

**Załącznik nr 1 do uchwały nr 30/2022 Senatu Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza z dnia 26 maja 2022 r.**

**Program studiów**

# **Druk 3D w przemyśle i edukacji podyplomowe**



## 1. Podstawowe informacje o studiach podyplomowych

Nazwa studiów	<b>Druk 3D w przemyśle i edukacji</b>
Poziom studiów	<b>podyplomowe</b>
Liczba semestrów	studia niestacjonarne: <b>2</b>
Liczba punktów ECTS wymagana do ukończenia studiów	<b>30</b>
Łączna liczba godzin zajęć	<b>220</b>

## 2. Cel studiów podyplomowych

Studia podyplomowe pn. "Druk 3D w przemyśle i edukacji" mają na celu zapoznanie słuchaczy z metodami przyrostowymi stosowanymi obecnie w praktyce przemysłowej, w procesie kształcenia i edukacji, a także w indywidualnych zastosowaniach domowych.

## 3. Adresaci studiów podyplomowych

Adresatami przedmiotowych studiów podyplomowych są absolwenci uczelni wyższych (w szczególności technicznych) mający ambicje poszerzenia/uzupełnienia dotychczasowej wiedzy i umiejętności w zakresie druku przestrzennego 3D - technik przyrostowych w obszarze aplikacji przemysłowych i edukacyjnych.

## 4. Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia

Proces kształcenia obejmuje kompleksowy zakres realizacji poszczególnych etapów szybkiego prototypowania i druku 3D począwszy od opracowania modelu numerycznego z zastosowaniem oprogramowania 3D-CAD obejmującego złożony proces tworzenia/generowania, przetwarzania, analizy i weryfikacji danych CAD/STL/STP, poprzez przygotowanie procedury wytwarzania/druku 3D skończywszy na operacjach post-procesowych. W zakresie programowym planowane jest również zapoznanie słuchaczy z doбором materiałów modelowych i eksploatacyjnych przeznaczonych do wytwarzania wyrobów metodami przyrostowymi, badaniem/analizą elementów wytwarzanych w procesie druku 3D z wykorzystaniem m.in. współrzędnościowych metod pomiarowych oraz zastosowaniem technik przyrostowych do wykonywania narzędzi technologicznych. Przedstawione zostaną również zagadnienia eksploatacyjne związane z użytkowaniem drukarek 3D, a także kryteria doboru urządzeń przyrostowych do określonych zastosowań – wyznaczenie możliwego obszaru aplikacji poszczególnych technik addytywnych. Dodatkowo, program przedmiotowego studium podyplomowego przewiduje zapoznanie słuchaczy z eksploatacją systemów ICT w przemyśle i edukacji. Dyplom ukończenia studiów podyplomowych pn. "Druk 3D w przemyśle i edukacji" poszerzy możliwości zatrudnienia w zakładach przemysłowych, m.in. w jednostkach odpowiedzialnych za proces projektowania i wdrażania do produkcji nowych wyrobów oraz w ośrodkach edukacyjnych - szkołach - w procesie kształcenia w zakresie druku 3D.

## 5. Zasady rekrutacji

Rekrutacja na studia podyplomowe pn. "Druk 3D w przemyśle i edukacji" odbywa się w Systemie Internetowej Rekrutacji kandydatów „SIR” przez stronę internetową: [www.prz.edu.pl](http://www.prz.edu.pl). Rejestracja kandydata w SIR jest warunkiem przystąpienia do postępowania kwalifikacyjnego. Rekrutacja przebiega bez egzaminów wstępnych. O przyjęciu decyduje pozytywna weryfikacja dokumentów złożonych przez kandydata, a w przypadku większej liczby kandydatów niż liczba miejsc określona w limitach, o przyjęciu decyduje kolejność złożenia kompletu wymaganych dokumentów w wyznaczonym terminie. Miejsce składania dokumentów: sekretariat Katedry Konstrukcji Maszyn (KKM) Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej, ul. Powstańców Warszawy 8, 35-959 Rzeszów, budynek L-28, 3-cie piętro, pokój L-330. Uzupełniające dane kontaktowe: tel. 17 865 1318, tel./fax 17 865 1150, [www.kkm.prz.edu.pl](http://www.kkm.prz.edu.pl) Kandydaci składają: 1) ankietę osobową (formularz PODANIA SIR) – wydrukowaną z Systemu Internetowej Rekrutacji i podpisaną przez kandydata; 2) kopię dyplomu ukończenia studiów wyższych – oryginał dyplomu należy przedstawić do wglądu kierownikowi lub osobie przez niego upoważnionej w celu poświadczenia zgodności kopii składanego dokumentu z jego oryginałem; 3) oświadczenie dotyczące pokrycia kosztów kształcenia, w przypadku gdy koszty kształcenia pokrywa pracodawca. Niedostarczenie w ustalonym terminie kompletu dokumentów skutkuje niedopuszczeniem kandydata do dalszego postępowania rekrutacyjnego.

