

# **POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA**

## **PROGRAM STUDIÓW**

**Nazwa kierunku studiów: Mechatronika 4.0**

Cykl kształcenia rozpoczynający się od roku akademickiego 2026/2027

Poziom: **studia pierwszego stopnia**

Profil: **ogólnoakademicki**

Forma studiów: **studia stacjonarne**

Tytuł zawodowy: **inżynier**

1. Ogólna charakterystyka kierunku studiów:

<b>Podstawowe informacje o kierunku</b>			
<b>Nazwa kierunku studiów:</b>	Mechatronika 4.0		
<b>Poziom:</b>	studia pierwszego stopnia, 6 poziom PRK		
<b>Profil:</b>	ogólnoakademicki		
<b>Forma lub formy studiów:</b>	studia stacjonarne		
<b>Liczba semestrów:</b>	7		
<b>Język kształcenia:</b>	polski		
<b>Klasyfikacja ISCED:</b>	0715		
<b>Łączna liczba punktów ECTS, konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie:</b>	210		
<b>Łączna liczba godzin zajęć konieczna do ukończenia studiów:</b>	2839		
<b>Praca dyplomowa:</b>	TAK		
<b>Tytuł zawodowy uzyskiwany przez absolwenta:</b>	inżynier		
<b>Zakresy (jeśli dotyczy):</b>	nie dotyczy		
<b>Dziedziny i dyscypliny naukowe, do których odnoszą się efekty uczenia się:</b>			
	<b>Dziedzina</b>	<b>Dyscyplina</b>	<b>Udział % (liczby łączne całkowite)</b>
<b>Dyscyplina wiodąca*</b> (przypisano ponad 50% efektów uczenia się):	dziedzina nauk inżynieryjno-technicznych	<b>Inżynieria mechaniczna</b>	<b>75%</b>
<b>Dodatkowa dyscyplina naukowa, do której odnoszą się efekty uczenia się:</b>	dziedzina nauk inżynieryjno-technicznych	Automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne	15%
<b>Dodatkowa dyscyplina naukowa, do której odnoszą się efekty uczenia się:</b>	dziedzina nauk inżynieryjno-technicznych	Informatyka techniczna i telekomunikacja	10%

\*dyscypliny, które stanowią poniżej 10%, należy przypisać do dyscypliny wiodącej (nie dotyczy programów studiów na kierunkach utworzonych decyzją ministra przed wejściem w życie ustawy 2.0 – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z 2018 r.).

2. Opis sylwetki absolwenta, obejmujący opis ogólnych celów kształcenia oraz możliwości zatrudnienia i kontynuacji kształcenia przez absolwentów studiów.

Absolwent kierunku Mechatronika 4.0 na Politechnice Częstochowskiej jest przygotowany do pracy w nowoczesnym, zautomatyzowanym i cyfrowo zintegrowanym środowisku przemysłowym, charakterystycznym dla koncepcji Przemysłu 4.0. Posiada interdyscyplinarne wykształcenie z zakresu inżynierii mechanicznej, automatyki, elektroniki oraz informatyki technicznej, które umożliwia mu projektowanie, integrację, programowanie, uruchamianie i eksploatację złożonych systemów mechatronicznych oraz cyber-fizycznych.

Kształcenie ukierunkowane jest na zdobycie praktycznych kompetencji inżynierskich w obszarze:

- 1) projektowania i analizy układów mechanicznych oraz mechatronicznych;
- 2) modelowania, symulacji i optymalizacji pracy systemów autonomicznych i cyber-fizycznych (w tym z wykorzystaniem technologii Digital Twin);
- 3) programowania i integracji sterowników PLC, systemów wbudowanych oraz robotów przemysłowych i mobilnych;
- 4) projektowania i uruchamiania systemów sterowania, napędów oraz systemów sensorycznych;
- 5) stosowania narzędzi CAD/CAE/CAM, systemów CNC oraz metod inżynierii odwrotnej;
- 6) wykorzystania metod numerycznych i narzędzi informatycznych w analizie zjawisk fizycznych i procesów technologicznych.

Absolwent posiada umiejętności pracy zespołowej, przygotowania dokumentacji technicznej, komunikacji w języku obcym na poziomie B2 oraz świadomość aspektów prawnych, jakościowych i bezpieczeństwa pracy w środowisku przemysłowym. Możliwości zatrudnienia absolwentów obejmują w szczególności:

- 1) przedsiębiorstwa przemysłu maszynowego, motoryzacyjnego, lotniczego, energetycznego i elektromaszynowego;
- 2) firmy technologiczne specjalizujące się w cyfryzacji i robotyzacji procesów produkcyjnych;
- 3) zakłady produkcyjne wykorzystujące zautomatyzowane i zrobotyzowane linie technologiczne;
- 4) działy utrzymania ruchu, diagnostyki i eksploatacji systemów technicznych;
- 5) biura konstrukcyjne i technologiczne;
- 6) centra badawczo-rozwojowe zajmujące się rozwojem systemów mechatronicznych i autonomicznych.

Program studiów umożliwia rozwój praktycznych kompetencji inżynierskich, które są poszukiwane na rynku pracy zarówno w Polsce, jak i za granicą. Obowiązkowe praktyki zawodowe, realizowane w przedsiębiorstwach współpracujących z Politechniką Częstochowską, zapewniają studentom bezpośredni kontakt z przemysłem i pozwalają na zdobycie cennego doświadczenia w rzeczywistym środowisku pracy. Absolwent jest przygotowany do kontynuacji kształcenia na studiach drugiego stopnia, w szczególności na kierunkach z obszaru mechatroniki, automatyki i robotyki, inżynierii

mechanicznej, systemów autonomicznych, inżynierii produkcji oraz innych kierunków o profilu interdyscyplinarnym związanych z rozwojem technologii Przemysłu 4.0 i 5.0.

### 3. Parametryczna charakterystyka kierunku studiów:

<b>Sumaryczne wskaźniki charakteryzujące program studiów</b>		
<b>Opis wskaźnika</b>	<b>Liczba godzin</b>	<b>Punkty ECTS</b>
Liczba godzin zajęć prowadzonych na kierunku studiów przez nauczycieli zatrudnionych w Uczelni jako podstawowym miejscu pracy	<b>2839</b>	
Liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego		<b>8</b>
Wymiar praktyk zawodowych oraz liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach tych praktyk	<b>150</b>	<b>6</b>
Liczba punktów ECTS dla dyscypliny wiodącej		<b>158</b>
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia		<b>105,96</b>
Liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych (nie mniejszą niż 5 punktów ECTS), w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne		<b>5</b>
Liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć podlegających wyborowi przez studenta		<b>66</b>
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego, którym nie przypisuje się ani efektów uczenia się, ani punktów ECTS	<b>60</b>	
Liczba punktów ECTS przypisanych do zajęć związanych z prowadzoną w Uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów		<b>120</b>
Liczba punktów ECTS przypisanych do zajęć przygotowujących studentów do prowadzenia działalności naukowej lub udział w tej działalności		<b>16</b>
Liczba punktów ECTS przypisanych do zajęć kształtujących umiejętności praktyczne		<b>108,76</b>

4. Opis zasad i formy odbywania praktyk studenckich, o ile przewiduje je program studiów.

Po IV semestrze studenci studiów stacjonarnych odbywają 4-tygodniową praktykę wakacyjną, której wymiar wynosi 150 godzin. Studenci samodzielnie wybierają miejsce odbywania praktyki. Szczegółowe zasady organizacji i zaliczenia praktyk określa Regulamin praktyk zawodowych Politechniki Częstochowskiej oraz zarządzenie Rektora Politechniki Częstochowskiej w sprawie wprowadzenia Regulaminu praktyk zawodowych Politechniki Częstochowskiej.

Praktyka ma charakter obserwacyjno-produkcyjny i odbywa się w zakładach przemysłowych, instytucjach lub instytutach badawczych związanych z mechatroniką i przemysłem 4.0. Studenci poznają strukturę organizacyjną, przepisy BHP oraz technologie i oprogramowanie stosowane w danej instytucji. Weryfikują zdobytą wiedzę w zakresie projektowania, eksploatacji i serwisowania urządzeń oraz modelowania procesów fizycznych, w tym z wykorzystaniem uczenia maszynowego.

5. Opis efektów uczenia się dla kierunku: Mechatronika 4.0

Poziom i forma studiów:		<i>pierwszego stopnia</i>	<i>stacjonarne</i>		
Profil:	<i>ogólnoakademicki</i>				
Symbol kierunkowego efektu uczenia się	Opis kierunkowego efektu uczenia się	Symbol uniwersalnej charakterystyki pierwszego stopnia dla poziomu*)	Symbol charakterystyki drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomie**)	Symbol charakterystyki drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich***)	
		6	6	6	
Osoba posiadająca kwalifikacje <i>pierwszego stopnia</i> :					
w zakresie wiedzy****					
K_W01	Student zna i rozumie podstawy matematyczne i fizyczne niezbędne do opisu i analizy zjawisk występujących w systemach mechatronicznych.	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG	
K_W02	Student zna i rozumie podstawowe zagadnienia mechaniki, wytrzymałości materiałów oraz mechaniki płynów w odniesieniu do konstrukcji i działania systemów mechatronicznych.	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG	
K_W03	Student zna i rozumie właściwości oraz zastosowania materiałów konstrukcyjnych i funkcjonalnych stosowanych w systemach mechatronicznych.	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG	

K_W04	Student zna i rozumie podstawowe technologie wytwarzania oraz zasady organizacji procesów technologicznych w nowoczesnych systemach produkcyjnych.	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG
K_W05	Student zna i rozumie zasady grafiki inżynierskiej oraz metody komputerowego modelowania i dokumentowania konstrukcji technicznych.	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG
K_W06	Student zna i rozumie architekturę oraz zasady funkcjonowania systemów mechatronicznych i cyber-fizycznych.	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG
K_W07	Student zna i rozumie budowę oraz zasady działania układów napędowych i systemów sterowania stosowanych w maszynach i systemach mechatronicznych.	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG
K_W08	Student zna i rozumie zasady budowy i funkcjonowania systemów robotycznych oraz autonomicznych.	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG
K_W09	Student zna i rozumie podstawy architektury systemów informatycznych i komunikacyjnych stosowanych w systemach mechatronicznych i cyber-fizycznych.	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG
K_W10	Student zna i rozumie zagadnienia niezawodności, bezpieczeństwa funkcjonalnego oraz uwarunkowań organizacyjnych i prawnych działalności inżynierskiej związanej z projektowaniem, wytwarzaniem i eksploatacją systemów mechatronicznych, a także zna specjalistyczną terminologię techniczną umożliwiającą korzystanie z literatury fachowej i dokumentacji technicznej w języku obcym na poziomie B2.	P6U_W	P6S_WK	P6S_WK

w zakresie umiejętności****				
K_U01	Student potrafi modelować i analizować układy mechatroniczne z wykorzystaniem metod matematycznych i numerycznych oraz narzędzi obliczeniowych.	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW
K_U02	Student potrafi prowadzić symulacje zjawisk fizycznych występujących w systemach mechatronicznych oraz interpretować uzyskane wyniki.	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW
K_U03	Student potrafi dobierać materiały konstrukcyjne i funkcjonalne oraz uwzględniać ich właściwości w projektowaniu elementów i zespołów systemów mechatronicznych.	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW
K_U04	Student potrafi opracowywać i weryfikować procesy wytwarzania elementów i zespołów maszyn z wykorzystaniem narzędzi CAD/CAM oraz symulacji procesów technologicznych.	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW
K_U05	Student potrafi wykonywać dokumentację techniczną oraz modele 2D i 3D elementów, zespołów i systemów mechatronicznych z wykorzystaniem narzędzi CAD.	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW
K_U06	Student potrafi prowadzić pomiary, akwizycję i przetwarzanie danych pomiarowych oraz interpretować wyniki w systemach mechatronicznych.	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW
K_U07	Student potrafi projektować, integrować oraz uruchamiać układy napędowe i systemy sterowania w systemach zautomatyzowanych i cyber-fizycznych.	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW

K_U08	Student potrafi projektować, programować i integrować systemy robotyczne oraz autonomiczne, także w warunkach współpracy człowiek–robot.	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW
K_U09	Student potrafi projektować i implementować algorytmy sterowania oraz przetwarzania danych w systemach mechatronicznych, w tym w systemach wbudowanych i sieciowych.	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW
K_U10	Student potrafi planować i organizować pracę własną oraz zespołową, oceniać aspekty ergonomiczne, jakościowe i bezpieczeństwa pracy oraz komunikować wyniki pracy inżynierskiej, w tym w języku obcym na poziomie B2.	P6U_U	P6S_UO	P6S_UO
w zakresie kompetencji społecznych****				
K_K01	Student jest gotów do odpowiedzialnego wykonywania zawodu inżyniera, z uwzględnieniem zasad etyki zawodowej, bezpieczeństwa oraz skutków społecznych, środowiskowych i prawnych działalności inżynierskiej.	P6U_K	P6S_KR	P6S_KR
K_K02	Student jest gotów do efektywnej pracy indywidualnej oraz zespołowej, w tym w zespołach interdyscyplinarnych, oraz do komunikowania się ze specjalistami i niespecjalistami w środowisku inżynierskim.	P6U_K	P6S_KR	P6S_KR
K_K03	Student jest gotów do samodzielnego planowania i organizowania pracy, określania priorytetów oraz ponoszenia odpowiedzialności za realizację zadań inżynierskich.	P6U_K	P6S_KR	P6S_KR

K_K04	Student jest gotów do ciągłego doskonalenia kompetencji zawodowych oraz śledzenia rozwoju nowoczesnych technologii mechatronicznych i autonomicznych.	P6U_K	P6S_KR	P6S_KR
-------	---	-------	--------	--------

\*Symbol uniwersalnej charakterystyki pierwszego stopnia dla poziomu 6 lub 7, zawartej w załączniku do ustawy z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji.

