

Wydział/Instytut: Wydział Mechatroniki

kierunek studiów: Zarządzanie i inżynieria produkcji

dyscyplina wiodąca: inżynieria mechaniczna

profil kształcenia: ogólnoakademicki

poziom kształcenia: studia II stopnia

numer uchwały Senatu 56/2025/2026 z dnia 26 maja 2026r.

Lp.	Zajęcia	Kierunkowe efekty uczenia się	Treści programowe	Sposoby weryfikacji efektów uczenia się
MODUŁY ZAJĘĆ KIERUNKOWYCH				
1	Zaawansowane systemy mechatroniczne (e)	K_W01, K_W04, K_U01, K_U03, K_U06, K_U10, K_K01	Budowa i klasyfikacja zaawansowanych systemów mechatronicznych. Integracja podsystemów mechanicznych, elektrycznych i informatycznych. Sensory i akтуatory w systemach mechatronicznych. Układy napędowe: silniki BLDC, serwo mechanizmy, napędy liniowe. Sprzężenie zwrotne i regulacja w systemach mechatronicznych stosowanych w procesach produkcyjnych. Projektowanie układów sterowania z zastosowaniem mikrokontrolerów i PLC. Protokoły komunikacyjne stosowane w systemach mechatronicznych (CAN, EtherCAT, Profinet). Diagnostyka i monitoring stanu technicznego systemów mechatronicznych. Bezpieczeństwo funkcjonalne (normy IEC 61508, ISO 13849). Systemy wizyjne i ich zastosowanie w automatycznej kontroli jakości. Modelowanie i analiza systemów mechatronicznych w środowisku MATLAB/Simulink. Miniaturyzacja i systemy MEMS w zastosowaniach mechatronicznych.	WYK: Egzamin pisemny - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia. LAB: ocena ze sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
2	Modelowanie i symulacja systemów technicznych	K_W03, K_W04, K_U01, K_U02, K_U12, K_K01	Podstawy modelowania matematycznego układów dynamicznych. Modele ciągłe i dyskretnie – równania różniczkowe i różnicowe. Transformata Laplace'a i funkcja przejścia układu. Metody numeryczne rozwiązywania równań różniczkowych (Euler, Runge-Kutta). Modelowanie układów mechanicznych, elektrycznych i hydraulicznych. Symulacja komputerowa w środowisku MATLAB/Simulink. Metoda elementów skończonych (MES) – podstawy i zastosowania. Modele stochastyczne i symulacja Monte Carlo. Weryfikacja i walidacja modeli symulacyjnych. Symulacja dyskretna procesów produkcyjnych (np. w Arena, FlexSim). Cyfrowe bliźniaki jako narzędzie symulacji przemysłowej. Analiza wrażliwości modelu i identyfikacja parametrów.	WYK: zaliczenie pisemne - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia. LAB: ocena ze sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
3	Zaawansowane technologie procesów produkcyjnych	K_W02, K_U01, K_U03, K_U06, K_K01	Klasyfikacja i charakterystyka nowoczesnych technologii wytwarzania. Obróbka skrawaniem – dobór parametrów, narzędzia wielostrzowe, obróbka HSM. Technologie przyrostowe (druk 3D, SLS, SLM, FDM) – zasady i zastosowania przemysłowe. Obróbka elektroerozyjna (EDM) i laserowa – zasady i obszary stosowania. Technologie łączenia: spawanie laserowe, zgrzewanie, klejenie konstrukcyjne. Obróbka powierzchniowa i powłoki ochronne – PVD, CVD, natryskiwanie cieplne. Kontrola jakości w procesach wytwarzania – metrologia współrzędnościowa (CMM). Lean manufacturing i eliminacja marnotrawstwa w procesach produkcyjnych. Technologie obróbki materiałów kompozytowych i zaawansowanych stopów. Automatyzacja procesów technologicznych – centra obróbcze CNC, obrabiarki 5-osiowe. Projektowanie procesów technologicznych (CAPP) wspomagane komputerowo. Analiza FMEA procesów produkcyjnych i zarządzanie ryzykiem technologicznym.	WYK: Egzamin pisemny - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia. LAB: ocena ze sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
4	Zwinne metodyki zarządzania projektami	K_W05, K_U10, K_U11, K_K02, K_K05	Manifest Agile i 12 zasad zwinnego zarządzania projektami. Scrum – role (Product Owner, Scrum Master, Zespół), artefakty (Backlog, Sprint) i ceremonie. Kanban – wizualizacja przepływu pracy, limity WIP, metryki przepustowości. SAFe (Scaled Agile Framework) – skalowanie Agile w dużych organizacjach. Porównanie metod zwinnych z tradycyjnym zarządzaniem projektami (PMBOK, PRINCE2). Zarządzanie backlogiem produktu – priorytetyzacja, user stories, kryteria akceptacji. Velocity, burn-down chart i inne metryki zwinne. Retrospektywa jako narzędzie ciągłego doskonalenia zespołu. Planowanie sprintu i zarządzanie ryzykiem w podejściu iteracyjnym. Zarządzanie interesariuszami w projekcie zwinnym. Zastosowanie metod zwinnych w projektach inżynierskich i produkcyjnych. Narzędzia wspierające zarządzanie zwinne: Jira, Trello, Azure DevOps.	WYK: zaliczenie pisemne - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia. LAB: ocena ze sprawozdań z wykonanych ćwiczeń

