pliki do konkretnych zastosowań,

4. przeprowadzać symulacje pracy urządzenia,
5. analizować poprawność wykonania programu,
6. nanosić poprawki do programu sterującego,
7. aktualizować program z uwagi na zmiany konstrukcyjne lub zmiany narzędzi.

Tabela 4. Program nauczania przedmiotu Programowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie

Dział programowy	Tematy jednostek metodycznych	Liczba godzin	Efekty kształcenia	Kryteria weryfikacji	Uwagi
Programowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Teoria projektowania procesów obróbki sterowanych cyfrowo.	2	obsługuje programy CAD i CAM	definiuje zastosowanie programów CAD CAM	Klasa III semestr II
Programowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Teoria projektowania procesów obróbki sterowanych cyfrowo.		obsługuje programy CAD i CAM	obsługuje wybrane programy CAD CAM	Klasa III semestr II
Programowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Teoria projektowania procesów obróbki sterowanych cyfrowo.		obsługuje programy CAD i CAM	wprowadza dane	Klasa III semestr II
Programowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Teoria projektowania procesów obróbki sterowanych cyfrowo.		obsługuje programy CAD i CAM	modyfikuje dane	Klasa III semestr II
Programowanie obrabiarek i	Teoria projektowania		obsługuje programy CAD i CAM	zapisuje dane	Klasa III semestr

Dział programowy	Tematy jednostek metodycznych	Liczba godzin	Efekty kształcenia	Kryteria weryfikacji	Uwagi
urządzeń sterowanych numerycznie	procesów obróbki sterowanych cyfrowo.				II
Programowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Podstawy wybranego języka programowania CNC.	4	stosuje podstawy wybranego języka oprogramowania	obsługuje wybrany program CNC	Klasa III semestr II
Programowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Zastosowanie rysunków CAD do sporządzania programów sterujących	3	stosuje rysunki CAD	używa pliki CAD	Klasa III semestr II
Programowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Obsługa wybranego oprogramowania CAD/CAM	5	obsługuje wybrany program CAD/CAM	stosuje podstawy obsługi wybranego programu CAD/CAM	Klasa III semestr II
Programowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Obsługa wybranego postprocesora lub innego podobnego oprogramowania	4	obsługuje wybrany rodzaj postprocesora	uruchamia program postprocesora	Klasa III semestr II
Programowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Symulacja pracy obrabiarki lub urządzenia	4	konwertuje pliki do potrzebnych formatów	modyfikuje i zmienia pliki	Klasa III semestr II
Programowanie obrabiarek i	Symulacja pracy obrabiarki lub		symuluje prace urządzenia	stosuje postprocesory lub	Klasa III semestr

Dział programowy	Tematy jednostek metodycznych	Liczba godzin	Efekty kształcenia	Kryteria weryfikacji	Uwagi
urządzeń sterowanych numerycznie	urządzenia			inne oprogramowanie testujące	II
Programowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Symulacja pracy obrabiarki lub urządzenia		analizuje prawidłowość wykonania symulacji	analizuje błędy programu	Klasa III semestr II
Programowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Symulacja pracy obrabiarki lub urządzenia		wprowadza poprawki do programu	aktualizuje i poprawia program	Klasa III semestr II
Programowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Projektowanie uchwytów i szablonów mocujących	4	potrafi zaprojektować prosty uchwyt	dobiera rodzaje uchwytów	Klasa III semestr II
Programowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Wykonywanie i mocowanie uchwytów i szablonów	4	mocuje elementy w obrabiarce	mocuje elementy w uchwytach	Klasa III semestr II
Programowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Wady uchwytów i szablonów	1	charakteryzuje wady pracy uchwytów i szablonów	rozdziela wady mocowania elementów	Klasa III semestr II

Procedury osiągnięcia celów kształcenia przedmiotu.

Podstawą do osiągnięcia założonych efektów kształcenia w zakresie przedmiotu Programowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie jest:

- zaplanowanie poszczególnych lekcji (wskazanie szczegółowych celów do osiągnięcia),
- dobór środków dydaktycznych do treści i celów nauczania,
- wykorzystanie różnorodnych metod nauczania w celu aktywizacji ucznia,
- dobór formy pracy z określeniem ilości osób w grupie,
- określenie indywidualizacji zajęć,
- systematyczne sprawdzanie wiedzy i umiejętności słuchaczy poprzez testów wielokrotnego wyboru,
- stosowanie oceniania w formie zaliczeń danego działu,
- przeprowadzenie ewaluacji doboru treści nauczania do założonych celów.

Metody nauczania przedmiotu.

Zaleca się stosowanie metod nauczania podających, eksponujących i problemowych.

W szczególności należy stosować:

- wykłady,
- pokazy z objaśnieniem,
- symulacje i gry logiczne,
- ćwiczenia praktyczne,
- wycieczki do zakładów przemysłowych,
- dyskusje dydaktyczne.

Formy organizacyjne.