\*\*Symbol charakterystyki drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomie 6 lub 7, zawartej w załączniku do Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 14 listopada 2018 r. w sprawie charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6-8 Polskiej Ramy Kwalifikacji.

\*\*\*Dotyczy wyłącznie kierunków studiów umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich – symbol charakterystyki drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich, zawartej w załączniku do Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 14 listopada 2018 r. w sprawie charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6-8 Polskiej Ramy Kwalifikacji.

\*\*\*\*Należy wpisać maksymalnie 10 kierunkowych efektów uczenia się.

6. Harmonogram realizacji programu studiów (siatka dydaktyczna) z podziałem na semestry i lata cyklu kształcenia, z zaznaczeniem modułów podlegających wyborowi przez studenta oraz zakresów studiów.

Semestr 1	NrP		W	Ć	K	P	S	L	W	ZT	PZ	I	SUMA	ECTS	
Szkolenie dotyczące bezpiecznych i higienicznych warunków kształcenia	1	K	4										4	0	
Wychowanie fizyczne	2	K		30									30	0	
Ochrona własności intelektualnej	3	HS	15										15	1	
Matematyka ogólna	4	K	30	30									60	5	egz.
Inteligentne systemy mechatroniczne i cyber-fizyczne	5	K	30					30					60	5	
Wprowadzenie do robotyki i systemów autonomicznych	6	K	30					30					60	5	
Grafika inżynierska	7	K	15			45							60	5	
Materiały inżynierskie	8	K	30					30					60	5	
Technologie wytwarzania w nowoczesnych systemach produkcyjnych I	9	K	15					30					45	4	
<b>suma:</b>			<b>169</b>	<b>60</b>		<b>45</b>		<b>120</b>					<b>394</b>	<b>30</b>	

Semestr 2	NrP		W	Ć	K	P	S	L	W	ZT	PZ	I		ECTS	
Wychowanie fizyczne	10	K		30									30	0	
Matematyka inżynierska I	11	K	30	30									60	6	egz.
Programowanie wysokopoziomowe systemów mechatronicznych	12	K	15					30					45	3	
Sieci i protokoły komunikacyjne w robotyce i systemach autonomicznych	13	KO	30					30					60	5	
Aplikacje inżynierskie	14														
Rysunek techniczny	15	K				30							30	2	
Komputerowe wspomaganie projektowania (CAD)	16	K						30					30	2	
Elektrotechnika i elektronika	17	K	30					30					60	4	
Metrologia techniczna	18	K	15					30					45	3	
Technologie wytwarzania w nowoczesnych systemach produkcyjnych II	19	K	30					30					60	5	
<b>suma:</b>			<b>150</b>	<b>60</b>		<b>30</b>		<b>180</b>					<b>420</b>	<b>30</b>	

Semestr 3	NrP		W	Ć	K	P	S	L	W	ZT	PZ	I	SUMA	ECTS
Język obcy	20	KO		30									30	2
Matematyka inżynierska II	21	K	30					45					75	5
Mechanika	22	K	30	30									60	5 egz.
Komputerowo wspomagane modelowanie zjawisk fizycznych	23	K	30					30					60	4
Teoria maszyn i mechanizmów	24	K	15					30					45	4
Modelowanie i symulacja systemów autonomicznych i cyber-fizycznych	25	KO						45					45	3
Technologia Digital Twin w systemach autonomicznych i mechatronicznych	26													
Modelowanie geometryczne i strukturalne	27	K	15					30					45	3
Metrologia i systemy pomiarowe	28	K	15					30					45	4
<b>suma:</b>			<b>135</b>	<b>60</b>				<b>210</b>					<b>405</b>	<b>30</b>

Semestr 4	NrP		W	Ć	K	P	S	L	W	ZT	PZ	I	SUMA	ECTS
Język obcy	29	KO		30									30	2
Mechanika płynów	30	K	15					15					30	2
Programowanie sterowników PLC w inteligentnych systemach produkcyjnych	31	K	15					30					45	2
Systemy wbudowane w układach sterowania	32	K	30					30					60	4
Wytrzymałość materiałów	33	K	30	30				15					75	5 egz.
Automatyka	34	K	15	15				15					45	2
Uczenie maszynowe w inteligentnych systemach autonomicznych	35	K	15					45					60	3
Zintegrowane systemy CAE	36	K						30					30	2
Podstawy GD&T i GPS w nowoczesnej inżynierii	37	K	15			30							45	2
Praktyka zawodowa	38	KO									150		150	6
<b>suma:</b>			<b>135</b>	<b>75</b>		<b>30</b>		<b>180</b>			<b>150</b>		<b>570</b>	<b>30</b>

Semestr 5		NrP		W	Ć	K	P	S	L	W	ZT	PZ	I	SUMA	ECTS
Język obcy		39	KO		30									30	2
Zarządzanie inteligentnymi systemami produkcyjnymi		40	HSO	15	15									30	3
Zarządzanie jakością w systemach autonomicznych		41													
Robotyka		42	K	15					30					45	3
Podstawy programowania i budowy maszyn CNC		43	K	30					30					60	5 egz.
Podstawy konstrukcji maszyn		44	K	30	30									60	5 egz.
Projektowanie nowoczesnych procesów technologicznych		45	K	15			30							45	3
Komputerowe wspomaganie obliczeń inżynierskich		46	K				15		30					45	3
Systemy sensoryczne w nowoczesnych układach sterowania		47	K	15					30					45	3
Metody numeryczne/Numerical methods		48	K	15					30					45	3
<b>suma:</b>				<b>135</b>	<b>75</b>		<b>45</b>		<b>150</b>					<b>405</b>	<b>30</b>

Semestr 6		NrP		W	Ć	K	P	S	L	W	ZT	PZ	I	SUMA	ECTS
Język obcy		49	KO		30									30	2 egz.
Programowanie robotów		50	K	15					15					30	2
Programowanie systemów wbudowanych		51	KO	30					30					60	5 egz.
Jednostki obliczeniowe w zastosowaniach mechatronicznych		52													
Modelowanie systemów rojowych, autonomicznych i mechatronicznych		53	KO						30					30	2
Symulacja ruchu w robotach precyzyjnych i egzoszkieletach		54													
Bionika i analiza ruchu w robotyce i egzoszkieletach		55	KO						30					30	2
Nawigacja i planowanie ruchu robotów mobilnych i pojazdów bezzałogowych		56													
Modelowanie przepływów w układach mechatronicznych		57	K						30					30	2

Sterowanie elektropneumatyczne maszyn i urządzeń	58	KO	30					30					60	4	
Cyfrowe modelowanie i symulacja procesów wytwarzania	59														
Systemy bazodanowe i komunikacja w systemach autonomicznych i mechatronicznych	60	KO	30					30					60	4	
Inteligentne sieci przemysłowe w sterowaniu robotów i maszyn	61														
Systemy CAM	62	K				15		30					45	3	
Projekt inżynierski w zakresie konstrukcji robotów i systemów mechatronicznych	63	KO				45							45	4	
Projekt inżynierski w zakresie sterowania systemów autonomicznych	64														
<b>suma:</b>			<b>105</b>	<b>30</b>		<b>60</b>		<b>225</b>					<b>420</b>	<b>30</b>	

<b>Semestr 7</b>	<b>NrP</b>		<b>W</b>	<b>Ć</b>	<b>K</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>L</b>	<b>W</b>	<b>ZT</b>	<b>PZ</b>	<b>I</b>	<b>SUMA</b>	<b>ECTS</b>	
Seminarium dyplomowe	65	K					15						15	1	
Programowanie maszyn CNC	66	K				30		30					60	5	
Badania symulacyjne urządzeń mechatronicznych	67	KO						30					30	3	
Inżynieria odwrotna	68														
Sterowniki PLC w systemach autonomicznych i cyber-fizycznych	69	KO	15					30					45	4	
Sterowanie i monitorowanie inteligentnych procesów produkcyjnych	70														
Niezawodność i eksploatacja urządzeń mechatronicznych	71	KO	30										30	3	
Drgania mechaniczne	72														
BHP	73	HS	15										15	1	
Wprowadzenie do badań naukowych	74	K	15				15						30	3	
Przygotowanie do pracy dyplomowej i egzaminu dyplomowego	75	KO											0	10	
<b>suma:</b>			<b>75</b>			<b>30</b>	<b>30</b>	<b>90</b>					<b>225</b>	<b>30</b>	
<b>RAZEM</b>			<b>904</b>	<b>360</b>		<b>240</b>	<b>30</b>	<b>1155</b>			<b>150</b>		<b>2839</b>	<b>210</b>	

Legenda:

K – przedmiot kierunkowy

KO – przedmiot kierunkowy obieralny

HS – przedmiot humanistyczno-społeczny

HSO – przedmiot humanistyczno-społeczny obieralny

7. Matryca efektów uczenia się dla kierunku.

SEU* NrP*	K_W01	K_W02	K_W03	K_W04	K_W05	K_W06	K_W07	K_W08	K_W09	K_W10	K_U01	K_U02	K_U03	K_U04	K_U05	K_U06	K_U07	K_U08	K_U09	K_U10	K_K01	K_K02	K_K03	K_K04
	1										X											X		
2																								
3										X											X			
4	X										X													X
5						X		X									X					X		
6								X										X				X		X
7					X									X				X				X		
8			X										X											
9				X										X									X	
10																								
11	X										X											X		X
12									X										X				X	
13									X										X					
14									X										X					
15					X										X									
16					X										X									
17							X										X							
18	X															X								
19				X									X											
20										X										X		X		
21	X										X												X	

22		X								X													
23	X										X										X		
24		X								X													
25						X				X	X												
26						X					X												
27					X									X									
28	X														X								
29									X								X			X			
30		X									X												
31							X								X				X				
32							X		X								X						
33		X	X							X		X											
34							X								X							X	
35									X								X					X	
36						X									X								
37						X									X						X	X	
38						X				X	X			X		X	X			X	X	X	X
39										X									X		X		
40										X										X		X	
41										X										X		X	
42									X								X						
43					X									X			X						
44		X	X							X		X											
45					X									X								X	
46	X									X													
47									X						X							X	
48	X									X	X								X		X		
49										X									X		X		
50									X								X						
51									X										X				
52									X										X				

53						X						X														
54						X						X													X	
55								X								X	X					X				
56								X								X	X					X				
57		X										X														
58							X								X											
59							X								X											
60									X								X									
61									X								X									
62				X									X										X	X		
63										X		X				X				X		X	X			
64										X						X				X		X	X			
65																				X		X		X		
66				X									X			X							X			
67	X									X	X												X			
68	X									X	X												X			
69							X		X							X	X			X		X				
70							X									X	X			X		X				
71		X	X							X	X															
72		X									X															
73										X													X			
74	X											X													X	
75																							X		X	X

\*SEU – symbol efektu uczenia się

\*\*NrP – numer identyfikacyjny przedmiotu (format dowolny)

8. Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się w Politechnice Częstochowskiej (nie dotyczy praktyk oraz zajęć z wychowania fizycznego)

L.p.	Sposób weryfikacji i oceny efektów uczenia się	Opis
1.	<b>Egzamin pisemny</b>	Egzamin pisemny może przyjąć formę odpowiedzi na pytania lub testy typu jedno lub wielokrotnego wyboru (MCQ – Multiple Choice Questions), wielokrotnej odpowiedzi (MRQ – Multiple Response Questions), dopasowanie odpowiedzi, wyboru TAK/NIE.
2.	<b>Egzamin ustny</b>	Egzamin ustny ma na celu weryfikację wiedzy, poziomu zrozumienia oraz umiejętności dokonania analizy, syntezy i rozwiązania problemu.
3.	<b>Kolokwium</b>	Kolokwium może przyjąć formę kartkówki, pisemnej formy odpowiedzi na pytania lub rozwiązania problemu (zadania).
4.	<b>Test</b>	Test może przyjąć formę: jedno lub wielokrotnego wyboru (MCQ – Multiple Choice Questions), wielokrotnej odpowiedzi (MRQ – Multiple Response Questions), dopasowanie odpowiedzi, wyboru TAK/NIE.
5.	<b>Odpowiedź ustna</b>	Odpowiedź ustna ma na celu weryfikację wiedzy, poziomu zrozumienia oraz umiejętności dokonania analizy, syntezy i rozwiązania problemu.
6.	<b>Wykonanie ćwiczenia laboratoryjnego</b>	Wykonanie ćwiczenia laboratoryjnego polega na zrealizowaniu założeń ćwiczenia laboratoryjnego oraz rozwiązywaniu przez studentów wskazanych problemów w oparciu o posiadaną wiedzę.
7.	<b>Sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych</b>	Sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych może przyjąć formę papierową lub elektroniczną w postaci raportu, zestawienia lub opisu, który będzie zawierać cel, przebieg wykonywanego ćwiczenia oraz wnioski.
8.	<b>Wykonanie projektu</b>	Wykonanie projektu polega na zrealizowaniu założeń projektu oraz rozwiązywaniu przez studentów wskazanych problemów w oparciu o posiadaną wiedzę.
9.	<b>Przygotowanie prezentacji, sprawozdania lub referatu</b>	Przygotowanie prezentacji multimedialnej może być realizowane indywidualnie lub zespołowo. Przygotowanie sprawozdania lub referatu może przyjąć formę papierową lub elektroniczną w postaci raportu, zestawienia lub opisu, który będzie zawierać cel, przebieg oraz wnioski.