5	Metodologia badań naukowych (e)	K_W03, K_U02, K_U11, K_U12, K_K01, K_K03	Proces badawczy – etapy, planowanie i dokumentowanie badań naukowych. Formułowanie problemu badawczego, hipotez i pytań badawczych. Metody badań ilościowych i jakościowych w naukach inżynierskich. Projektowanie eksperymentu (DOE) – plany pełne i ułamkowe, metoda Taguchiego. Podstawy statystyki inżynierskiej: testy hipotez, analiza wariancji (ANOVA). Przegląd literatury i zarządzanie źródłami bibliograficznymi (Web of Science, Scopus). Zasady etyki badań naukowych i rzetelność naukowa. Struktura i pisanie pracy dyplomowej (magisterskiej) i artykułu naukowego. Metody analizy danych eksperymentalnych – regresja, korelacja, analiza skupień. Validacja wyników badań i ocena niepewności pomiarowej. Prezentacja wyników naukowych – konferencje, publikacje, raporty techniczne. Własność intelektualna, patentowanie i ochrona wyników badań.	WYK: zaliczenie pisemne - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia. CW: ocena ze sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
6	Planowanie i sterowanie produkcją w środowisku SAP (e)	K_W02, K_W06, K_W07, K_U01, K_U04, K_U06, K_K03	Architektura systemu SAP ERP – moduły i ich wzajemne powiązania. Moduł PP (Production Planning) – podstawowe obiekty: marszruta, BOM, centrum robocze. Planowanie zapotrzebowania materiałowego (MRP) i MRP II w SAP. Zlecenia produkcyjne – tworzenie, zarządzanie i rozliczanie w SAP. Harmonogramowanie produkcji – planowanie zgrubne (RCCP) i szczegółowe (CRP). Zarządzanie magazynem i przepływem materiałów w module SAP WM/EWM. Integracja modułów PP, MM, SD i CO w procesie produkcji. Controlling produkcji – kalkulacja kosztów zleceń, analiza odchyleń. SAP S/4HANA Manufacturing – nowe funkcjonalności i architektura. Raporty i analizy produkcyjne w SAP – standardowe i niestandardowe zestawienia. Konfiguracja i parametryzacja środowiska SAP dla potrzeb przedsiębiorstwa. Wdrożenie SAP w przedsiębiorstwie produkcyjnym – metodologia i fazy projektu.	WYK: Egzamin pisemny - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia. LAB: ocena ze sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
7	Modelowanie i organizacja procesów biznesowych (e)	K_W06, K_W07, K_U04, K_U06, K_K02	Pojęcie procesu biznesowego i jego rola w organizacji. Notacja BPMN 2.0 – elementy, symbole i zasady modelowania. Modelowanie procesów w narzędziach klasy BPMS (np. Camunda, Bizagi). Analiza procesów AS-IS i projektowanie procesów TO-BE. Kluczowe wskaźniki wydajności procesów (KPI) – dobór i pomiar. Mapowanie strumienia wartości (VSM) jako metoda analizy procesów. Reengineering procesów biznesowych (BPR) – metodologia i przykłady. Systemy zarządzania procesami biznesowymi (BPM) i ich wdrożenie. Automatyzacja procesów – RPA (Robotic Process Automation) i workflow. Zarządzanie wiedzą i dokumentacją procesową w organizacji. Zarządzanie zmianą procesów i zarządzanie ryzykiem procesowym. Integracja modeli procesów z systemami ERP i CRM.	WYK: Egzamin pisemny - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia. LAB: ocena ze sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