Zajęcia z zakresu nauczania przedmiotu Programowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie prowadzone są:

- zespołowo – przedstawienie nowych informacji,
- indywidualnie oraz zespołowo – ćwiczenia i zadania,
- indywidualnie lub w małych zespołach – zadania domowe,
- z wykorzystaniem okresowego badania osiąganego poziomu wiedzy.

Zajęcia należy prowadzić w oddziałach klasowych w systemie klasowo-lekcyjnym oraz w pracowniach lub warsztatach szkolnych.

Prowadzący zajęcia powinien:

- motywować uczniów do systematycznej pracy,
- w razie potrzeby dostosowywać stopień trudności planowanych zajęć do poziomu uczniów,
- dostosowywać planowane zadania z uwzględnieniem dodatkowych zainteresowań uczniów,
- przygotowywać dla uczniów zadania o zróżnicowanym stopniu trudności i złożoności,
- zachęcać uczniów do samodoskonalenia się.

Obudowa dydaktyczna.

Stanowisko przeznaczone do prowadzenia zajęć powinno być wyposażone w komputer dla każdego ucznia oraz komputer dla nauczyciela/prowadzącego zajęcia. Komputery powinny być podłączone do sieci lokalnej z dostępem do Internetu, połączone z drukarką sieciową. Nauczyciel powinien mieć dostęp do projektora multimedialnego oraz drukarki. Ponadto konieczne są zestawy edukacyjne, modele, pliki próbnych programów, instrukcje do ćwiczeń, pakiety edukacyjne materiałów dla uczniów oraz uczniowskie karty pracy i samooceny postępów w nauce.

Warunki realizacji programu przedmiotu:

Realizacja programu powinna przebiegać dwutorowo. Zajęcia powinny być prowadzone w pracowniach przystosowanych do pracy z komputerami. Jeżeli jest

taka możliwość, to część zajęć należy przeprowadzić w firmach wdrażających oprogramowanie CNC lub firmach wykorzystujących obrabiarki i urządzenia sterowane CNC, gdzie młodzi adepci mogą wymienić doświadczenia z ludźmi zajmującymi się tymi zagadnieniami w praktyce.

Proponowane metody sprawdzania osiągnięć edukacyjnych ucznia.

Podczas prowadzenia zajęć kursu DUZ należy wykorzystywać wszystkie metody sprawdzania osiągnięć edukacyjnych ucznia, które są stosowane w toku nauki w branżowej szkole I stopnia. Jednolity system oceny wpływa pozytywnie na przebieg nauki, bez wprowadzania niepotrzebnych innowacji.

Podstawą do uzyskania zaliczenia częściowego mogą być zaliczone pozytywnie:

- wypowiedzi ustne,
- testy wielokrotnego wyboru,
- prace pisemne,
- referaty i prezentacje,
- ćwiczenia praktyczne,

Sposoby ewaluacji przedmiotu.

Uzyskane efekty oraz poziom jakości nauczania zależą głównie od prawidłowo przyjętego programu nauczania, w tym szczególnie zależą od jego koncepcji, doboru metod i technik nauczania oraz od użytych w procesie nauczania środków dydaktycznych. Prawidłowa realizacja programu nauczania w zakresie przedmiotu Programowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie zapewni uzyskanie założonych efektów nauczania.

Do bieżącej ewaluacji programu nauczania przedmiotu Programowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie można stosować:

- arkusze obserwacji zajęć wypełniane przez innych nauczycieli,
- własne notatki i obserwacje nauczyciela,
- poziom procentowy zaliczeń bieżących,

- wnioski i uwagi uczniów odnośnie prowadzonych zajęć,
- oceny z inspekcji i lekcji pokazowych.

Prowadzący zajęcia może oceniać program nauczania w ramach przedmiotu Programowanie obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie poprzez analizę poziomu osiągnięcia założonych celów, jakie stawia program. Ewaluacja programu ma na celu ulepszenie struktury stosowanego programu. W szczególności jest to modyfikacja technik pracy oraz ustalenie mocnych i słabych stron pracy ucznia z możliwościami poprawy sposobów pracy ucznia. Ewaluacja pomaga także w określeniu sposobów zmian systemu pracy ucznia w celu podniesienia stopnia i szybkości przyswajania wiedzy. Podczas ewaluacji programu nauczania należy ustalić, które czynniki sprzyjają realizacji programu, a które są przyczyną spowolnienia realizacji programu. Należy także sprawdzić i ustalić uboczne skutki realizacji programu nauczania oraz przemyśleć i zaplanować działania korygujące i modernizujące. Przedmioty zawodowe wymagają prowadzenia ciągłej samooceny i samodoskonalenia się, w ramach czego prowadzący zajęcia musi dokonywać stałej weryfikacji stanu własnej wiedzy z zakresu programowania obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie, w tym szczególnie odnośnie nowych systemów sterowania i programowania obrabiarek i urządzeń. Kluczowym jest stałe dokonywanie oceny posiadanych materiałów dydaktycznych i literatury fachowej.

6.3. Obsługa obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie

Cele ogólne przedmiotu.

Uczeń:

1. Obsługuje interfejs urządzenia.
2. Wykonuje proste szablony i uchwyty montażowe.
3. Nadzoruje proces obróbki detali.
4. Kontroluje jakość obróbki.