10.	<b>Udział w dyskusji (aktywność na zajęciach)</b>	Udział w dyskusji (aktywność na zajęciach), podczas której ocenie podlega przygotowanie studenta do zajęć, podjęcie dyskusji, udział w dyskusji, odpowiedź na pytania prowadzącego, zaangażowanie w dyskusję, umiejętność podsumowania dyskusji i wyciągnięcia wniosków. Dyskusja może przyjąć charakter panelu (dyskusji obserwowanej), wywiadu, dialogu, okrągłego stołu lub dyskusji typu seminaryjnego.
11.	<b>Prace przejściowe</b>	Prace przejściowe to pisemne opracowania, które mają na celu szczegółowe opisanie oraz analizę rozwiązywanego problemu lub omawianego zagadnienia. Prace przejściowe powinny zawierać stronę tytułową z tematem, spis treści, wstęp, zawierający krótkie omówienie tematyki, celu oraz zakresu pracy, merytoryczna treść pracy, zgodna z jej zakresem i tematem, wnioski wraz z oceną rozwiązywanego problemu, spis wykorzystanej literatury źródłowej, załączniki: tabele, rysunki, itp.
12.	<b>Praca dyplomowa</b>	Praca dyplomowa jest samodzielnym opracowaniem określonego zagadnienia, prezentującym wiedzę i umiejętności studenta integralne z danym kierunkiem studiów, poziomem i profilem oraz potwierdzającym umiejętności samodzielnego analizowania i wnioskowania. Forma jest szczegółowo opisana w rozdziale VI Regulaminu studiów Politechniki Częstochowskiej.
13.	<b>Projekt inżynierski</b>	Zrealizowanie i udokumentowanie działań o charakterze projektowym. Wykonanie zadania konstrukcyjnego, projektowego, informatycznego lub pomiarowego.
14.	<b>Egzamin dyplomowy</b>	Egzamin dyplomowy – zgodnie z zapisami zawartymi w rozdziale VII i VIII Regulaminu studiów Politechniki Częstochowskiej.

#### 9. Warunki ukończenia studiów.

Warunkiem ukończenia studiów i uzyskania dyplomu ukończenia studiów jest:

- 1) uzyskanie efektów uczenia się określonych w programie studiów;
- 2) złożenie egzaminu dyplomowego;
- 3) pozytywna ocena pracy dyplomowej.

10. Zajęcia lub grupy zajęć, niezależnie od formy ich prowadzenia, wraz z przypisaniem do nich efektów uczenia się i treści programowych zapewniających uzyskanie tych efektów oraz sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w trakcie całego cyklu kształcenia.

**Zajęcia lub grupy zajęć przypisane do danego etapu studiów w trakcie całego cyklu kształcenia**

**Rok studiów:** pierwszy

**Semestr:** pierwszy

**Łączna liczba punktów ECTS** (w semestrze): 30

**Łączna liczba godzin zajęć** (w semestrze): 394

\*NrP – numer identyfikacyjny zajęć lub grupy zajęć (format dowolny)

*NrP	Nazwa zajęć lub grupy zajęć	Forma zajęć – liczba godzin										Razem (liczba godzin zajęć)	Razem (punkty ECTS)
		Wykład	Ćwiczenia	Konwersatorium	Projekt	Seminarium	Laboratorium	Warsztaty	Zajęcia terenowe	Praktyka zawodowa	Inna		
	Szkolenie dotyczące bezpiecznych i higienicznych warunków kształcenia	4										4	0
1	<b>Treści programowe</b>	Informacje ogólne. Podstawowe pojęcia i przepisy prawne w dziedzinie BHP. Zagrożenia wypadkowe i zagrożenia dla zdrowia mogące wystąpić w środowisku Uczelni. Czynniki niebezpieczne, szkodliwe i uciążliwe. Sposób postępowania w razie wypadku. Postępowanie powypadkowe. Protokół ustalenia okoliczności i przyczyn wypadku. Profilaktyczna opieka lekarska i zasady jej sprawowania w stosunku do osób podlegających kształceniu. Udzielanie pierwszej pomocy w razie wypadku i postępowanie powypadkowe. Ochrona przeciwpożarowa. Przyczyny powstawania pożarów. Wyposażenie budynków w instalacje alarmowe, gaśnicze i systemy wentylacyjne. Oznaczanie dróg ewakuacyjnych. Postępowanie w razie pożaru.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W10, K_K01											

	Wychowanie fizyczne		30									30	0
2	<b>Treści programowe</b>	Celem przedmiotu jest kształtowanie i doskonalenie wszechstronnego rozwoju fizycznego oraz postaw prozdrowotnych wśród studentów Politechniki Częstochowskiej. W zakresie sportów zespołowych: zapoznanie się z podstawowymi przepisami z zakresu wybranej dyscypliny sportu, opanowanie podstawowych umiejętności technicznych z zakresu wybranej dyscypliny sportu, współpraca w: parze, grupie, zespole, przestrzeganie zasady fair play. W zakresie sportów indywidualnych: zapoznanie się z teorią z zakresu wybranej dyscypliny, opanowanie podstawowych umiejętności z zakresu techniki wykonywanych ćwiczeń, samokontrola w trakcie wykonywania zadań ruchowych, współpraca w: parach, grupach.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	nie dotyczy											
	Ochrona własności intelektualnej	15										15	1
3	<b>Treści programowe</b>	Własność intelektualna i przemysłowa. Prawa autorskie i prawa pokrewne. Przedmiot prawa autorskiego w działalności wyższych uczelni – prace dyplomowe, referaty, opracowania naukowe, bazy danych, plagiat. Podstawy prawne ochrony własności przemysłowej. Regulacje patentowe. Wzory przemysłowe, towarowe i użytkowe. Topografia układów scalonych i oznaczenia geograficzne. Transfer technologii. Domeny internetowe. Postępowania sporne. Wyłączenia w kontekście osób z niepełnosprawnościami.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W10, K_K01											
	Matematyka ogólna	30E	30									60	5
4	<b>Treści programowe</b>	Liczby zespolone – podstawowe definicje, postać algebraiczna, trygonometryczna i wykładnicza. Macierze i wyznaczniki – podstawowe określenia, działania na macierzach i ich własności, obliczanie wyznaczników i ich własności, macierz odwrotna, rozwiązywanie równań macierzowych. Układy równań liniowych – podstawowe definicje, układy Cramera, metoda eliminacji Gaussa-Jordana. Zastosowania liczb zespolonych, macierzy, układów równań liniowych w zagadnieniach spotykanych w praktyce inżynierskiej. Wyrażenia i równania algebraiczne. Wyrażenia zawierające potęgi, pierwiastki i logarytmy.											

		Wyrażenia wymierne i ich rozkład na ułamki proste. Funkcje rzeczywiste jednej zmiennej rzeczywistej, ich własności i wykresy. Ciągi liczbowe i ich własności. Granice ciągów liczbowych.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W01, K_U01, K_K04											
5	Inteligentne systemy mechatroniczne i cyber-fizyczne	30					30					60	5
	<b>Treści programowe</b>	Podstawowe pojęcia inteligentnych systemów mechatronicznych i cyber-fizycznych (CPS) oraz ich struktura. Integracja warstw: mechanicznej, elektrycznej, elektronicznej, sterowania i informacyjnej. Sensory i systemy pomiarowe, elementy wykonawcze oraz napędy elektryczne, pneumatyczne i hydrauliczne. Podstawy logiki, układów cyfrowych oraz sterowania i regulacji. Sterowniki PLC jako element systemów CPS – architektura, podstawy programowania i wizualizacji HMI. Zasady komunikacji przemysłowej. Integracja i współpraca komponentów w prostych inteligentnych systemach mechatronicznych i cyber-fizycznych.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W06, K_W08, K_U07, K_K02											
6	Wprowadzenie do robotyki i systemów autonomicznych	30					30					60	5
	<b>Treści programowe</b>	Podstawowe pojęcia robotyki i systemów autonomicznych. Architektura systemów robotycznych jako układów integrujących percepcję, przetwarzanie informacji i realizację ruchu. Stopnie autonomii, różnice między robotem sterowanym, automatycznym i autonomicznym. Percepcja otoczenia z wykorzystaniem czujników i systemów wizyjnych, lokalizacja i mapowanie środowiska. Układy wykonawcze oraz podstawy sterowania w robotach. Komunikacja w systemach robotycznych. Roboty mobilne i antropomorficzne jako przykłady systemów autonomicznych. Integracja podsystemów robota oraz jego interakcja z otoczeniem i człowiekiem, z uwzględnieniem podstaw bezpieczeństwa.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W08, K_U08, K_K02, K_K04											

	Grafika inżynierska	15			45						60	5
7	<b>Treści programowe</b>	Zasady rzutowania Monge'a. Podstawy rzutowania prostokątnego pierwszego kąta. Rzutowanie na 2, 3 i 6 rzutni. Aksonometria – izometria, dimetrie. Perspektywa. Podstawy rysunku technicznego – normalizacja, arkusze, pismo, tabliczki, rodzaje linii, podziałki. Widoki i przekroje brył płasko ściennych i obrotowych. Rzuty pomocnicze. Wyznaczanie zarysów, przekrojów i kładów. Wymiarowanie elementów maszynowych. Tolerancje, chropowatość, pasowania, odchyłki kształtu i położenia. Uproszczenia w rysowaniu połączeń kształtowych, spawanych, lutowanych, klejonych, kół zębatych, łożysk. Schematy kinematyczne, elektryczne, hydrauliczne. Krzywe stożkowe – elipsa, hiperbola, parabola. Przekroje ostrosłupów, rozwinięcia powierzchni. Kład trapezowy, kład podwójny. AutoCAD – interfejs, narzędzia, warstwy, współrzędne, edycja, optymalizacja rysowania, rysunki prototypowe i wykonawcze.										
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W05, K_U05, K_K01										
	Materiały inżynierskie	30					30				60	5
8	<b>Treści programowe</b>	Uzyskanie podstawowej wiedzy o budowie, zjawiskach fizykochemicznych wpływających na własności podstawowych materiałów inżynierskich i sposobach ich wytwarzania. Nabycie wiedzy z zakresu zastosowania, warunków eksploatacji, kontroli jakości nowoczesnych materiałów inżynierskich. Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu klasyfikacji materiałów inżynierskich i ich doboru. Nabycie wiedzy z zakresu prowadzenia badań właściwości fizycznych i mechanicznych, nabycie umiejętności obliczeń i przekształceń podstawowych wielkości fizycznych i ich jednostek dla materiałów inżynierskich.										
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W03, K_U03										

9	Technologie wytwarzania w nowoczesnych systemach produkcyjnych I	15					30					45	4
	<b>Treści programowe</b>	<p>Klasyfikacja procesów obróbki plastycznej. Podstawy obróbki plastycznej – mechanizm odkształceń plastycznych, wpływ procesu na własności wyrobów kształtowanych plastycznie. Metody kształtowania plastycznego wyrobów z blach. Procesy kształtowania plastycznego brył. Specjalne metody obróbki plastycznej. Obróbka skrawaniem – charakterystyka i klasyfikacja procesów. Technologia toczenia, technologia frezowania – charakterystyka, rodzaje i metody. Kinematyka procesu, parametry. Technologia obróbki otworów – wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie. Kinematyka procesów, parametry. Technologia szlifowania metali – charakterystyka procesu. Technologia szlifowania metali – charakterystyka procesu. Materiały ściernie – charakterystyka.</p>											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W04, K_U04, K_K03											