## 6. Efekty uczenia się

Symbol	Treść	Odniesienia do PRK
K_W01	Wykazuje wiedzę ogólną oraz specjalistyczną z zakresu druku 3D oraz modelowania, analizy i symulacji z wykorzystaniem systemów CAX, a także systemów ICT w przemyśle i edukacji	<b>P6S_WK</b>
K_W02	Posiada pogłębioną wiedzę dotyczącą technik przyrostowych, drukarek 3D, materiałów modelowych oraz inżynierii odwrotnej	<b>P6S_WG</b>
K_U01	Posiada umiejętność modelowania i symulacji w środowisku CAX oraz eksploatacji systemów ICT	<b>P6S_UW</b>
K_U02	Posiada umiejętność opracowania danych numerycznych do procesu druku 3D	<b>P6S_UW</b>
K_U03	Posiada umiejętność praktycznego stosowania technik druku 3D	<b>P6S_UW</b>
K_U04	Posiada umiejętność realizacji procesów inżynierii odwrotnej oraz pomiarów współrzędnościowych	<b>P6S_UW</b>
K_K01	Wykazuje krytyczne zrozumienie wyników własnej działalności	<b>P6S_KK</b>
K_K02	Wykazuje odpowiedzialność za skutki działań własnych i zespołowych	<b>P6S_KK</b> <b>P6S_KR</b>
K_K03	Ma świadomość potrzeby ciągłego doskonalenia i samokształcenia	<b>P6S_KO</b> <b>P6S_KR</b>

Opis efektów uczenia się zawiera efekty uczenia się, o których mowa w ustawie z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji i uwzględnienia uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia określone w tej ustawie oraz charakterystyki drugiego stopnia określone w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 3 tej ustawy, w tym efekty w zakresie znajomości języka obcego.

## 7. Wykaz zajęć, parametry programu studiów, metody weryfikacji efektów uczenia się oraz treści programowe

### 7.1 Wykaz zajęć

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	MK	Eksploatacja maszyn	10	0	0	0	10	2	N	

		przyrostowych i wyrobów wytwarzanych metodami szybkiego prototypowania								
1	MK	Modelowanie 3D-CAD	5	0	15	0	20	2	N	
1	MK	Modelowanie zorientowane na technologie przyrostowe	5	0	15	0	20	3	N	
1	MK	Narzędzia technologiczne wytwarzane metodami druku 3D i Rapid Tooling	5	0	15	0	20	3	N	
1	MK	Procesy przyrostowe i druk 3D	5	0	15	0	20	3	N	
1	MK	Współrzędnościowe metody pomiarowe i skanowanie 3D	5	0	15	0	20	2	N	
<b>Sumy za semestr: 1</b>			<b>35</b>	<b>0</b>	<b>75</b>	<b>0</b>	<b>110</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
2	MK	Eksploatacja systemów ICT w przemyśle i edukacji	10	0	0	0	10	2	N	
2	MK	Inżynieria odwrotna i modelowanie swobodne	5	0	15	0	20	2	N	
2	MK	Materiały stosowane w technologiach przyrostowych oraz hybrydowych	5	0	15	0	20	3	N	
2	MK	Modelowanie i symulacje CAx wyrobów	5	0	15	0	20	3	N	
2	MK	Obróbka wykończeniowa wyrobów wytwarzanych przyrostowo z elementami CAM	5	0	15	0	20	2	N	
2	MK	Symulacje komputerowe procesów w metodach Rapid Tooling i Rapid Manufacturing	5	0	15	0	20	3	N	
<b>Sumy za semestr: 2</b>			<b>35</b>	<b>0</b>	<b>75</b>	<b>0</b>	<b>110</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:</b>			<b>70</b>	<b>0</b>	<b>150</b>	<b>0</b>	<b>220</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

## 7.2 Parametry programu studiów i metody weryfikacji efektów uczenia się

### Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	9 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	17 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	--
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	0 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	0 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	--

### Metody weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału. Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się znajdują się w tabeli poniżej.

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	0
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	0
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	0
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	0 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	0 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	170 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	12
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	13.50 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	6 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	0 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	10
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	8

Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	135 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	0
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	0 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	8
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	114 godz.