5. Wprowadza poprawki i korekty do programu.

Cele operacyjne przedmiotu.

Uczeń potrafi:

- 1) wprowadzać dane do urządzenia;
- 2) projektować uchwyty i mocowania;
- 3) wykonywać proste uchwyty i szablony;
- 4) mocować materiał w obrabiarce;
- 5) sprawdzać wykonanie programu pod kątem kolizji;
- 6) obrabiać materiał przy użyciu maszyn i urządzeń sterowanych numerycznie;
- 7) oceniać jakość wykonania czynności;
- 8) wprowadzać korekty i modyfikacje.

Tabela 5. Program nauczania przedmiotu Obsługa obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie.

Dział programowy	Tematy jednostek metodycznych	Liczba godzin	Efekty kształcenia	Kryteria weryfikacji	Uwagi
Obsługa obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Podstawowe zasady bhp i ppoż.	1	stosuje zasady bhp i ppoż.	wymienia podstawowe zasady bhp i ppoż.	Klasa III semestr II
Obsługa obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Podstawy obsługi obrabiarek sterowanych numerycznie	2	stosuje instrukcje obsługi i użytkowania maszyn	rozróżnia podzespoły maszyn	Klasa III semestr II

Dział programowy	Tematy jednostek metodycznych	Liczba godzin	Efekty kształcenia	Kryteria weryfikacji	Uwagi
Obsługa obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Wprowadzanie danych do obrabiarek sterowanych numerycznie	4	stosuje zasady obsługi oprogramowania	wprowadza dane, zatwierdza wpisane parametry	Klasa III semestr II
Obsługa obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Mocowanie materiałów i narzędzi	4	stosuje zasady mocowania materiałów i narzędzi	wskazuje miejsca mocowania narzędzi	Klasa III semestr II
Obsługa obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Mocowanie materiałów i narzędzi		stosuje zasady mocowania materiałów i narzędzi	rozdziela systemy mocujące	Klasa III semestr II
Obsługa obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Mocowanie materiałów i narzędzi		sprawdza i testuje poprawność mocowania	wskazuje wzorniki i uchwyty	Klasa III semestr II
Obsługa obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Uruchamianie procesu w trybie testowym		4	nadzoruje proces obróbki detali	wykonuje próbną obróbkę testową
Obsługa	Wykonywanie	12	nadzoruje proces	mocuje materiał	Klasa III

Przykładowy program nauczania do umiejętności dodatkowej (DUZ)

dla zawodu stolarz 752205

Dział programowy	Tematy jednostek metodycznych	Liczba godzin	Efekty kształcenia	Kryteria weryfikacji	Uwagi
obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	detali na obrabiarkach sterowanych numerycznie		obróbki detali ocenia jakość wykonania czynności	w obrabiarce	semestr II
Obsługa obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Wykonywanie detali na obrabiarkach sterowanych numerycznie		nadzoruje proces obróbki detali ocenia jakość wykonania czynności	uruchamia proces obróbki	Klasa III semestr II
Obsługa obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Wykonywanie detali na obrabiarkach sterowanych numerycznie		nadzoruje proces obróbki detali ocenia jakość wykonania czynności	nadzoruje proces obróbki	Klasa III semestr II
Obsługa obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Problemy i błędy występujące przy obsłudze obrabiarek sterowanych numerycznie	3	wprowadza korekty i modyfikacje	określa cechy i poziomy jakości	Klasa III semestr II
Obsługa obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie	Analiza poprawności przebiegu procesu wytwarzania	3	interpretuje błędy procesu	koryguje proces obróbki	Klasa III semestr II

Procedury osiągnięcia celów kształcenia przedmiotu.

Podstawą do osiągnięcia założonych efektów kształcenia w zakresie przedmiotu

Obsługa obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie jest:

- zaplanowanie poszczególnych lekcji (wskazanie szczegółowych celów do osiągnięcia),
- dobór środków dydaktycznych do treści i celów nauczania,
- wykorzystanie różnorodnych metod nauczania w celu aktywizacji ucznia,
- dobór formy pracy z określeniem ilości osób w grupie,
- określenie indywidualizacji zajęć,
- systematyczne sprawdzanie wiedzy i umiejętności uczniów poprzez testów wielokrotnego wyboru,
- stosowanie oceniania w formie zaliczeń danego działu,
- przeprowadzenie ewaluacji doboru treści nauczania do założonych celów.

Metody nauczania przedmiotu.

Zaleca się stosowanie metod nauczania podających, eksponujących i problemowych.

W szczególności należy stosować:

- wykłady,
- pokazy z objaśnieniem,
- symulacje i gry logiczne,
- ćwiczenia praktyczne,
- wycieczki do zakładów przemysłowych,
- dyskusje dydaktyczne.

Formy organizacyjne.

Zajęcia z zakresu nauczania przedmiotu Obsługa obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie prowadzone są:

- zespołowo – przedstawienie nowych informacji,
- indywidualnie oraz zespołowo – ćwiczenia i zadania,

- indywidualnie lub w małych zespołach – zadania domowe,
- z wykorzystaniem okresowego badania osiąganego poziomu wiedzy.