**Zajęcia lub grupy zajęć przypisane do danego etapu studiów w trakcie całego cyklu kształcenia**

**Rok studiów:** pierwszy

**Semestr:** drugi

**Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze):** 30

**Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze):** 420

\*NrP – numer identyfikacyjny zajęć lub grupy zajęć (format dowolny)

*NrP	Nazwa zajęć lub grupy zajęć	Forma zajęć – liczba godzin										Razem (liczba godzin zajęć)	Razem (punkty ECTS)
		Wykład	Ćwiczenia	Konwersatorium	Projekt	Seminarium	Laboratorium	Warsztaty	Zajęcia terenowe	Praktyka zawodowa	Inna		
	Wychowanie fizyczne		30									30	0
10	<b>Treści programowe</b>	Celem przedmiotu jest kształtowanie i doskonalenie wszechstronnego rozwoju fizycznego oraz postaw prozdrowotnych wśród studentów Politechniki Częstochowskiej. W zakresie sportów zespołowych: zapoznanie się z podstawowymi przepisami z zakresu wybranej dyscypliny sportu, opanowanie podstawowych umiejętności technicznych z zakresu wybranej dyscypliny sportu, współpraca w: parze, grupie, zespole, przestrzeganie zasady fair play. W zakresie sportów indywidualnych: zapoznanie się z teorią z zakresu wybranej dyscypliny, opanowanie podstawowych umiejętności z zakresu techniki wykonywanych ćwiczeń, samokontrola w trakcie wykonywania zadań ruchowych, współpraca w: parach, grupach.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	nie dotyczy											
	Matematyka inżynierska I	30E	30									60	6
11	<b>Treści programowe</b>	Granice i ciągłość funkcji rzeczywistych jednej zmiennej rzeczywistej. Rachunek różniczkowy funkcji rzeczywistych jednej zmiennej rzeczywistej wraz z zastosowaniami. Rachunek całkowy funkcji rzeczywistych jednej zmiennej rzeczywistej wraz z zastosowaniami.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W01, K_U01, K_K02, K_K04											

12	Programowanie wysokopoziomowe systemów mechatronicznych	15					30					45	3
	<b>Treści programowe</b>	Wprowadzenie do podstaw programowania w języku wysokiego poziomu. Historia i obszary zastosowań języków programowania. Struktura programu oraz etapy jego tworzenia, kompilacja i uruchamianie. Zmienne, typy danych, operatory oraz instrukcje wejścia–wyjścia. Kontrola przepływu programu – instrukcje warunkowe, pętle i funkcje. Tablice jednowymiarowe i wielowymiarowe oraz podstawowe algorytmy przetwarzania i sortowania danych. Struktury danych złożone, wskaźniki oraz dynamiczne struktury danych. Podstawy zarządzania pamięcią. Obsługa plików – zapis i odczyt danych. Projektowanie i implementacja prostych algorytmów oraz tworzenie aplikacji konsolowych do rozwiązywania podstawowych problemów inżynierskich.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W09, K_U09, K_K03											
13	Sieci i protokoły komunikacyjne w robotyce i systemach autonomicznych	30					30					60	5
	<b>Treści programowe</b>	Model ISO/OSI jako podstawa budowy protokołów komunikacyjnych. Sieci komputerowe – architektura, topologie oraz rodziny protokołów sieciowych. Media transmisyjne i urządzenia sieciowe. Protokół TCP/IP oraz zasady adresacji. Zasady działania sieci Internet. Protokoły routingu w sieciach komputerowych: RIP, EIGRP, OSPF, BGP. Technologie sieciowe w systemach komunikacyjnych. Podstawy bezpieczeństwa sieci komputerowych.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W09, K_U09											
14	Aplikacje inżynierskie	30					30					60	5
	<b>Treści programowe</b>	Istota informatyki – podstawowe pojęcia i cyfrowe reprezentacje danych. Architektura systemów komputerowych. Systemy operacyjne – budowa, zadania oraz interfejsy użytkownika. Administracja systemami Windows i Linux, w tym elementy programowania w powłoce systemowej. Systemy czasu											

		rzeczywistego i ich zastosowanie w inżynierii. Aplikacje wspomagające pracę inżynierską – edytory tekstów, arkusze kalkulacyjne oraz narzędzia graficzne. Metody wyszukiwania i przetwarzania informacji. Podstawy bezpieczeństwa systemów komputerowych.												
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W09, K_U09												
	Rysunek techniczny					30							30	2
15	<b>Treści programowe</b>	Modelowanie części maszyn w AutoCAD. Sporządzanie dokumentacji technicznej. Zaawansowane polecenia edycyjne i metody optymalizacji rysowania. Drukowanie rysunków. Analiza kształtu obiektów na podstawie rzutów głównych. Rysunki aksonometryczne. Struktura geometryczna powierzchni – chropowatość, rodzaje obróbki i oznaczenia. Tolerancje wymiarowe, pasowania, odchyłki kształtu i położenia. Rysowanie połączeń gwintowych. Rysunki złożeniowe i wykonawcze. Odczytywanie dokumentacji technicznej – analiza funkcji i połączeń elementów zespołu mechanicznego. Wykonanie rysunków części na podstawie rysunku złożeniowego. Rysunki 2D i 3D. Schematy kinematyczne napędów mechanicznych – identyfikacja składowych elementów. Modelowanie części maszyn w oprogramowaniu inżynierskim 3D. Wykonywanie rysunków zespołów części.												
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W05, K_U05												
	Komputerowe wspomaganie projektowania (CAD)							30					30	2
16	<b>Treści programowe</b>	Interfejs i środowisko programu Inventor. Szkice – podstawy tworzenia, szkice: linie konstrukcyjne, więzy, parametryzacja, operacje edycyjne. Kształtowanie części – wyciąganie, obrót. Kształtowanie części – podstawowe polecenia edycji części. Kształtowanie części – wyciąganie złożone. Kształtowanie części – przeciąganie, otwory, zwoje. Kształtowanie części – zaawansowane sposoby edycji. Kształtowanie części – szyk, zaokrąglenia, szkice 3D. Zespoły proste. Zespoły złożone – wiązania w zespołach. Wykorzystanie bibliotek części znormalizowanych. Połączenia śrubowe. Edycja zespołów, kopiowanie elementów, szyk, lustro.												
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W05, K_U05												

	Elektrotechnika i elektronika	30					30					60	4
17	<b>Treści programowe</b>	<p>Pojęcia podstawowe obwodów elektrycznych. Podstawowe prawa obwodów elektrycznych prądu stałego. Podzespoły biernie i ich łączenie. Moc i energia prądu stałego. Źródła napięcia i prądu stałego. Metody rozwiązywania obwodów prądu stałego. Analiza stanów przejściowych w obwodach prądu stałego. Obwody prądu przemiennego. Metody analizy obwodów w stanie ustalonym przy wymuszeniu sinusoidalnym. Moc i energia w obwodach RLC przy przebiegach sinusoidalnych. Kompensacja mocy biernej. Obwody ze sprzężeniami magnetycznymi. Źródła napięcia i prądu przemiennego. Układy prądu przemiennego trójfazowego. Transformatory jedno- i trójfazowe. Transformatory mocy. Łączenie transformatorów energetycznych. Projekt transformatora małej mocy. Właściwości półprzewodników, złącze p-n, diody. Wzmacniacze - podstawowe pojęcia. Właściwości statyczne i dynamiczne wzmacniaczy. Tranzystory mocy. Przykłady układów elektronicznych i elementy półprzewodnikowe w energetyce.</p>											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W07, K_U07											

18	Metrologia techniczna	15					30					45	3
	<b>Treści programowe</b>	<p>Układ tolerancji i pasowań ISO. Wymiarowanie i tolerowanie wektorowe. Łańcuchy wymiarowe. Niepewność pomiaru i sterowanie statystyczne procesem produkcji. Wzorce długości i kąta. Pomiarów wałków, otworów, wymiarów mieszanych i pośrednich. Pomiarów kątów i stożków. Pomiarów wymiarów liniowych – charakterystyka wymiarów, obliczanie odchyłek granicznych, tolerancji i wymiarów granicznych, dobór przyrządów suwmiarkowych, pomiary wymiarów liniowych. Pomiarów gwintów. Pomiarów kół zębatych. Podstawy pomiarów na współrzędnościowej maszynie pomiarowej.</p>											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W01, K_U06											
19	Technologie wytwarzania w nowoczesnych systemach produkcyjnych II	30					30					60	5
	<b>Treści programowe</b>	<p>Podstawy technologii przetwórstwa tworzyw polimerowych oraz metod spajania materiałów konstrukcyjnych. Charakterystyka wybranych procesów przetwórstwa tworzyw sztucznych: wytłaczania, wtryskiwania, termoformowania i innych, budowa i zasada działania maszyn przetwórczych oraz wpływ parametrów technologicznych na przebieg procesu i właściwości wyrobów. Podstawy technologii spawania, zgrzewania i lutowania metali, nowoczesne metody spajania oraz termiczne metody cięcia i regeneracji części maszyn. Zastosowanie zautomatyzowanych stanowisk i robotów przemysłowych w nowoczesnych systemach produkcyjnych.</p>											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W04, K_U04											

## Zajęcia lub grupy zajęć przypisane do danego etapu studiów w trakcie całego cyklu kształcenia

Rok studiów: drugi

Semestr: trzeci

Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze): 30

Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): 405

\*NrP – numer identyfikacyjny zajęć lub grupy zajęć (format dowolny)

*NrP	Nazwa zajęć lub grupy zajęć	Forma zajęć – liczba godzin									Razem (liczba godzin zajęć)	Razem (punkty ECTS)	
		Wykład	Ćwiczenia	Konwersatorium	Projekt	Seminarium	Laboratorium	Warsztaty	Zajęcia terenowe	Praktyka zawodowa			Inna
	Język obcy		30									30	2
20	<b>Treści programowe</b>	Ćwiczenie i rozwijanie podstawowych sprawności językowych – rozumienia, mówienia, czytania i pisania. Ćwiczenia komunikacyjne i leksykalne. Ćwiczenia kompetencji zawodowych. Język specjalistyczny w miejscu pracy. Korespondencja służbowa. Konstrukcje językowe w użyciu praktycznym. Zastosowanie słownictwa ogólnotechnicznego i specjalistycznego. Praca z tekstem specjalistycznym. Praca z materiałem audiowizualnym.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W10, K_U10, K_K02											
	Matematyka inżynierska II	30					45					75	5
21	<b>Treści programowe</b>	Funkcje rzeczywiste wielu – dwóch, trzech – zmiennych rzeczywistych. Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych wraz z zastosowaniami. Rachunek całkowy funkcji wielu zmiennych wraz z zastosowaniami. Równania różniczkowe zwyczajne i ich zastosowania w naukach technicznych. Równania różniczkowe cząstkowe i ich zastosowania w praktyce inżynierskiej.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W01, K_U01, K_K03											

	Mechanika	30E	30								60	5
22	<b>Treści programowe</b>	<p>Wiadomości wstępne o mechanice. Podstawowe wiadomości z rachunku wektorowego. Więzy i reakcje więzów. Siła jako wektor liniowy. Moment siły względem punktu i prostej. Redukcja ogólnego przestrzennego układu sił. Analityczne warunki równowagi dowolnego przestrzennego układu sił. Wyznaczanie sił w prętach kratownicy metodą analitycznego równoważenia węzłów. Wyznaczanie reakcji w układach płaskich, zbieżnych, dowolnych i złożonych. Równowaga sił z uwzględnieniem sił tarcia. Przestrzenny układ sił równoległych. Metody wyznaczania środków ciężkości linii, figur płaskich i brył. Kinematyka punktu materialnego. Opis matematyczny ruchu punktu. Tor, prędkość i przyspieszenie punktu. Ruch złożony punktu. Dynamika punktu materialnego. Równania różniczkowe ruchu punktu materialnego. Zasada d'Alemberta. Całkowanie równań różniczkowych ruchu punktu materialnego. Pęd i kręt punktu materialnego. Zasady zachowania pędu i krętu. Praca i moc. Energia potencjalna i kinetyczna punktu. Prawa równości energii kinetycznej i pracy oraz zachowania energii mechanicznej.</p>										
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W02, K_U01										
	Komputerowo wspomagane modelowanie zjawisk fizycznych	30					30				60	4
23	<b>Treści programowe</b>	<p>Skalary, wektory i tensory w fizyce. Podstawowe prawa zachowania. Numeryczne wyznaczanie pochodnych i całek. Rozwiązywanie równań różniczkowych w układach fizycznych. Względność ruchu. Układy inercjalne i nieinercjalne. Kinematyka i dynamika punktu materialnego. Oddziaływanie grawitacyjne. Pole grawitacyjne. Wybrane zagadnienia z ruchu drgającego i falowego. Fale mechaniczne i elektromagnetyczne. Analiza spektralna fal mechanicznych. Zjawisko rezonansu. Elementy termodynamiki. Elementy chaosu deterministycznego. Rozwiązywanie nieliniowych układów równań różniczkowych. Dynamika populacji.</p>										
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W01, K_U02, K_K02										