8	Projektowanie mechatroniczne (e)	K_W04, K_U01, K_U03, K_U06, K_U08, K_U12, K_K01, K_K04	Metodologia projektowania mechatronicznego – podejście systemowe i V-model. Specyfikacja wymagań i analiza funkcjonalna systemu mechatronicznego. Narzędzia CAD/CAE w projektowaniu mechatronicznym (SolidWorks, Catia, NX). Dobór i dobór komponentów: silniki, czujniki, przetworniki, sterowniki. Projektowanie układów sterowania – regulatory PID, sterowanie stanu. Analiza kinematyczna i dynamiczna mechanizmów za pomocą MBS. Prototypowanie i testowanie układów mechatronicznych (HIL, SIL). Zarządzanie interfejsami w projekcie mechatronicznym. Normy i standardy stosowane w projektowaniu mechatronicznym. Projektowanie z uwzględnieniem niezawodności i konserwacji (RAMS). Zarządzanie projektem mechatronicznym – harmonogram, budżet, ryzyko. Dokumentacja techniczna i procedury odbioru systemu mechatronicznego.	WYK: zaliczenie pisemne - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia. cw: ocena ze sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
9	Sztuczna inteligencja w systemach mechatronicznych (e)	K_W04, K_W09, K_U04, K_U05, K_K01, K_K04	Podstawy uczenia maszynowego – nadzorowane, nienadzorowane i przez wzmacnianie. Sieci neuronowe – perceptron wielowarstwowy, konwolucyjne CNN, rekurencyjne LSTM. Zastosowania AI w sterowaniu układami mechatronicznymi – adaptacyjne regulatory. Diagnostyka i predykcje utrzymania ruchu z wykorzystaniem algorytmów ML. Przetwarzanie sygnałów z czujników z użyciem AI (klasyfikacja uszkodzeń). Systemy wizyjne oparte na deep learning – detekcja obiektów, segmentacja. Planowanie trajektorii robotów z użyciem algorytmów AI. Fuzzy logic i systemy rozmyte w sterowaniu mechatronicznym. Algorytmy ewolucyjne i optymalizacja parametrów systemów mechatronicznych. Edge AI – wdrażanie modeli AI na urządzeniach wbudowanych (NVIDIA Jetson, FPGA). Bezpieczeństwo i interpretowalność systemów AI w zastosowaniach przemysłowych. Etyczne aspekty stosowania sztucznej inteligencji w inżynierii.	WYK: Egzamin pisemny wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia. LAB: ocena ze sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
10	Język obcy specjalistyczny	K_U08, K_U09, K_K03	Zaawansowana terminologia techniczna i menedżerska z zakresu zarządzania inżynierią produkcji. Czytanie ze zrozumieniem anglojęzycznych artykułów naukowych, raportów branżowych i dokumentacji technicznej. Pisanie raportów, abstraktów oraz korespondencji zawodowej w języku angielskim. Prezentowanie wyników badań i projektów w środowisku międzynarodowym. Słownictwo z obszaru zarządzania procesami produkcyjnymi, logistyki i nowoczesnych koncepcji przemysłowych. Prowadzenie negocjacji technicznych i spotkań biznesowych w języku obcym. Język akademicki – struktura tekstu naukowego, argumentacja i zasady cytowania. Tłumaczenie techniczne i przekład dokumentacji specjalistycznej.	zaliczenie ustne w zakresie wypowiedzi na temat krótkich zagadnień technicznych lub tłumaczenie tekstu specjalistycznego,