Zajęcia należy prowadzić w oddziałach klasowych w systemie klasowo-lekcyjnym oraz w pracowniach lub warsztatach szkolnych.

Prowadzący zajęcia powinien:

- motywować uczniów do systematycznej pracy,
- w razie potrzeby dostosowywać stopień trudności planowanych zajęć do poziomu uczniów,
- dostosowywać planowane zadania z uwzględnieniem dodatkowych zainteresowań uczniów,
- przygotowywać zadania o zróżnicowanym stopniu trudności i złożoności,
- zachęcać uczniów do samodoskonalenia się.

Obudowa dydaktyczna.

Stanowisko przeznaczone do prowadzenia zajęć powinno być wyposażone w komputer dla każdego ucznia oraz komputer dla nauczyciela/prowadzącego zajęcia. Komputery powinny być podłączone do sieci lokalnej z dostępem do Internetu i połączone z drukarką. Nauczyciel powinien mieć dostęp do projektora multimedialnego. Wymagany jest dostęp do przynajmniej jednego urządzenia lub obrabiarki sterowanej numerycznie. Ponadto konieczne są zestawy edukacyjne, modele, pliki próbnych programów, instrukcje do ćwiczeń, pakiety edukacyjne materiałów dla uczniów oraz uczniowskie karty pracy i samooceny postępów w nauce.

Warunki realizacji programu przedmiotu:

Realizacja programu powinna przebiegać dwutorowo. Zajęcia powinny być prowadzone w pracowniach przystosowanych do pracy z komputerami. Ćwiczenia praktyczne należy realizować w specjalistycznych pracowniach lub halach

fabrycznych wyposażonych w obrabiarki i urządzenia sterowane CNC. Jeżeli jest taka możliwość, to część zajęć należy przeprowadzić w firmach posiadających urządzenia i obrabiarki CNC, zajmujących się produkcją mebli lub innych wyrobów z drewna, gdzie młodzi adepci mogą wymienić doświadczenia z ludźmi zajmującymi się tym zagadnieniem od dawna.

Proponowane metody sprawdzania osiągnięć edukacyjnych ucznia.

Podczas prowadzenia zajęć kursu DUZ należy wykorzystywać wszystkie metody sprawdzania osiągnięć edukacyjnych ucznia, które są stosowane w toku nauki szkoły branżowej. Jednolity system oceny wpływa pozytywnie na przebieg nauki, bez wprowadzania niepotrzebnych innowacji.

Podstawą do uzyskania zaliczenia cząstkowego mogą być zaliczone pozytywnie:

- wypowiedzi ustne,
- testy wielokrotnego wyboru,
- prace pisemne,
- referaty i prezentacje,
- ćwiczenia praktyczne,

Sposoby ewaluacji przedmiotu.

Uzyskane efekty oraz poziom jakości nauczania zależą głównie od prawidłowo przyjętego programu nauczania, w tym szczególnie zależą od jego koncepcji, doboru metod i technik nauczania oraz od użytych w procesie nauczania środków dydaktycznych. Prawidłowa realizacja programu nauczania w zakresie przedmiotu Obsługa obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie zapewni uzyskanie założonych efektów nauczania.

Do bieżącej ewaluacji programu nauczania przedmiotu można stosować:

- arkusze obserwacji zajęć wypełniane przez innych nauczycieli,
- własne notatki i obserwacje nauczyciela,
- poziom procentowy zaliczeń bieżących,

- wnioski i uwagi uczniów odnośnie prowadzonych zajęć,
- oceny z inspekcji i lekcji pokazowych.

Prowadzący zajęcia może oceniać program nauczania w ramach przedmiotu Obsługa obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie poprzez analizę poziomu osiągnięcia założonych celów, jakie stawia program. Ewaluacja programu ma na celu ulepszenie struktury stosowanego programu. W szczególności jest to modyfikacja technik pracy oraz ustalenie mocnych i słabych stron pracy ucznia z możliwościami poprawy sposobów pracy ucznia. Ewaluacja pomaga także w określeniu sposobów zmian systemu pracy ucznia w celu podniesienia stopnia i szybkości przyswajania wiedzy. Podczas ewaluacji programu nauczania należy ustalić, które czynniki sprzyjają realizacji programu, a które są przyczyną spowolnienia realizacji programu. Należy także sprawdzić i ustalić uboczne skutki realizacji programu nauczania oraz przemyśleć i zaplanować działania korygujące i modernizujące. Przedmioty zawodowe wymagają prowadzenia ciągłej samooceny i samodoskonalenia się, w ramach czego prowadzący zajęcia musi dokonywać stałej weryfikacji stanu własnej wiedzy z zakresu obsługi obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie, w tym szczególnie odnośnie nowych materiałów i środków wydruku. Kluczowym jest stałe dokonywanie oceny posiadanych materiałów dydaktycznych i literatury fachowej.