	Teoria maszyn i mechanizmów	15					30					45	4
24	<b>Treści programowe</b>	<p>Pojęcia Teorii Maszyn i Mechanizmów w zakresie analizy i syntezy mechanizmów. Rodzaje mechanizmów i ich zastosowania. Obliczanie ruchliwości złożonych mechanizmów, równania strukturalne. Metody analityczne i numeryczne w analizie kinematycznej i dynamicznej – wyznaczanie położenia, prędkości i przyspieszeń par kinematycznych i członów mechanizmów. Konstrukcja i obliczenia wybranych chwytaków. Analiza kinematyczna złożonego czworoboku przegubowego. Krzywe łącznikowe. Mechanizmy korbowo-jarzmowe – konstrukcja i zastosowanie. Mechanizmy manipulatorów – rodzaje i analiza. Dynamika mechanizmów i maszyn. Siły i redukcja sił w mechanizmach. Kineostatyka mechanizmów. Modelowanie i analiza wybranych układów rzeczywistych. Zasady wyrównowywania członów mechanizmów.</p>											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W02, K_U01											
	Modelowanie i symulacja systemów autonomicznych i cyber-fizycznych						45					45	3
25	<b>Treści programowe</b>	<p>Podstawy modelowania matematycznego i symulacji dynamicznej systemów autonomicznych i cyber-fizycznych. Modelowanie kinematyczne i dynamiczne obiektów ruchomych, napędów oraz elementów wykonawczych. Podstawowe struktury układów sterowania, regulatory klasyczne, analiza stabilności i jakości sterowania. Modelowanie czujników oraz estymacja stanu systemu. Planowanie ruchu i generacja trajektorii. Integracja modeli obiektu, sensorów i algorytmów sterowania w spójny model systemu autonomicznego. Symulacja zachowania systemów w różnych scenariuszach pracy i warunkach zakłóceń oraz analiza i interpretacja wyników w środowisku MATLAB/Simulink.</p>											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W06, K_U01, K_U02											
26	Technologia Digital Twin w systemach autonomicznych i mechatronicznych						45					45	3

	<b>Treści programowe</b>	Koncepcja i architektura technologii Digital Twin oraz jej zastosowania w systemach autonomicznych i mechatronicznych. Integracja modelu wirtualnego z obiektem fizycznym, akwizycja i wstępne przetwarzanie danych pomiarowych oraz synchronizacja modelu z danymi w czasie quasi-rzeczywistym. Komunikacja i wymiana informacji pomiędzy obiektem fizycznym a modelem cyfrowym, struktura informacji i reprezentacja stanu systemu. Wizualizacja stanu oraz parametrów pracy systemu. Analiza danych i podstawy diagnostyki z wykorzystaniem Digital Twin, kalibracja i aktualizacja parametrów modelu na podstawie danych eksploatacyjnych. Symulacja scenariuszy pracy i analizy typu „co-jeśli”, monitorowanie stanu technicznego oraz ocena niezawodności. Aspekty bezpieczeństwa w systemach Digital Twin. Realizacja projektu zaliczeniowego obejmującego przygotowanie i testy cyfrowego bliźniaka w wybranych scenariuszach pracy oraz opracowanie i prezentację wyników.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W06, K_U02											
27	Modelowanie geometryczne i strukturalne	15					30					45	3
	<b>Treści programowe</b>	Charakterystyka podstawowych zagadnień związanych z modelowaniem geometrycznym i strukturalnym. Tworzenie modeli bryłowych i złożeń w programie SolidWorks. Więzy geometryczne i wymiarowe. Parametryzacja i konfiguracja modeli. Diagnoza problemów, edycja, analiza i naprawianie modeli. Analiza złożeń. Dokumentacja projektowa 2D.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W05, K_U05											
28	Metrologia i systemy pomiarowe	15					30					45	4
	<b>Treści programowe</b>	Miernictwo i systemy pomiarowe. Pomiary, jednostki miar, rodzaje metod pomiarowych. Metody opracowywania wyników pomiarów – szacowanie niepewności i wyznaczanie błędów pomiarowych. Pomiary bezpośrednie i pośrednie. Wykorzystanie oscyloskopu w miernictwie. Własności statyczne i dynamiczne przetworników pomiarowych. Akwizycja danych i ich statystyczne opracowanie.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W01, K_U06											

**Zajęcia lub grupy zajęć przypisane do danego etapu studiów w trakcie całego cyklu kształcenia**

**Rok studiów:** drugi

**Semestr:** czwarty

**Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze):** 30

**Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze):** 570

\*NrP – numer identyfikacyjny zajęć lub grupy zajęć (format dowolny)

*NrP	Nazwa zajęć lub grupy zajęć	Forma zajęć – liczba godzin										Razem (liczba godzin zajęć)	Razem (punkty ECTS)
		Wykład	Ćwiczenia	Konwersatorium	Projekt	Seminarium	Laboratorium	Warsztaty	Zajęcia terenowe	Praktyka zawodowa	Inna		
	Język obcy		30									30	2
29	<b>Treści programowe</b>	Ćwiczenie i rozwijanie podstawowych sprawności językowych – rozumienia, mówienia, czytania i pisania. Ćwiczenia komunikacyjne i leksykalne. Ćwiczenia kompetencji zawodowych. Język specjalistyczny w miejscu pracy. Korespondencja służbowa. Konstrukcje językowe w użyciu praktycznym. Zastosowanie słownictwa ogólnotechnicznego i specjalistycznego. Praca z tekstem specjalistycznym. Praca z materiałem audiowizualnym.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W10, K_U10, K_K02											
	Mechanika płynów	15					15					30	2
30	<b>Treści programowe</b>	Podstawowe pojęcia mechaniki płynów. Podstawowe własności fizyczne płynów. Oddziaływanie sił normalnych i stycznych na element płynu. Równanie równowagi dla nieruchomego płynu w polu sił grawitacyjnych. Równowaga cieczy w naczyniach połączonych. Manometry cieczowe. Ciśnienie atmosferyczne. Poziom odniesienia przy pomiarze ciśnienia. Prawo Pascala. Napór hydrostatyczny na powierzchnie płaskie poziome i na powierzchnie o dowolnym kształcie. Równowaga ciał pływających. Kinematyka przepływów. Równanie Bernoulliego dla ruchu ustalonego płynu idealnego. Pomiar prędkości przepływu – sondy ciśnieniowe. Reakcja hydrodynamiczna.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W02, K_U02											

31	Programowanie sterowników PLC w inteligentnych systemach produkcyjnych	15					30					45	2
	<b>Treści programowe</b>	<p>Podstawy techniki cyfrowej oraz sterowania procesami wytwarzania. Zastosowanie sterowników PLC w automatyzacji produkcji, historia i rodzaje sterowników oraz zalety ich stosowania w układach regulacji i sterowania. Przegląd języków programowania PLC oraz środowisk do konfiguracji i programowania sterowników. Analiza schematów elektrycznych i wytycznych dla obiektów sterowanych za pomocą PLC. Czujniki elektryczne i elektroniczne do pomiaru położenia, przemieszczenia, odległości, temperatury i ciśnienia. Struktura programu w języku drabinkowym oraz podstawowe instrukcje. Budowa i funkcje urządzeń sterownika PLC. Interfejsy człowiek–maszyna i podstawy wizualizacji procesów. Realizacja operacji arytmetycznych i testowanie programów w środowisku sterownika.</p>											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W07, K_U07, K_K01											
32	Systemy wbudowane w układach sterowania	30					30					60	4
	<b>Treści programowe</b>	<p>Architektura i elementy składowe typowego systemu mikroprocesorowego. Definicja systemów czasu rzeczywistego. Modele projektowania oprogramowania dla systemów wbudowanych. Arytmetyka komputerów. Podstawowe operacje arytmetyczne, bitowe i logiczne w języku C. Wybrane zagadnienia programowania systemów wbudowanych w języku C. Kontroler portów GPIO – podstawowe właściwości i metody programowania. Jednostka czasowo-licznikowa i przerwania w systemie komputerowym. Zagadnienia przetwarzania analogowo-cyfrowego. Modulacja szerokości impulsów. Magistrale szeregowo – UART, I2C, SPI. Komunikacja w sieciach CAN. Ethernet czasu rzeczywistego. Model oprogramowania bazujący na wielozadaniowości dostarczanej przez RTOS/RTX.</p>											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W07, K_W09, K_U09											

	Wytrzymałość materiałów	30E	30				15				75	5
33	<b>Treści programowe</b>	<p>Cel i zakres wytrzymałości materiałów. Modele konstrukcji. Charakterystyka obciążeń mechanicznych. Siły wewnętrzne. Naprężenia. Związki różniczkowe pomiędzy siłami wewnętrznymi i obciążeniami. Funkcje i wykresy sił wewnętrznych w prętach prostych. Całkowe warunki równowagi. Momenty bezwładności, momenty dewiacji figur płaskich – definicje i pojęcia podstawowe. Twierdzenie Steinera, osie główne oraz główne momenty bezwładności. Analiza płaskiego stanu naprężenia. Przemieszczenia i odkształcenia ciała. Związki fizyczne, uogólnione prawo Hooke'a. Naprężenia w pryzmatycznych prętach prostych. Naprężenia normalne od obciążeń mechanicznych. Skręcanie prętów o przekroju kołowym. Naprężenia styczne przy zginaniu. Wzór Żurawskiego. Wytężenie materiału. Elementy wytrzymałości złożonej pręta. Przemieszczenia prętów. Warunki brzegowe. Metoda parametrów początkowych – metoda Clebscha. Układy statycznie niewyznaczalne – zastosowanie metody Clebscha.</p>										
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W02, K_W03, K_U01, K_U03										
	Automatyka	15	15				15				45	2
34	<b>Treści programowe</b>	<p>Metody opisu własności dynamicznych podstawowych elementów automatyki. Wyznaczanie odpowiedzi układów automatyki na sygnał wejściowy. Wyznaczanie charakterystyk skokowych i częstotliwościowych. Algorytmy regulatorów prostych i złożonych. Zasady doboru nastaw regulatora oraz ich wpływ na przebieg sygnału regulowanego. Określanie stabilności układu regulacji z wykorzystaniem różnych kryteriów stabilności. Uchyb regulacji i czas regulacji. Analiza układu regulacji automatycznej.</p>										
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W07, K_U07, K_K03										

	Uczenie maszynowe w inteligentnych systemach autonomicznych	15					45					60	3
35	<b>Treści programowe</b>	Wprowadzenie do uczenia maszynowego. Definicja uczenia maszynowego oraz główne typy. Podstawy teoretyczne i praktyczne uczenia maszynowego. Metody uczenia nadzorowanego – regresja i klasyfikacja oraz wybrane algorytmy uczenia nadzorowanego. Uczenie nienadzorowane – klasteryzacja i redukcja wymiarowości oraz algorytmy uczenia nienadzorowanego. Uczenie przez wzmacnianie – podstawowe pojęcia i algorytmy. Podstawy sieci neuronowych – budowa i zasada działania, funkcje aktywacji oraz proces uczenia. Uczenie głębokie – architektura głębokich sieci neuronowych oraz wybrane modele (CNN,RNN,PINN). Zastosowanie uczenia maszynowego w systemach mechatronicznych, robotycznych i autonomicznych.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W09, K_U09, K_K03											
	Zintegrowane systemy CAE						30					30	2
36	<b>Treści programowe</b>	Zapoznanie z podstawowymi funkcjami programu CATIA – interfejs, drzewo strukturalne modelu, poruszanie się w przestrzeni modelu. Tworzenie, edycja i operacje na profilach 2D. Nakładanie więzów geometrycznych i wymiarowych, parametryzacja profili. Powiązanie profili z geometrią 3D. Zarządzanie drzewem topologicznym i układami współrzędnych w modelowaniu 3D. Utworzenie przykładowego modelu krawędziowego. Wykorzystanie elementów referencyjnych i podstawowych poleceń modelowania bryłowego – bryły pryzmatyczne, obrotowe, otwory, żebra. Edycja, modyfikacja i transformacja brył – pochYLENIA, zaokrąGLENIA, fazowania, gwintowanie, translacja, rotacja, symetria, lustro, szyk. Operacje boolowskie na bryłach. Budowa sparametryzowanego modelu bryłowego. Tworzenie, pozycjonowanie i transformowanie komponentów. Analiza złożeń – kolizje, pomiar, właściwości mechaniczne, analiza więzów. Utworzenie zespołu elementów.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W05, K_U05											