### 7.3 Treści programowe

Eksplotacja maszyn przyrostowych i wyrobów wytwarzanych metodami szybkiego prototypowania	K_W01, K_W02, K_U03, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>Eksplotacyjne aspekty systemów szybkiego prototypowania i druku 3D</li> <li>Eksplotacja wyrobów wytwarzanych z zastosowaniem technologii przyrostowych</li> </ul>	
Eksplotacja systemów ICT w przemyśle i edukacji	K_W01, K_U01, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>Współczesne systemy ICT wspierające procesy przemysłowe i edukacyjne.</li> <li>Koncepcja IoT oraz IoE - teraźniejszość i przyszłość.</li> <li>Zastosowanie wirtualnej rzeczywistości w edukacji i przemyśle.</li> <li>Sztuczna inteligencja i jej zastosowania w procesach przemysłowych i edukacyjnych.</li> </ul>	
Inżynieria odwrotna i modelowanie swobodne	K_W02, K_U04, K_K01, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zapoznanie z wiedzą teoretyczną dotyczącą metodyki procesu inżynierii odwrotnej uwzględniającej metody digitalizacji geometrii z zastosowaniem współrzędnościowych technik pomiarowych zorientowanych na druk 3D.</li> <li>Prowadzenie procesu pozyskiwania geometrii rzeczywistej z zastosowaniem różnorodnych współrzędnościowych technik pomiarowych wzbogacone o wiedzę dotyczącą specyfiki wybranych systemów pomiarowych oraz uzyskiwanej za ich pośrednictwem geometrii zorientowanych na druk 3D.</li> <li>Prowadzenie procesu modelowania oraz zagadnienia umożliwiające przeprowadzenie procesu inżynierii odwrotnej, dedykowane dla wybranych formatów zapisu danych pomiarowych zorientowanych na druk 3D.</li> </ul>	
Materiały stosowane w technologiach przyrostowych oraz hybrydowych	K_W01, K_W02, K_U03, K_K01, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>Rodzaje tworzyw polimerowych stosowanych w technologiach przyrostowych. Materiały polimerowe o zwiększonej odporności termicznej. Dodatki stosowane do modyfikacji materiałów polimerowych. Metody otrzymywania kompozytów polimerowych stosowanych w druku 3D.</li> <li>Modyfikacja polimerów termoplastycznych metodą wytłaczania mieszającego. Otrzymywanie kompozytów polimerowych metodą wytłaczania formującego w postaci filamentu do druku 3D. Zastosowanie druku 3D do otrzymywania kształtek z kompozytów termoplastycznych. Analiza właściwości użytkowych kształtek otrzymanych metodą druku 3D.</li> </ul>	
Modelowanie 3D-CAD	K_W01, K_U01, K_K01, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>Podstawowe techniki modelowania. Wprowadzenie do tworzenia dokumentacji 2D. Modelowanie złożów. Modelowanie powierzchniowe i hybrydowe.</li> <li>Kołokwium zaliczeniowe</li> <li>Modelowanie 3D-CAD elementów brylowych z wykorzystaniem podstawowych oraz złożonych operacji. Tworzenie dokumentacji konstrukcyjnej 2D</li> <li>Modelowanie oraz wykonanie rysunku złożeniowego zespołu</li> <li>Kołokwium zaliczeniowe</li> </ul>	
Modelowanie i symulacje CAx wyrobów	K_W01, K_U01, K_U02, K_K01, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>Podstawowe techniki symulacji obciążeń części maszyn oraz zespołów metodą elementów skończonych z uwzględnieniem optymalizacji topologicznej</li> <li>Prezentacja projektu</li> <li>Modelowanie części wytwarzanych metodami szybkiego prototypowania oraz analiza numeryczna metodą elementów skończonych</li> <li>Analiza numeryczna metodą elementów skończonych podzespołów maszyn i urządzeń</li> <li>Optymalizacja topologiczna części maszyn</li> <li>Kołokwium zaliczeniowe</li> </ul>	
Modelowanie zorientowane na technologie przyrostowe	K_W01, K_U01, K_U02, K_K01, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>Modelowanie bryłowe typowych części maszyn i urządzeń z uwzględnieniem specyfiki procesu wytwarzania przyrostowego</li> <li>Modelowanie hybrydowe typowych części maszyn i urządzeń z uwzględnieniem specyfiki procesu wytwarzania przyrostowego</li> <li>Modelowanie zespołów z uwzględnieniem specyfiki procesu wytwarzania przyrostowego</li> <li>Zapoznanie z wiedzą z zakresu modelowania bryłowego i hybrydowego komponentów oraz tworzenia złożów podzespołów maszynowych z uwzględnieniem specyfiki procesu wytwarzania przyrostowego</li> </ul>	