7. Ewaluacja programu nauczania dodatkowej umiejętności zawodowej

Ewaluacja programu DUZ ma na celu sprawdzenie jakości i skuteczności, tak założeń programowych jak i przeprowadzenia nauczania zgodnie z programem.

Najważniejsze wskaźniki ewaluacji to:

- wykonalność programu nauczania
- osiągnięcie efektów kształcenia

- skuteczność zastosowanych metod dydaktycznych
- spójność programu z oczekiwaniami rynku pracy
- dostosowanie programu do istniejącej bazy technologiczno-dydaktycznej.

Ewaluacja programu DUZ pozwala na sformułowanie odpowiedzi na kluczowe pytania:

- Czy możliwe jest wykonanie programu DUZ wg założeń?
- Co może być przeszkodą w realizacji planu nauczania DUZ?
- Czy osiągnięto wszystkie cele kształcenia? Jeżeli nie, to co mogło być przyczyną niepowodzenia?
- Jak przygotować się na realizację planu nauczania, aby zrealizować wszystkie cele?
- Jaka jest skuteczność zastosowanych metod nauczania?
- Co i w jakim stopniu można poprawić w programie DUZ?
- Czy występują niespójności w planie nauczania?
- Czy realizacja planu DUZ jest zgodna z oczekiwaniami rynku pracy?
- W jaki sposób można udoskonalić program nauczania do istniejącej bazy technologiczno-dydaktycznej?

Ewaluacja programu pomaga w ocenie konstrukcji samego programu DUZ, poziomu osiągnięcia założonych celów oraz optymalnym dostosowaniu programu do oczekiwań uczniów i pracodawców oraz do możliwości technicznych szkoły. Jest to bardzo ważny element z uwagi na specyfikę nauczania DUZ. Kursy DUZ przeznaczone są dla młodzieży szkolnej uczącej się w szkołach branżowych. Z praktyki wynika, iż poziom zainteresowania uczniów zdobywaniem wiedzy z zakresu nowych technologii jest wielokrotnie wyższy od zainteresowania innymi przedmiotami szkoły branżowej. W związku z tym obserwuje się zjawisko niedosytu wiedzy i

częstego „wymuszania” na prowadzących przekraczania podstawy programowej. Jest to zjawisko wielce pozytywne, jednakże może zakłócać standardową ewaluację programu DUZ. Należy o tym pamiętać, szczególnie przy ocenie ankiet wystosowanych do uczniów. Drugim problemem mogącym zakłócić wyniki ewaluacji programu są często diametralnie różne oczekiwania ze strony pracodawców. Każdy zakład posiada własną specyfikę zarządzania i produkcji, co rodzi odmienne oczekiwania i potrzeby co do toku i zakresu nauczania. W związku z powyższym, proponowany jest system ewaluacji oparty głównie o badania osiągnięcia zaplanowanych celów poprzez badanie poziomu opanowanej wiedzy przez uczniów. Praktyka szkolenia młodzieży wskazuje na konieczność ciągłej obserwacji wyników nauczania w formie sprawdzania wiedzy uczniów oraz szybkiego reagowania na potrzebę zmian w postaci wykroczenia poza ramy minimum programowego. Obserwacja wyników i postępów w opanowaniu wiedzy przez uczniów jest najlepszym wskaźnikiem poprawności przeprowadzanych działań edukacyjnych. Popularną metodą ewaluacji programów nauczania jest metoda opartą na ocenie kompetencji uczniów. Zaletą tej metody jest jej szeroki zakres badania, obejmujący nie tylko uczniów, ale także nauczycieli i pracodawców. Ewaluacja ta pozwala na określenie mocnych i słabych stron programu oraz szans i zagrożeń wykonania programu.

Tabela 6. Ewaluacja programu kursu dodatkowych umiejętności zawodowych (DUZ).

Efekt kształcenia z podstawy programowej (oznaczony w programie kursu jako kluczowy dla kwalifikacji lub jednostki efektów)	Wskaźniki potwierdzające osiągnięcie efektu kształcenia	Metody/techniki badania	Termin badania
1	2	3	4
rozdziela materiały główne i pomocnicze oraz materiały zastępcze	<ol style="list-style-type: none"> 1. rozpoznaje podstawowe materiały stosowane w przemyśle drzewnym 2. określa zastosowanie materiałów w procesie produkcji 3. rozpoznaje materiały zastępcze stosowane w druku 3D 4. rozpoznaje materiały wykończeniowe stosowane do wyrobów z drewna oraz do wyrobów drukowanych z innych materiałów. 	obserwacja, próba pracy, ćwiczenie, ankieta	<p>Testy bieżące. Ankiety bieżące.</p> <p>Test na koniec działu.</p>
przygotowuje szablony i uchwyty pomocne przy wykonywaniu prac na obrabiarkach sterowanych CNC	<ol style="list-style-type: none"> 1. projektuje szablony i uchwyty mocujące 2. dobiera materiały do wykonywania szablonów i uchwytów 3. wykonuje proste szablony i uchwyty mocujące 	obserwacja, próba pracy, ćwiczenie, ankieta	<p>Testy bieżące. Ankiety bieżące.</p> <p>Test na koniec działu.</p>