	Podstawy GD&T i GPS w nowoczesnej inżynierii	15			30						45	2	
37	<b>Treści programowe</b>	Koncepcja specyfikacji geometrii wyrobów. Model geometryczny. Tolerowanie ogólne. Układ tolerancji i pasowań ISO. Klasyfikacja i symbole cech tolerancji geometrycznej. Ramka tolerancji. Bazy – ich rodzaje i układy baz. Tolerancja kształtu, kierunku, położenia i bicia. Reguły, wymagania i zasady wymiarowania geometrycznego. Struktura geometryczna powierzchni. Interpretacja tolerancji geometrycznych. Założenia i wytyczne do projektu konstrukcji urządzenia lub zespołu mechanicznego z wykorzystaniem technik komputerowych oraz opracowaniem dokumentacji konstrukcyjnej. Wizualizacja zaprojektowanego urządzenia lub zespołu mechanicznego, przedstawienie dokumentacji konstrukcyjnej, omówienie raportu lub prezentacji projektu.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W05, K_U05, K_K02, K_K03											
	Praktyka zawodowa									150		150	6
38	<b>Treści programowe</b>	Zapoznanie z przepisami BHP, ochrony przeciwpożarowej, tajemnicy służbowej, Kodeksem pracy i regulaminami instytucji. Poznanie struktury organizacyjnej, zakresu i rodzaju działalności instytucji. Zapoznanie z systemami informatycznymi, organizacją produkcji oraz procesami technologicznymi i produkcyjnymi. Obsługa techniczna urządzeń i maszyn stosowanych w przedsiębiorstwie. Udział w wybranych zadaniach realizowanych w instytucji. Podsumowanie praktyki zawodowej.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W06, K_W10, K_U01, K_U04, K_U06, K_U07, K_U10, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04											

## Zajęcia lub grupy zajęć przypisane do danego etapu studiów w trakcie całego cyklu kształcenia

Rok studiów: trzeci

Semestr: piąty

Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze): 30 Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): 405

\*NrP – numer identyfikacyjny zajęć lub grupy zajęć (format dowolny)

*NrP	Nazwa zajęć lub grupy zajęć	Forma zajęć – liczba godzin										Razem (liczba godzin zajęć)	Razem (punkty ECTS)
		Wykład	Ćwiczenia	Konwersatorium	Projekt	Seminarium	Laboratorium	Warsztaty	Zajęcia terenowe	Praktyka zawodowa	Inna		
	Język obcy		30									30	2
39	<b>Treści programowe</b>	Ćwiczenie i rozwijanie podstawowych sprawności językowych – rozumienia, mówienia, czytania i pisania. Ćwiczenia komunikacyjne i leksykalne. Ćwiczenia kompetencji zawodowych. Język specjalistyczny w miejscu pracy. Korespondencja służbowa. Konstrukcje językowe w użyciu praktycznym. Zastosowanie słownictwa ogólnotechnicznego i specjalistycznego. Praca z tekstem specjalistycznym. Praca z materiałem audiowizualnym.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W10, K_U10, K_K02											
	Zarządzanie inteligentnymi systemami produkcyjnymi	15	15									30	3
40	<b>Treści programowe</b>	Podstawy organizacji i zarządzania. Kluczowe pojęcia, procesy i narzędzia w zarządzaniu organizacjami. Ewolucja teorii organizacji – szkoły i nurty w nauce zarządzania. Planowanie, podejmowanie decyzji, zarządzanie strategiczne, cykl życia produktu. Struktury organizacyjne i podejście sytuacyjne w projektowaniu organizacji. Zarządzanie zasobami ludzkimi – motywowanie, przywództwo, style zarządzania, zachowania polityczne, dynamika jednostek i grup w miejscu pracy. Kontrola organizacyjna,											

		zarządzanie jakością – TQM, normy ISO. Innowacje, analiza otoczenia konkurencyjnego i przedsiębiorczość w zarządzaniu. Etyczne i społeczne konteksty zarządzania. Narzędzia wspierające planowanie. Podstawy analizy finansowej organizacji.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W10, K_K01, K_K03											
41	Zarządzanie jakością w systemach autonomicznych	15	15									30	3
	<b>Treści programowe</b>	Zarządzanie jakością – rozwój metod i kluczowe koncepcje opracowane przez Deminga, Jurana i Crosby’ego. Kompleksowe zarządzanie jakością (TQM). Standardy zarządzania jakością – normy ISO serii 9000, ich geneza i nowelizacje. Zarządzanie procesowe, analiza kosztów jakości oraz znaczenie jakości w kontekście przedsiębiorczości. Metody rozwiązywania problemów – narzędzia i podejścia. Audyty – etapy, rodzaje, rola auditorów w doskonaleniu organizacji. Certyfikacja jako element zapewnienia zgodności z wymaganiami jakościowymi. Zaawansowane narzędzia doskonalenia jakości – diagramy relacji, pokrewieństwa, macierzowe, drzewa, PDPC, strzałkowe, analiza danych macierzowych.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W10, K_K01, K_K03											
42	Robotyka	15					30					45	3
	<b>Treści programowe</b>	Rys historyczny rozwoju robotyki. Zakres i problematyka badawcza robotyki. Klasyfikacja i struktura robotów. Chwytaiki i narzędzia technologiczne robotów. Kinematyka i dynamika robotów. Planowanie trajektorii manipulatora. Sterowanie PTP, MP i CP. Napędy manipulatorów. Mechanizmy przekazywania ruchu. Czujniki i układy sensoryczne. Programowanie robotów. Języki programowania robotów. Zagadnienia implementacyjne – roboty przemysłowe i mobilne, manipulatory rehabilitacyjne, maszyny kroczące. Sztuczna inteligencja robotów. Zagadnienia mikrorobotyki.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W08, K_U08											

43	Podstawy programowania i budowy maszyn CNC	30E					30					60	5
	<b>Treści programowe</b>	Charakterystyka podstawowych grup obrabiarek CNC. Idea sterowania numerycznego maszyn i urządzeń. Zasady bezpieczeństwa pracy na maszynach numerycznych. Pojęcia podstawowe z zakresu sterowania numerycznego – układy współrzędnych i punkty odniesienia. Podstawowe zagadnienia programowania i obsługi maszyn sterowanych numerycznie. Funkcje pomocnicze i przygotowawcze. Analiza programowania tokarki SN i symulacji jej pracy. Analiza kodu programu zgodnego z ISO. Programowanie w trybie ISO tokarki i frezarki CNC. Programowanie z zastosowaniem ciągów konturowych. Programowanie w trybie ISO tokarki i frezarki CNC ze sterowaniem SIEMENS Sinumerik. Kierunki rozwoju nowoczesnych obrabiarek. Charakterystyka i budowa zespołów funkcjonalnych obrabiarek CNC.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W04, K_U04, K_U07											
44	Podstawy konstrukcji maszyn	30E	30									60	5
	<b>Treści programowe</b>	Zasady projektowania, normalizacja. Wytrzymałość zmęczeniowa, wyboczenie sprężyste, zagadnienia kontaktowe. Połączenia gwintowe – normalizacja gwintów, śruba jako maszyna robocza, zasady obliczania śrub, gwinty napędowe, przekładnie śrubowe. Połączenia kształtowe – rozwiązania konstrukcyjne i zasady obliczania. Połączenia nierozłączne – zasady projektowania i obliczania. Połączenia tarciove – rozwiązania konstrukcyjne i zasady obliczania. Elementy sprężyste – sprężyny metalowe i elastomerowe. Podstawy tribologii – łożyska ślizgowe, rozwiązania konstrukcyjne i zasady obliczania. Łożyskowania toczne – rozwiązania konstrukcyjne, zasady doboru łożysk, smarowanie, uszczelnienia. Wały i osie – zasady projektowania. Sprzęgła mechaniczne i hamulce – rozwiązania konstrukcyjne, zasady projektowania i obliczania. Przekładnie zębate – geometria przekładni walcowych o zębach prostych, korekcja zazębienia, obliczenia wytrzymałościowe. Przekładnie zębate stożkowe i ślimakowe – geometria i obliczenia wytrzymałościowe.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W02, K_W03, K_U01, K_U03											

45	Projektowanie nowoczesnych procesów technologicznych	15				30					45	3
	<b>Treści programowe</b>	<p>Proces technologiczny – podstawowe pojęcia i definicje. Klasyfikacja obiektów produkcyjnych. Podział metod wytwarzania oraz metod i operacji obróbki plastycznej -nowoczesne metody kształtowania plastycznego – kierunki rozwoju. Organizacja procesów wytwarzania metodami obróbki plastycznej. Podział i dobór materiałów do wytwarzania wyrobów metodami obróbki plastycznej. Zagadnienia ekonomiczne w obróbce plastycznej. Wykorzystanie materiału. Zasady technologicznego konstruowania wyrobów otrzymywanych w procesach obróbki plastycznej. Podstawy projektowania procesów tłoczenia i kucia - metody kształtowania, parametry procesu, maszyny i oprzyrządowanie. Operacje pomocnicze w procesach obróbki plastycznej. Przygotowanie materiału, operacje zamykające procesy technologiczne tłoczenia oraz kucia. Komputerowe wspomaganie projektowania i analizy procesów obróbki plastycznej. Dokumentacja techniczna i technologiczna procesów wytwarzania. Mechanizacja, automatyzacja i robotyzacja procesów obróbki plastycznej. Zagadnienia BHP w procesach obróbki plastycznej.</p>										
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W04, K_U04, K_K02										
46	Komputerowe wspomaganie obliczeń inżynierskich				15		30				45	3
	<b>Treści programowe</b>	<p>Wprowadzenie do analizy wytrzymałościowej i częstotliwościowej z wykorzystaniem MES w programie SolidWorks – podstawowe założenia, nakładanie materiału, tworzenie siatki elementów skończonych, nakładanie warunków brzegowych, wykonywanie obliczeń, wizualizacja wyników. Kontrolowanie siatki, koncentracja naprężeń, wpływ warunków brzegowych na uzyskiwane wyniki. Siatki adaptacyjne. Analiza dużych przemieszczeń. Analiza elementów cienkościennych i belkowych. Analiza złożeń z kontaktami. Siatka kompatybilna i niekompatybilna. Badanie projektu – optymalizacja części.</p>										
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W01, K_U01										

47	Systemy sensoryczne w nowoczesnych układach sterowania	15					30					45	3
	<b>Treści programowe</b>	<p>Właściwości statyczne sensorów i przetworników pomiarowych w nowoczesnych układach automatyki. Właściwości statyczne i dynamiczne sensorów i przetworników pomiarowych. Pomiary sygnałów oscyloskopem. Zasady włączania czujników i sensorów w mostkowe układy pomiarowe prądu stałego i przemiennego. Zasady doboru i zastosowania sensorów przemieszczenia, zbliżeniowych, rezystancyjnych, pojemnościowych, indukcyjnych, piezoelektrycznych, fotoelektrycznych i termoelektrycznych w nowoczesnych układach sterowania. Pomiary wielkości procesowych, takich jak temperatura, ciśnienie, przepływ, położenie, przyspieszenie i drgania. Pomiary prędkości obrotowej z wykorzystaniem sensorów i cyfrowych przetworników nowoczesnej automatyki sterowania.</p>											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W07, K_U06, K_K02											
48	Metody numeryczne/Numerical methods	15					30					45	3
	<b>Treści programowe</b>	<p>Przedmiot realizowany w języku angielskim. Numeryczna algebra liniowa. Interpolacja. Aproksymacja. Wartości i wektory własne macierzy. Metody rozwiązywania układów równań liniowych. Metody rozwiązywania układów równań nieliniowych. Różniczkowanie i całkowanie numeryczne. Metody Monte Carlo. Stabilność i uwarunkowanie metod numerycznych. Przybliżone metody rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych. Subject taught in English. Numerical linear algebra. Interpolation. Approximation. Eigenvalues and eigenvectors of matrices. Methods for solving systems of linear equations. Methods for solving systems of nonlinear equations. Numerical differentiation and integration. Monte Carlo methods. Stability and conditioning of numerical methods. Approximate methods for solving ordinary and partial differential equations.</p>											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W01, K_W10, K_U01, K_U10, K_K02											

## Zajęcia lub grupy zajęć przypisane do danego etapu studiów w trakcie całego cyklu kształcenia

Rok studiów: trzeci

Semestr: szósty

Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze): 30

Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): 420

\*NrP – numer identyfikacyjny zajęć lub grupy zajęć (format dowolny)