11	Seminarium dyplomowe	K_U02, K_U08, K_U11, K_U12, K_K01, K_K02, K_K03	Zasady pisania pracy dyplomowej magisterskiej – struktura, styl, objętość. Formułowanie tematu, celu i zakresu pracy dyplomowej. Przegląd i analiza literatury naukowej – bazy danych, cytowanie, plagiat. Metodologia badań własnych – dobór metod do problemu badawczego. Zbieranie, przetwarzanie i analiza danych badawczych. Zasady prezentacji wyników – tabele, wykresy, rysunki techniczne. Dyskusja wyników i formułowanie wniosków. Zasady ochrony własności intelektualnej i prawa autorskiego. Przygotowanie prezentacji i obrona pracy dyplomowej. Recenzja i ocena prac dyplomowych – kryteria jakości. Etyka w badaniach naukowych i pisaniu prac akademickich. Planowanie kariery naukowej lub zawodowej po ukończeniu studiów.	Praca dyplomowa
12	Internet rzeczy w sterowaniu maszyn i procesów (e)	K_W07, K_W09, K_U04, K_K04	Architektura systemów IoT – warstwy percepcji, sieci i aplikacji. Protokoły komunikacyjne IoT: MQTT, CoAP, OPC UA, AMQP. Czujniki i akulatory przemysłowe stosowane w systemach IIoT. Przemysłowy Internet Rzeczy (IIoT) – platformy i ekosystemy (Azure IoT, AWS IoT). Bezprzewodowe sieci przemysłowe: WirelessHART, ISA100, LoRaWAN, 5G. Przetwarzanie danych na krawędzi sieci (edge computing) w zastosowaniach IoT. Bezpieczeństwo cybernetyczne systemów IoT – zagrożenia i metody ochrony. Integracja systemów IoT z SCADA, MES i ERP. Predykcyjne utrzymanie ruchu oparte na danych z czujników IoT. Zarządzanie energią i optymalizacja procesów z wykorzystaniem IoT. Programowanie urządzeń IoT – Raspberry Pi, Arduino, ESP32. Normalizacja i standardy w obszarze IIoT (IEC 62443, Industry 4.0 RAMI 4.0).	WYK: zaliczenie pisemne - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia. LAB: ocena ze sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
13	Zrównoważony rozwój w zarządzaniu produkcją	K_W10, K_U01, K_U07, K_K03, K_K04	Koncepcja zrównoważonego rozwoju (sustainability) – filar środowiskowy, społeczny i ekonomiczny. Gospodarka cyrkularna (circular economy) – modele biznesowe i zastosowania przemysłowe. Ślad węglowy produkcji – metodologia obliczania i strategię redukcji emisji CO2. Ocena cyklu życia produktu (LCA – Life Cycle Assessment). Efektywność energetyczna w zakładach produkcyjnych – norma ISO 50001. Zarządzanie odpadami przemysłowymi – hierarchia postępowania z odpadami. Raportowanie ESG i normy dotyczące odpowiedzialności społecznej (GRI, ISO 26000). Zielone łańcuchy dostaw (Green Supply Chain Management). Dyrektywy i regulacje środowiskowe UE wpływające na przemysł. Technologie przyjazne środowisku – odnawialne źródła energii w przemyśle. Wskaźniki zrównoważonego rozwoju produkcji i ich pomiar. Rola inżyniera w kształtowaniu zrównoważonej produkcji przyszłości.	WYK: zaliczenie pisemne - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia. LAB: ocena ze sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
14	Optymalizacja decyzji menedżerskich	K_W07, K_W08, K_U05, K_U07, K_K02,	Proces decyzyjny w zarządzaniu – racjonalność i heurystyki. Programowanie liniowe i całkowitoliczbowe – modele i metody rozwiązywania. Wielokryterialna analiza decyzyjna (MCDM) – metody AHP, TOPSIS, ELECTRE. Teoria gier w podejmowaniu decyzji menedżerskich. Analiza ryzyka i podejmowanie decyzji w warunkach niepewności. Optymalizacja harmonogramowania produkcji – algorytmy heurystyczne i metaheurystyczne. Metody prognozowania popytu wspierające decyzje zakupowe i produkcyjne. Optymalizacja kosztów logistycznych – problem komiwojażera, marszrutyzacja pojazdów. Symulacja jako narzędzie wspomaganie decyzji menedżerskich. Business Intelligence i dashboardy decyzyjne. Lean Six Sigma w doskonaleniu procesów decyzyjnych. Podejmowanie decyzji z wykorzystaniem Big Data i analityki predykcyjnej.	WYK: zaliczenie pisemne - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia. cw: ocena ze sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
Blok "Systemy mechatroniczne i automatyzacja produkcji"				
1	Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych (e)	K_W01, K_W04, K_U01, K_U03, K_U06, K_K04	Pojęcie automatyzacji i robotyzacji – historia, trendy i korzyści dla przemysłu. Klasyfikacja robotów przemysłowych – kinematyka, przestrzeń robocza, ładowność. Programowanie robotów przemysłowych – języki natywne, offline (RoboDK), symulacja. Efektory końcowe (chwytki, narzędzia) i ich dobór do aplikacji. Bezpieczeństwo w komórkach robotycznych – normy ISO 10218, ISO/TS 15066. Roboty współpracujące (coboty) – cechy, zastosowania i ograniczenia. Automatyczne linie montażowe i systemy transportu wewnętrznego (AGV, AMR). Systemy wizyjne i czujnikowe w zrobotyzowanych komórkach produkcyjnych. Efektywność automatyzacji – analiza kosztów inwestycji (ROI, payback). Flexybilne systemy produkcyjne (FMS) i ich konfiguracja. Integracja robotów z systemami sterowania wyższego rzędu (MES, SCADA). Nowe kierunki robotyzacji: roboty mobilne, soft robotics, robotyka kolaboratywna.	WYK: zaliczenie pisemne - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia. LAB: ocena ze sprawozdań z wykonanych ćwiczeń