Efekt kształcenia z podstawy programowej (oznaczony w programie kursu jako kluczowy dla kwalifikacji lub jednostki efektów)	Wskaźniki potwierdzające osiągnięcie efektu kształcenia	Metody/techniki badania	Termin badania
1	2	3	4
	4. sprawdza poprawność działania uchwytów i szablonów		
wykonuje kopie elementów i detali stolarskich za pomocą obrabiarek i urządzeń sterowanych CNC	<ol style="list-style-type: none"> 1. stosuje szablony i uchwyty mocujące 2. sprawdza dokładność obróbki 3. dobiera alternatywne narzędzia 4. dobiera alternatywne parametry obróbki 5. rozpoznaje elementy drukowane 3D 	obserwacja, próba pracy, ćwiczenie, ankieta	<p>Testy bieżące. Ankiety bieżące.</p> <p>Test na koniec działu.</p>
Skanuje elementy i detale stolarskie i snycerskie za pomocą skanerów 3D i zapisuje wynik w języku cyfrowym	<ol style="list-style-type: none"> 1. stosuje zasady skanowania skanerami 3D 2. skanuje obiekty przy użyciu skanera 3. zapisuje wynik skanowania 4. konwertuje wynik skanowania do innych 	obserwacja, próba pracy, ćwiczenie, ankieta	<p>Testy bieżące. Ankiety bieżące.</p> <p>Test na koniec działu.</p>

Efekt kształcenia z podstawy programowej (oznaczony w programie kursu jako kluczowy dla kwalifikacji lub jednostki efektów)	Wskaźniki potwierdzające osiągnięcie efektu kształcenia	Metody/techniki badania	Termin badania
1	2	3	4
	popularnych formatów zapisu skanów 3D		
poddaje obróbce cyfrowej skan 3D	<ol style="list-style-type: none"> 1. posługuje się oprogramowaniem do obróbki plików 3D 2. modyfikuje otrzymane skany 3D, w tym szczególnie wygładzenie powierzchni oraz zmianę kształtu i wymiaru 3. modyfikuje skan 3D do możliwości obróbczych posiadanych maszyn i obrabiarek sterowanych cyfrowo, w tym podział na wiele części 	obserwacja, próba pracy, ćwiczenie, ankieta	<p>Testy bieżące. Ankiety bieżące.</p> <p>Test na koniec działu.</p>
wykonuje kopie elementów za pomocą drukarki 3D	<ol style="list-style-type: none"> 1. wprowadza dane do drukarki 3D 2. dobiera materiały potrzebne do wydruku 3. dobiera parametry pracy urządzenia 	obserwacja, próba pracy, ćwiczenie, ankieta	<p>Testy bieżące. Ankiety bieżące.</p> <p>Test na koniec działu.</p>

Efekt kształcenia z podstawy programowej (oznaczony w programie kursu jako kluczowy dla kwalifikacji lub jednostki efektów)	Wskaźniki potwierdzające osiągnięcie efektu kształcenia	Metody/techniki badania	Termin badania
1	2	3	4
	4. planuje wieloczęściowe wydruki 3D		
wprowadza dane do urządzeń CAD/CAM	<ol style="list-style-type: none"> 1. wprowadza rysunki CAD do oprogramowania CAM 2. obrabia i zmienia pliki w oprogramowaniu CAM 3. wykonuje symulacje pracy na postprocesorach lub na innym oprogramowaniu testowym 	obserwacja, próba pracy, ćwiczenie, ankieta	<p>Testy bieżące. Ankiety bieżące.</p> <p>Test na koniec działu.</p>
wprowadza do urządzeń i obrabiarek programy sterujące procesem pracy	<ol style="list-style-type: none"> 1. wprowadza dane do urządzenia 2. przeprowadza symulację wykonania programu na danym urządzeniu 3. sprawdza poprawność zastosowanych uchwytów i szablonów 4. sprawdza program pod kątem poprawności 	obserwacja, próba pracy, ćwiczenie, ankieta	<p>Testy bieżące. Ankiety bieżące.</p> <p>Test na koniec działu.</p>

Efekt kształcenia z podstawy programowej (oznaczony w programie kursu jako kluczowy dla kwalifikacji lub jednostki efektów)	Wskaźniki potwierdzające osiągnięcie efektu kształcenia	Metody/techniki badania	Termin badania
1	2	3	4
	działania oraz brakiem kolizji narzędzi z materiałem obrabianym lub uchwytami i szablonami mocującymi		
wykonuje kopie detali	<ol style="list-style-type: none"> 1. przygotowuje elementy i materiały stosowane w procesie obróbki 2. mocuje elementy obrabiane lub montuje materiały stosowane do druku 3D 3. nadzoruje proces wydruku 4. nadzoruje proces obróbki 5. sprawdza dokładność wydruku 6. sprawdza dokładność obróbki 	obserwacja, próba pracy, ćwiczenie, ankieta	<p>Testy bieżące. Ankiety bieżące.</p> <p>Test na koniec działu.</p>