*NrP	Nazwa zajęć lub grupy zajęć	Forma zajęć – liczba godzin										Razem (liczba godzin zajęć)	Razem (punkty ECTS)
		Wykład	Ćwiczenia	Konwersatorium	Projekt	Seminarium	Laboratorium	Warsztaty	Zajęcia terenowe	Praktyka zawodowa	Inna		
	Język obcy		30E									30	2
49	<b>Treści programowe</b>	Ćwiczenie i rozwijanie podstawowych sprawności językowych – rozumienia, mówienia, czytania i pisania. Ćwiczenia komunikacyjne i leksykalne. Ćwiczenia kompetencji zawodowych. Język specjalistyczny w miejscu pracy. Korespondencja służbowa. Konstrukcje językowe w użyciu praktycznym. Zastosowanie słownictwa ogólnotechnicznego i specjalistycznego. Praca z tekstem specjalistycznym. Praca z materiałem audiowizualnym.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W10, K_U10, K_K02											
	Programowanie robotów						30					30	2
50	<b>Treści programowe</b>	Powiązanie układu sterowania z systemem programowania robota. Struktura systemu programowania robotów. Metody programowania. Programatory mechaniczne. Sekwencyjne programowanie ręczne. Programowanie samouczące. Komputerowe programowanie robotów offline. Programowanie tekstowe robotów III generacji. Języki programowania robotów. Tworzenie i testowanie programu źródłowego.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W08, K_U08											

51	Programowanie systemów wbudowanych	30E					30					60	5
	<b>Treści programowe</b>	<p>Wielozadaniowość w systemach wbudowanych. Zakres zastosowań i podstawy działania systemów operacyjnych czasu rzeczywistego (RTOS). Podstawy programowania systemów wbudowanych z wykorzystaniem RTOS. Mechanizmy przełączania i priorytety zadań, zjawisko inwersji priorytetów, zadanie tła. Komunikacja między zadaniami – mechanizmy synchronizacji i wymiany danych. Wirtualne timery i przerwania w systemie RTOS. Sprzętowo-programowe metody przetwarzania na układach programowalnych typu FPGA. Wybrane metody projektowania systemów sprzętowego przetwarzania. Języki opisu sprzętu i środowiska projektowe dla układów programowalnych FPGA. Podstawy języka VHDL – opis behawioralny i strukturalny. Symulacja i projektowanie hierarchiczne w oparciu o bloki funkcjonalne (IP-core). Standard Ethernet w systemach wbudowanych. Wybrane aspekty implementacji algorytmów sterowania na systemach wbudowanych.</p>											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W07, K_U09											
52	Jednostki obliczeniowe w zastosowaniach mechatronicznych	30E					30					60	5
	<b>Treści programowe</b>	<p>Podstawowe informacje o wielozadaniowości w systemach wbudowanych realizowanej w oparciu o RTOS. Podstawowe pojęcia i definicje z zakresu cyfrowego przetwarzania danych na platformach FPGA. Architektura i podstawowe właściwości układów FPGA. Właściwości wybranych systemów przetwarzających dane w sposób sprzętowy i sprzętowo-programowy. Wybrane metody projektowania systemów sprzętowego przetwarzania danych. Języki opisu sprzętu i środowiska projektowe dla układów FPGA. Podstawy języka VHDL. Układy licznikowe i arytmetyczne techniki cyfrowej. Cyfrowe przetwarzanie sygnałów w arytmetyce stało- i zmiennoprzecinkowej. Cyfrowa filtracja sygnałów analogowych i cyfrowych. Analiza przykładowych systemów. Rozwój współczesnych systemów cyfrowych i podsumowanie materiału.</p>											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W07, K_U09											

53	Modelowanie systemów rojowych, autonomicznych i mechatronicznych						30					30	2
	<b>Treści programowe</b>	Podstawy modelowania i symulacji układów mechatronicznych w środowisku MATLAB/Simulink i SimMechanics. Integracja modeli CAD (SolidWorks) z modelami symulacyjnymi. Modelowanie kinematyki i dynamiki mechanizmów oraz definiowanie wiązań i elementów wykonawczych. Implementacja sensorów i układów pomiarowych. Projektowanie i testowanie układów sterowania. Symulacja pracy systemów autonomicznych. Wprowadzenie do algorytmów rojowych oraz ich zastosowania do optymalizacji globalnej i koordynacji wielu obiektów. Analiza wyników symulacji, opracowanie dokumentacji i prezentacja projektu.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W06, K_U02											
54	Symulacja ruchu w robotach precyzyjnych i egzoszkieletach						30					30	2
	<b>Treści programowe</b>	Modelowanie elementów i struktur kinematycznych robotów precyzyjnych oraz egzoszkieleatów (złożenia). Analiza i symulacja ruchu z wykorzystaniem wiązań kinematycznych oraz zależności i formuł kinematycznych. Wyznaczanie trajektorii i pozycji kluczowych. Parametryzacja ruchu oraz zastosowanie skryptów do jego opisu. Analiza ruchu z uwzględnieniem detekcji kolizji i ograniczeń przestrzennych. Projekt końcowy.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W06, K_U02, K_K03											

	Bionika i analiza ruchu w robotyce i egzoszkieletach						30					30	2
55	<b>Treści programowe</b>	Bionika – wprowadzenie, historia i przykłady inspiracji biologicznych w inżynierii. Analiza strukturalna i kinematyczna mechanizmów bionicznych z wykorzystaniem oprogramowania CAD/CAE. Modelowanie i synteza mechanizmów wzorowanych na układach ruchu organizmów żywych. Przegląd mechanizmów mechatronicznych i bionicznych – wyznaczanie ruchliwości, równania strukturalne. Zastosowanie metod analitycznych i numerycznych w analizie kinematycznej mechanizmów i układów robotycznych. Badanie ruchu odnóży, skrzydeł i struktur stawowych organizmów żywych jako inspiracji dla robotów i egzoszkieleatów. Obserwacje mikroskopowe struktur odpowiedzialnych za generowanie ruchu. Urządzenia bioniczne wzorowane na organizmach pływających, koczujących, biegających, skaczących i latających. Modelowanie i analiza kinematyczna oraz dynamiczna robotów mobilnych i struktur egzoszkieleatów.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W08, K_U08, K_U09, K_K02											
	Nawigacja i planowanie ruchu robotów mobilnych i pojazdów bezzałogowych						30					30	2
56	<b>Treści programowe</b>	Kinematyka prosta i odwrotna robotów mobilnych i pojazdów bezzałogowych – metody wyznaczania położenia, orientacji, prędkości i przyspieszeń w przestrzeni. Nawigacja i lokalizacja w środowisku pracy – odometria, sensory pomiarowe, estymacja pozycji oraz analiza błędów lokalizacji. Modelowanie i symulacja ruchu w środowisku MATLAB/Simulink. Planowanie toru i trajektorii ruchu w przestrzeni z przeszkodami – algorytmy wyznaczania ścieżek, unikanie kolizji oraz optymalizacja przebiegu ruchu robotów mobilnych i pojazdów bezzałogowych.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W08, K_U08, K_U09, K_K02											

	Modelowanie przepływów w układach mechatronicznych						30					30	2
57	<b>Treści programowe</b>	Wprowadzenie do modelowania przepływów. Tworzenie modeli geometrycznych i siatek obliczeniowych. Wpływ siatki i schematu dyskretyzacji na wyniki symulacji. Wpływ modeli turbulencji na wyniki przepływu wokół prostych kształtów. Weryfikacja eksperymentalna wyników symulacji. Analiza przepływu w systemie chłodzenia układu mechatronicznego. Symulacja przepływu powietrza w systemach chłodzenia.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W02, K_U02											
	Sterowanie elektropneumatyczne maszyn i urządzeń	30					30					60	4
58	<b>Treści programowe</b>	Wprowadzenie i historia rozwoju pneumatyki oraz sterowania elektropneumatycznego. Charakterystyka techniki napędu i sterowania elektropneumatycznego. Elementy i zespoły sterujące. Przetworniki energii sprężonego powietrza. Wytwarzanie, przygotowanie i przesył sprężonego powietrza. Komponenty wprowadzania, przekształcania i przetwarzania informacji w układach elektropneumatycznych. Synteza układów sterowania z zastosowaniem elementów elektropneumatycznych. Technologie wykonywania elementów elektropneumatycznych. Projektowanie systemów automatyzacji produkcji z wykorzystaniem elementów elektropneumatycznych. Wprowadzenie do programu FluidSIM. Elementy pneumatycznych i elektropneumatycznych układów sterowania. Realizacja sterowania elektropneumatycznego z zastosowaniem funkcji logicznych. Przykłady prostych układów sterowania z zastosowaniem elementów pneumatycznych i elektropneumatycznych. Budowa, symulacja i badanie pneumatycznych oraz elektropneumatycznych układów sterowania.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W07, K_U07											

	Cyfrowe modelowanie i symulacja procesów wytwarzania	30					30					60	4
59	<b>Treści programowe</b>	<p>Modelowanie fizyczne i matematyczne oraz podstawy symulacji komputerowej. Metoda elementów skończonych – pojęcia podstawowe, algorytm obliczeń i twierdzenia matematyczne. Dyskretyzacja obszaru na elementy skończone, funkcje kształtu, macierze sztywności elementów i układu globalnego. Płaski stan naprężenia i odkształcenia, macierze sprężystości, energia odkształcenia, elementy izoparametryczne. Modele materiałowe stosowane w analizach numerycznych. Definiowanie warunków brzegowych i początkowych, obciążeń mechanicznych i cieplnych. Symulacja zjawisk termomechanicznych i procesów cieplnych. Zagadnienia kontaktowe i modele tarcia. Generowanie siatki elementów skończonych, dobór typu elementów i analiza wpływu zagęszczenia siatki na dokładność wyników. Struktura systemów MES, etapy przygotowania modelu, realizacja obliczeń i wizualizacja wyników. Zastosowanie programu MES do modelowania i analizy wybranych procesów wytwarzania, w tym formułowanie założeń modelu technologicznego i interpretacja otrzymanych rezultatów.</p>											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W07, K_U07											
	Systemy bazodanowe i komunikacja w systemach autonomicznych i mechatronicznych	30					30					60	4
60	<b>Treści programowe</b>	<p>Referencyjny model OSI/ISO, enkapsulacja i jednostki informacji. Podstawy budowy sieci komputerowych z uwzględnieniem architektury klient-serwer oraz budowy serwerów bazodanowych. Definicja i zadania klienta oraz serwera. Wprowadzenie do systemów bazodanowych – rodzaje baz danych, struktura, typy danych, indeksy. Relacyjne i obiektowe bazy danych – struktura i rodzaje relacji. Budowa technologicznych systemów bazodanowych wykorzystywanych w systemach autonomicznych,</p>											

		<p>mechatronicznych, CAD/CAM/CAE oraz układach sterowania CNC i PLC. Lokalne systemy bazodanowe na przykładzie standardu dBase oraz programów MS Access i LibreOffice Base – budowa aplikacji i definicja relacji. Wprowadzenie do języka SQL – wersje, zapytania, wprowadzanie i modyfikacja danych, struktura bazodanowa, wykorzystywanie relacji, złączanie tabel, analiza danych, tworzenie i modyfikacja perspektyw. Zarządzanie technologiczną bazą danych – administracja, tworzenie i modyfikacja użytkowników, uprawnień i połączeń klienckich, prawa dostępu na przykładzie MySQL, MS SQL Server i Oracle. Tworzenie interfejsów programowych dla systemów technologicznych baz danych w różnych językach programowania i z wykorzystaniem środowisk IDE. Wykorzystywanie i tworzenie interfejsów bazodanowych w sieci Internet z użyciem serwerów WWW, języka PHP i systemów bazodanowych, na przykładzie technologicznych baz danych narzędzi skrawających dla obrabiarek CNC.</p>											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W09, K_U09											
61	Inteligentne sieci przemysłowe w sterowaniu robotów i maszyn	30					30					60	4
	<b>Treści programowe</b>	<p>Referencyjny model OSI/ISO. Enkapsulacja i jednostki informacji. Definicja i architektura inteligentnych sieci przemysłowych w sterowaniu robotów i maszyn. Charakterystyka klasycznych sieci LAN oraz przemysłowych sieci komunikacyjnych. Normy PN-EN 61158 i PN-EN 61784. Parametry i klasy sieci przemysłowych czasu rzeczywistego. Media transmisyjne w sieciach przemysłowych – miedziane, światłowodowe i bezprzewodowe. Topologie oraz przemysłowe urządzenia sieciowe. Transmisja szeregową i równoległą – protokoły RS-232C, RS-485 oraz interfejsy równoległe IEEE-1284. Protokół Ethernet i protokoły z rodziny TCP/IP w zastosowaniach przemysłowych, protokoły połączeniowe i bezpołączeniowe, struktura ramek i nagłówek. Przemysłowe odmiany Ethernetu – Industrial Ethernet i Industrial IP. Systemy sterowania – struktury scentralizowane i rozproszone. Sieci przemysłowe w rozproszonych układach sterowania robotów i maszyn. Charakterystyka sieci Modbus, Profibus i Profibus DP – odniesienie do modelu OSI, tryby transmisji, adresacja, profile aplikacyjne. Podstawowe</p>											

		właściwości sieci CC-Link, LonWorks oraz CANOpen stosowanych w inteligentnych systemach automatyki i robotyki.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W09, K_U09											
	Systemy CAM				15		30					45	3
62	<b>Treści programowe</b>	Modelowanie geometrii części w systemach CAD i CAD/CAM w przestrzeni z wykorzystaniem modułów powierzchniowych i bryłowych. Tworzenie złożeń i analiza kinematyczna pracy urządzeń technologicznych z wykorzystaniem systemów CAD. Wykorzystanie systemów CAD w przygotowaniu dokumentacji technologicznej. Możliwości technologiczne systemów CAM w zakresie programowania maszyn sterowanych komputerowo. Wykorzystanie systemów CAD/CAM do tworzenia programów na obrabiarkę CNC. Opracowanie planu i symulacji obróbki na tokarkę CNC z wykorzystaniem CAD/CAM. Opracowanie planu i symulacji obróbki na frezarkę CNC z wykorzystaniem CAD/CAM. Programowanie dialogowe obrabiarek CNC.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W04, K_U04, K_K02, K_K03											
	Projekt inżynierski w zakresie konstrukcji robotów i systemów mechatronicznych				45							45	4
63	<b>Treści programowe</b>	Opracowanie koncepcji i projektu zadanego robota obiektu mechatronicznego. Sformułowanie i rozwiązanie zagadnień kinematyki prostej i odwrotnej oraz planowanie cyklu roboczego układu. Wykonanie parametrycznego modelu 3D. Przeprowadzenie badań symulacyjnych obejmujących analizę ruchu, analizę statyczną oraz analizę częstotliwościową. Ocena wyników symulacji i weryfikacja poprawności przyjętych założeń. Opracowanie sprawozdania technicznego oraz prezentacja wyników projektu.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_U01, K_U03, K_U07, K_U10, K_K02, K_K03											