Narzędzia technologiczne wytwarzane metodami druku 3D i Rapid Tooling	K_W01, K_W02, K_U01, K_U03, K_K01, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>Student poznaje metody projektowania, oraz obróbki danych w wybranym programie 3D-CAD, które dedykowane są dla przyrostowych systemów wytwórczych</li> <li>Student poznaje pośrednie metody prototypowania tak, aby był w stanie samodzielnie wykonać prototyp, poznaje proces postprocessingu i obróbki wykończeniowej na prototypie</li> <li>Student poznaje metody modelowania i obróbki danych dla procesu szybkiego prototypowania wyrobów śledząc uważnie treści wykładu</li> <li>Student poznaje metody i sposoby obróbki danych w procesie Rapid Tooling śledząc uważnie treść wykładu, zadaje pytania w celu uzyskania dodatkowych informacji</li> <li>Student poznaje nowoczesne metody RT sposoby wykonywania modeli fizycznych oraz możliwości zastosowania praktycznego prototypów w celu projektowania oprzyrządowania technologicznego</li> </ul>	
Obróbka wykończeniowa wyrobów wytwarzanych przyrostowo z elementami CAM	K_W01, K_W02, K_U03, K_K01, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>Metody obróbki ubytkowej</li> <li>Systemy narzędziowe</li> <li>Obróbka wykończeniowa wyrobów wytwarzanych przyrostowo</li> <li>Wprowadzenie do automatycznego programowania obrabiarek numerycznych</li> <li>Podstawowe ustawienia obróbkowe w systemach CAM. Dodawanie układów współrzędnych, półfabrykatu, wirtualnej obrabiarki, oprzyrządowania i narzędzi.</li> <li>Programowanie obróbek frezarskich</li> <li>Programowanie obróbek tokarskich</li> <li>Programowanie obróbek wiertarskich</li> <li>Zaliczenie części praktycznej</li> </ul>	
Procesy przyrostowe i druk 3D	K_W01, K_W02, K_U02, K_U03, K_K01, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>Procesy przyrostowe i obszary ich aplikacji do wytwarzania określonych wyrobów</li> <li>Opracowanie, obróbka i weryfikacja danych numerycznych CAD/STL/RP dla wybranych procesów przyrostowego wytwarzania</li> <li>Definiowanie parametrów charakterystycznych dla wybranych procesów przyrostowego wytwarzania oraz komputerowa symulacja/weryfikacja procesu</li> <li>Analiza opracowanego procesu druku 3D</li> <li>Analiza modeli wytwarzanych wybranymi technikami druku 3D</li> </ul>	
Symulacje komputerowe procesów w metodach Rapid Tooling i Rapid Manufacturing	K_W01, K_W02, K_U01, K_U02, K_U03, K_K01, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>Podstawy komputerowej symulacji procesów wykorzystujących materiały polimerowe w metodach RP i RM. Modele fizyczne i bazy danych tworzyw polimerowych oraz materiałów implementowane w programach symulacyjnych.</li> <li>Podstawy metody elementów skończonych. Zapoznanie z budową i działaniem programów symulacyjnych wspomagających procesy przetwórstwa</li> </ul>	

materiałów polimerowych stosowanych w druku 3D. Sposoby importowania modeli CAD do programów symulacyjnych. Zastosowanie systemów CAD/CAE w optymalizacji procesów. Analiza czynnikowa. Zasady interpretacji uzyskanych wyników symulacji.

Współrzędnościowe metody pomiarowe i skanowanie 3D	K_W02, K_U04, K_K01, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"><li>• Zapoznanie z wiedzą teoretyczną dotyczącą metodyki procesów kontroli dokładności prowadzonych z zastosowaniem współrzędnościowych technik pomiarowych.</li><li>• Prowadzenie procesu pozyskiwania geometrii rzeczywistej z zastosowaniem stykowych współrzędnościowych technik pomiarowych wzbogacone o wiedzę dotyczącą specyfiki wybranych systemów pomiarowych oraz uzyskiwanej za ich pośrednictwem geometrii.</li><li>• Prowadzenie procesu pozyskiwania geometrii rzeczywistej z zastosowaniem optycznych współrzędnościowych technik pomiarowych wzbogacone o wiedzę dotyczącą specyfiki wybranych systemów pomiarowych oraz uzyskiwanej za ich pośrednictwem geometrii.</li></ul>	