Efekt kształcenia z podstawy programowej (oznaczony w programie kursu jako kluczowy dla kwalifikacji lub jednostki efektów)	Wskaźniki potwierdzające osiągnięcie efektu kształcenia	Metody/techniki badania	Termin badania
1	2	3	4
dokonuje ostatecznego sprawdzenia wykonanych detali	<ol style="list-style-type: none"> 1. określa przydatność wykonanego detalu w praktyce 2. analizuje błędy wykonania, programowania lub projektowania 3. wprowadza poprawki i zmiany dotyczące procesu, materiału, parametrów obróbki oraz zmian tolerancji i 	obserwacja, próba pracy, ćwiczenie, ankieta	<p>Testy bieżące. Ankiety bieżące.</p> <p>Test na koniec działu.</p>



8. Wykaz proponowanej literatury

8.1. Podręczniki i publikacje naukowe

Z uwagi na szybki postęp technologiczny branży IT, poniższy zestaw literatury należy corocznie uzupełniać o nowości wydawnicze. W wykazie pominięto standardowe publikacje zalecane do realizacji programu w zawodzie Stolarz.

- [1] Budzik G., Siemiński P.: *Techniki przyrostowe. Druk 3D. Drukarki 3D*. Politechnika Warszawska, Warszawa 2015
- [2] Deyda B., Beilschmidt L., Blotz G. : *Technologia drewna. Część 3*, REA, Lesznowola 1999.
- [3] Figurski J.: *Przygotowywanie obrabiarek sterowanych numerycznie do obróbki MEC.05. Podręcznik do nauki zawodów: technik mechanik, operator obrabiarek skrawających*. WSiP, Warszawa 2016
- [4] Flasiński M.: *Wstęp do sztucznej inteligencji*. PWN, Warszawa 2018
- [5] Gebhardt A. : *3D Printing: Understanding Additive Manufacturing*. Hanser Pubn., Kyles Lane 2018
- [6] Grzesik W., Niesłony P., Kiszka P.: *Programowanie obrabiarek CNC*. PWN, Warszawa 2020
- [7] Habrat W.: *Obsługa i programowanie obrabiarek CNC Podręcznik operatora*. KaBe, Krosno 2015
- [8] Kaczmarek W. , Panasiuk J.: *Robotyka. Programowanie robotów przemysłowych*. PWN, Warszawa 2017
- [9] Kaczmarek W. , Panasiuk J.: *Środowiska programowania robotów*. PWN, Warszawa 2017
- [10] Kaplan J.: *Sztuczna inteligencja. Co każdy powinien wiedzieć*. PWN, Warszawa 2020

- [11] Kloski L, Kloski N.: Druk 3D. *Praktyczny przewodnik po sprzęcie, oprogramowaniu i usługach*. Helion, Gliwice 2022
- [12] Kochan P.: *EDGE CAM. Frezowanie CNC 3-osiowe*. Helion, Gliwice 2022
- [13] Kopeć K.: *Drewno. Właściwości i zastosowanie*. Tom III. CK. Starachowice 2022
- [14] Kotuła S.: *Druk 3D dla humanistów. Teoria i praktyka w perspektywie Open Source*. SBP, Warszawa 2022
- [15] Niesłony P.: *Podstawy programowania maszyn CNC w systemie CAD/CAM Mastercam*. BTC, Warszawa 2012
- [16] Pikoń A.: *AutoCAD 2022 PL. Pierwsze kroki*. Helion 2021
- [17] Praca zbiorowa: *Programowanie obrabiarek CNC. Frezowanie*. REA-WSiP, Warszawa 2013
- [18] Szelerski M.: *Robotyka przemysłowa. Teoria, budowa, eksploatacja*. KaBe, Krosno 2021
- [19] Szeliga M.: *Praktyczne uczenie maszynowe*. PWN Warszawa 2019

8.2. Witryny internetowe

- [i1] https://www.prusa3d.com/pl/strona/podstawy-druku-3d-z-josefem-prusa_490/

Witryna internetowa pt. „Podstawy druku 3D z Josefem Prusą” zawierająca podstawowe informacje odnośnie druku 3D [dostęp 10.04.2022]

- [i2] <https://przemyslprzyszlosci.gov.pl/proces-druku-3d-i-produkcyjne-zastosowania/>

Witryna internetowa pt. „Proces druku 3D i produkcyjne zastosowania” zawierająca podstawowe informacje odnośnie druku 3D [dostęp 10.04.2022]

[i3] <https://przemyslprzyszlosci.gov.pl/artykuly/>

Witryna internetowa pt. „Artykuły o nowych technologiach” zawierająca podstawowe informacje odnośnie nowych technologii [dostęp 10.04.2022]

[i4] <https://cubicinch.pl/poczatki-z-drukiem-3d-czyli-jak-zaczac/>

Witryna internetowa pt. „Początki z drukiem 3D, czyli jak zacząć?” zawierająca podstawowe informacje odnośnie podstaw druku 3D [dostęp 10.04.2022]

[i5] <https://3d.edu.pl/drukowanie-3d-projekty-dla-inzynierow-12-projektow-ktore-podnios-a-twoje-umiejtnosci/>