	Projekt inżynierski w zakresie sterowania systemów autonomicznych				45							45	4
64	<b>Treści programowe</b>	Analiza obiektu podlegającego automatyzacji i sformułowanie wytycznych dla projektowanego układu sterowania. Dobór elementów wykonawczych oraz czujników dla systemu autonomicznego. Opracowanie algorytmu sterowania i programu dla sterownika PLC. Projekt schematu elektrycznego układu sterowania. Dobór sterownika PLC oraz jego konfiguracja. Implementacja i testowanie programu w środowisku symulacyjnym. Weryfikacja poprawności działania układu oraz prezentacja i omówienie wyników projektu.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_U01, K_U07, K_U10, K_K02, K_K03											

## Zajęcia lub grupy zajęć przypisane do danego etapu studiów w trakcie całego cyklu kształcenia

Rok studiów: czwarty

Semestr: siódmy

Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze): 30

Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): 225

\*NrP – numer identyfikacyjny zajęć lub grupy zajęć (format dowolny)

*NrP	Nazwa zajęć lub grupy zajęć	Forma zajęć – liczba godzin										Razem (liczba godzin zajęć)	Razem (punkty ECTS)
		Wykład	Ćwiczenia	Konwersatorium	Projekt	Seminarium	Laboratorium	Warsztaty	Zajęcia terenowe	Praktyka zawodowa	Inna		
	Seminarium dyplomowe					15						15	1
65	<b>Treści programowe</b>	Podstawowe etapy realizacji pracy inżynierskiej. Struktura pracy dyplomowej – wprowadzenie, cel i zakres pracy, przegląd literatury, zasadnicze rozdziały, uwagi końcowe, wnioski oraz elementy uzupełniające. Wytyczenie zadań oraz podstawowe elementy prezentacji do wykonania w ramach realizowanych prac dyplomowych. Prezentacja indywidualna oraz dyskusja nad formą i treścią wystąpienia.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_U10, K_K02, K_K04											
	Programowanie maszyn CNC				30		30					60	5
66	<b>Treści programowe</b>	Nabywanie wiedzy i umiejętności w zakresie technologicznego programowania maszyn CNC oraz przygotowania procesu wytwarzania części na obrabiarkach CNC.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W04, K_U04, K_U07, K_K03											

67	Badania symulacyjne urządzeń mechatronicznych						30					30	3
	<b>Treści programowe</b>	Zapoznanie z podstawowymi funkcjami programu MATLAB i jego interfejsem. Generowanie zmiennych – wektory i macierze, działania na macierzach i tablicach. Wykonanie zadania przy wykorzystaniu pętli sterujących. Wykonanie zadania z ilustracją graficzną wyników. Zapoznanie z obsługą pakietu Simulink. Modelowanie i symulacja układów mechatronicznych – równania różniczkowe i liniowe. Wykonanie zadania z wykorzystaniem MATLAB/Simulink. Programowanie sterowników PLC.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W01, K_U01, K_U02, K_K02											
68	Inżynieria odwrotna						30					30	3
	<b>Treści programowe</b>	Skanowanie – pozyskiwanie chmur punktów z wykorzystaniem technologii skanowania 3D. Modelowanie geometrii na podstawie chmur punktów – obróbka, filtracja i dopasowanie do modeli CAD. Analiza dokładności odwzorowania i optymalizacja modelu. Opracowanie projektu końcowego.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W01, K_U01, K_U02, K_K02											
69	Sterowniki PLC w systemach autonomicznych i cyber-fizycznych	15					30					45	4
	<b>Treści programowe</b>	Przegląd aktorów i sensorów stosowanych w systemach mechatronicznych, autonomicznych i cyber-fizycznych. Rola sprzężenia zwrotnego w układach sterowania cyfrowego. Silniki prądu przemiennego i stałego – budowa, charakterystyki oraz zastosowanie w napędach maszyn i urządzeń. Przetwornice częstotliwości – zasada działania, parametry konfiguracyjne, metody uruchamiania oraz aspekty bezpieczeństwa eksploatacji. Sterowanie przetwornicą częstotliwości z wykorzystaniem sterownika PLC w otwartej i zamkniętej pętli sterowania. Zastosowanie enkoderów inkrementalnych do pomiaru położenia i prędkości oraz ich integracja ze sterownikami PLC. Podłączanie czujników i elementów wykonawczych do sterowników PLC – wejścia i wyjścia cyfrowe, tranzystorowe i przekaźnikowe, konfiguracje typu sink											

		i source. Szybkie liczniki sprzętowe sterowników PLC – konfiguracja, obsługa i zastosowanie w układach napędowych. Sterowanie prędkością silników prądu stałego z wykorzystaniem sygnałów PWM generowanych przez sterowniki PLC. Liczniki, timery oraz mechanizmy przerwań w sterowaniu ruchem. Sterowanie silnikami krokowymi – charakterystyki, sterowniki sprzętowe oraz generowanie sygnałów sterujących przy użyciu sterownika PLC. Zastosowanie sterowników PLC w układach pneumatycznych i hydraulicznych oraz integracja napędów i czujników w systemach autonomicznych i cyber-fizycznych.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W07, K_W09, K_U06, K_U07, K_U09, K_K01											
70	Sterowanie i monitorowanie inteligentnych procesów produkcyjnych	15					30					45	4
	<b>Treści programowe</b>	Analiza operacji inteligentnych i ich funkcji, które mogą być realizowane przez urządzenia w stanowiskach zautomatyzowanych i zrobotyzowanych. Budowa i rozwiązanie systemu umożliwiającego adaptacyjne dopasowanie wielkości determinujących proces produkcyjny. Sposoby programowania i monitorowania urządzeń oraz robotów wykorzystywanych w procesach produkcyjnych, połączone z rejestracją głównych zmiennych procesowych za pomocą nowoczesnej aparatury kontrolno-pomiarowej do analizy kształtu oraz pomiarów parametrów wielkości fizycznych takich jak: prąd, napięcie, temperatura połączone z obrazowaniem procesu wytwarzania. Praktyczne wykorzystanie ww. elementów w systemach nadzorujących proces produkcyjny.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W07, K_U06, K_U07, K_U09, K_K01											
71	Niezawodność i eksploatacja urządzeń mechatronicznych	30										30	3
	<b>Treści programowe</b>	Fazy istnienia obiektu mechatronicznego. Złożoność systemów mechatronicznych. Cele eksploatacji maszyn i zadania eksploatacyjne. Systemy eksploatacji maszyn. Cechy eksploatacyjne obiektu mechatronicznego. Stan techniczny obiektu. Diagnozowanie i monitorowanie stanu obiektu. Zadania											

		diagnostyki technicznej. Projektowanie diagnostyki maszyn i urządzeń mechatronicznych. Zdarzenia eksploatacyjne. Procesy zużyciowe i starzenia obiektów mechatronicznych. Korozja chemiczna i elektrochemiczna. Zabezpieczenia antykorozyjne. Teoria niezawodności i ilościowe charakterystyki niezawodności. Trwałość, zdatność i odnowa obiektu mechatronicznego. Analiza niezawodnościowa obiektu. Kontrola jakości i bezpieczeństwo eksploatowanych systemów. Zarządzanie eksploatacją systemów technicznych. Strategie eksploatacji maszyn. Przeglądy techniczne, remonty maszyn i urządzeń. Organizacja procesów obsługowych, planowanie zasobów części zamiennych. Regeneracja i modernizacja maszyn i urządzeń mechatronicznych. Utylizacja i recykling obiektów mechatronicznych.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W02, K_W03, K_W10, K_U01											
72	Drgania mechaniczne	30										30	3
	<b>Treści programowe</b>	<p>Pojęcia podstawowe. Analiza harmoniczna drgań okresowych. Modelowanie rzeczywistego układu – zasady ogólne. Równania różniczkowe podstawowych układów zachowawczych o jednym stopniu swobody. Drgania swobodne i wymuszone oscylatora harmonicznego bez tłumienia. Przejście przez rezonans. Krzywa fazowa. Drgania swobodne układu o dwóch stopniach swobody (inercja translacyjna). Drgania swobodne i wymuszone układu o dwóch stopniach (inercja translacyjna i rotacyjna). Drgania i stateczność układów o jednym stopniu swobody (metoda energetyczna, metoda drgań, metoda niedokładności). Drgania i stateczność ramy składającej się ze słupa i rygla. Drgania swobodne i wymuszone układu o jednym stopniu swobody (drżania z tłumieniem wiskotycznym). Drgania wymuszone bezwładnościowo – model układu: sprężarki z fundamentem. Amortyzacja drgań. Przenoszenie drgań z otoczenia na maszynę. Przenoszenie drgań z maszyny do otoczenia. Nietłumiony eliminator drgań. Tłumiony eliminator drgań. Dyskretyzacja belki Bernoulliego-Eulera. Wpływ sił podłużnych na drżania poprzeczne kolumn.</p>											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W02, K_U01											

	BHP	15										15	1
73	<b>Treści programowe</b>	Wypadki przy pracy – rodzaje i przyczyny. System zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy (SZBiHP). Zintegrowany system zarządzania – normy ISO 9000 i ISO 14000. Normalizacja SZBiHP i akty prawne. Normy ISO 45001. Elementy systemu SZBiHP. Ocena zagrożeń i zarządzanie ryzykiem zawodowym. Wdrażanie, funkcjonowanie i dokumentacja SZBiHP. Ergonomia w inżynierii.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W10, K_K01											
	Wprowadzenie do badań naukowych	15			15							30	3
74	<b>Treści programowe</b>	Wprowadzenie do metodologii badań naukowych. Źródła informacji naukowej i ich rola w tworzeniu opracowań naukowych. Istota prac dyplomowych i ich rola w procesie kształcenia oraz wymagania im stawiane. Zasady pisania prac dyplomowych. Proces tworzenia prac dyplomowych. Problemy etyczne w badaniach naukowych. Prawo autorskie. Opracowanie planu badania – określenie tematu, problemu badawczego, celów, hipotez, metod. Prowadzenie badań naukowych – metody pozyskiwania danych, zasady obserwacji naukowych, badania doświadczalne. Planowanie doświadczeń w technice. Obiekt badań. Plany badań naukowych – plany kompletne, monoselekcyjne i poliselekcyjne, plany badań randomizowane. Badania optymalizacyjne i zasady ich planowania. Modelowanie i matematyczny opis obiektów badań. Interpretacja oraz opracowanie wyników badań naukowych.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_W01, K_U02, K_K04											

	Przygotowanie do pracy dyplomowej i egzaminu dyplomowego											0	10
75	<b>Treści programowe</b>	Konsultacje z promotorem dotyczące celu i zakresu pracy dyplomowej. Analiza literatury związanej z tematem pracy. Omówienie z promotorem zagadnień związanych z tematem pracy dyplomowej. Opracowanie uzyskanych wyników i ich krytyczna analiza. Konsultacje z promotorem dotyczące przygotowania do egzaminu dyplomowego – praca własna studenta polega na przygotowaniu się do egzaminu dyplomowego.											
	<b>Symbole efektów uczenia się</b>	K_U10, K_K03, K_K04											

Prorektor ds. nauczania  
dr hab. inż. Izabela Major, prof. PCz