Witryna internetowa pt. „Drukowanie 3D Projekty dla inżynierów: 12 projektów, które podniosą Twoje umiejętności” zawierająca podstawowe informacje odnośnie podstaw druku 3D [dostęp 10.04.2022]

[i6] <https://trials.sw.siemens.com/nx-cam/>

Witryna internetowa pt. „Wypróbuj oprogramowanie NX CAM” zawierająca podstawowe informacje odnośnie programu NX CAM [dostęp 10.04.2022]

[i7] <https://www.autodesk.pl/solutions/cad-cam>

Witryna internetowa pt. „AUTODESK FUSION 360” zawierająca podstawowe informacje odnośnie testowego programu Autocad [dostęp 10.04.2022]

[i8] <https://zw3d.com.pl/>

Witryna internetowa pt. „Oprogramowanie 3D Master” zawierająca podstawowe informacje odnośnie projektowania 3D [dostęp 10.04.2022]

[i9] <https://www.intersoft.pl/cad/index.php?kat=intersoft-intellicad>

Witryna internetowa pt. „Polskie oprogramowanie CAD” zawierająca podstawowe informacje odnośnie programu Intellicad [dostęp 10.04.2022]

[i10] <https://www.kuka.com/pl-pl/>

Witryna internetowa pt. „Roboty przemysłowe” zawierająca podstawowe informacje odnośnie robotów przemysłowych [dostęp 10.04.2022]

[i11] https://www.epson.pl/pl_PL/produkty/roboty/c/robot

Witryna internetowa pt. „Roboty przemysłowe” zawierająca podstawowe informacje odnośnie robotów przemysłowych [dostęp 10.04.2022]

[i12] <https://robotyka.pl/>

Witryna internetowa pt. „Centrum polskiej robotyki” zawierająca podstawowe informacje odnośnie robotów [dostęp 10.04.2022]

[i13] <http://tfm-robotics.pl/>

Witryna internetowa pt. „Roboty współpracujące ze zintegrowanym systemem wizyjnym” zawierająca podstawowe informacje odnośnie robotyki [dostęp 10.04.2022]

[i14] <https://pgcnc.pl/>

Witryna internetowa pt. „Plotery frezujące, frezarki CNC” zawierająca podstawowe informacje odnośnie maszyn CNC [dostęp 10.04.2022]

[i15] <https://kimla.pl/maszyny/plotery-frezujace-cnc-przemyslowe>

Witryna internetowa pt. „Plotery frezujące” zawierająca podstawowe informacje odnośnie podstaw frezowania CNC [dostęp 10.04.2022]

[i16] <https://www.scmgroup.com/pl/scmwood/products/centrum-obrobcze-cnc.c874>

Witryna internetowa pt. „Centrum obróbcze SCM” zawierająca podstawowe informacje odnośnie centrum obróbczego CNC [dostęp 10.04.2022]

[i17] <https://www.fanuc.eu/>

Witryna internetowa pt. „Automatyzacja przemysłu” zawierająca podstawowe informacje odnośnie podstaw automatyzacji [dostęp 10.04.2022]

[i18] <https://www.weinig.com/pl/materialy-drewopochodne/pionowe-centra-obrobcze-cnc/evolution.html>

Witryna internetowa pt. „Pionowe centrum obróbcze” zawierająca podstawowe informacje odnośnie maszyn CNC [dostęp 10.04.2022]

[i19] <https://ita.pl/maszyny-rodzaj-maszyn/centra-obrobcze-cnc>

Witryna internetowa pt. „Centra obróbcze CNC” zawierająca podstawowe informacje odnośnie maszyn sterowanych CNC [dostęp 10.04.2022]

[i20] <https://przemyslprzyszlosci.gov.pl/>

Witryna internetowa pt. „Platforma przemysłu przyszłości” zawierająca podstawowe informacje odnośnie nowych technologii [dostęp 10.04.2022]

[i21] <https://nowetechnologie.grupaazoty.com/materialy-do-technologii-przyrostowych>

Witryna internetowa pt. „Materiały do technologii przyrostowych” zawierająca podstawowe informacje odnośnie materiałów do druku 3D [dostęp 10.04.2022]

[i22] <https://www.ore.edu.pl/2022/02/prognoza-mein-zapotrzebowania-na-pracownikow-w-zawodach-szkolnictwa-branzowego-na-krajowym-i-wojewodzkiem-ryнку-pracy/>

Witryna internetowa pt. „Prognoza MEiN: Zapotrzebowania na pracowników w zawodach szkolnictwa branżowego na krajowym i wojewódzkim rynku pracy” zawierająca podstawowe informacje odnośnie zmian na rynku pracy [dostęp 10.04.2022]

8.3. Zalecenia, normy, noty aplikacyjne

Na chwilę obecną nie ma specjalnych norm regulujących projektowanie procesu produkcji i obsługę urządzeń i obrabiarek CNC. W razie potrzeby należy stosować normy i zalecenia właściwe dla obsługi komputerów biurowych oraz maszyn i urządzeń stosowanych w przemyśle drzewnym.