2	Sterowniki PLC	K_W04, K_U01, K_U03, K_U04, K_K01	Architektura sterownika PLC – CPU, moduły I/O, zasilanie, komunikacja. Cykl programu PLC – czas cyklu, przetwarzanie synchroniczne i asynchroniczne. Języki programowania PLC wg normy IEC 61131-3: LD, FBD, ST, IL, SFC. Programowanie sterowników Siemens SIMATIC S7 w środowisku TIA Portal. Obsługa wejść/wyjść cyfrowych i analogowych w aplikacjach przemysłowych. Timery, liczniki i bloki funkcyjne w programowaniu PLC. Komunikacja PLC z urządzeniami peryferyjnymi – Profibus, Profinet, Modbus. Wizualizacja i panele HMI – projektowanie interfejsu operatorskiego. Sterowanie napędami elektrycznymi z poziomu PLC – falowniki, serwonapędy. Diagnostyka i obsługa błędów w programach PLC. Bezpieczeństwo funkcjonalne sterowników – Safety PLC i certyfikacja SIL. Redundancja i wysoka dostępność systemów sterowania PLC.	WYK: zaliczenie pisemne - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia. LAB: ocena ze sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
3	Szybkie prototypowanie obiektów i systemów mechatronicznych	K_W04, K_U03, K_U06, K_U11, K_K04	Koncepcja Rapid Prototyping (RP) i jej rola w cyklu projektowym. Technologie druku 3D stosowane w prototypowaniu: FDM, SLA, SLS, PolyJet. Przygotowanie modeli CAD do druku – naprawa siatek STL, supporty, skalowanie. Dobór materiałów do prototypowania – tworzywa, żywice, proszki metaliczne. Szybkie prototypowanie funkcjonalne elektroniki – PCB, Arduino, Raspberry Pi. Rapid Manufacturing – zastosowanie RP w produkcji małoseryjnej. Wax casting i vacuum casting jako metody szybkiego prototypowania. Testowanie i weryfikacja prototypów mechatronicznych. Koszt i czas prototypowania – porównanie metod wytwarzania. Prototypowanie z wykorzystaniem symulacji HIL (Hardware-in-the-Loop). Skanowanie 3D jako narzędzie inżynierii odwrotnej i kontroli geometrii. Zastosowania RP w branży motoryzacyjnej, lotniczej i medycznej.	WYK: zaliczenie pisemne - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia. LAB: ocena ze sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
4	Środowiska wirtualne i sztuczna inteligencja w inżynierii produkcji (e)	K_W09, K_U02, K_U04, K_U05, K_K04	Wirtualna rzeczywistość (VR) i rozszerzona rzeczywistość (AR) w zastosowaniach przemysłowych. Technologie XR – sprzęt (HMD, haptics) i oprogramowanie (Unity, Unreal Engine). Cyfrowe bliźniaki zakładu produkcyjnego – tworzenie i synchronizacja z rzeczywistością. Symulacja komórek produkcyjnych i linii montażowych w środowisku wirtualnym. Szkolenie operatorów i techników z wykorzystaniem VR/AR. Wspomaganie montażu i serwisu z użyciem AR (instrukcje nakładane na obraz rzeczywisty). Algorytmy AI w planowaniu layoutu zakładu i optymalizacji przepływów. Uczenie maszynowe w predykcji defektów i zarządzaniu jakością. Integracja środowisk wirtualnych z systemami IoT i danymi produkcyjnymi na żywo. Generatywne projektowanie (generative design) wspomaganie AI. Bezpieczeństwo i ergonomia pracy oceniane w środowiskach wirtualnych. Przyszłość metaversum przemysłowego i jego wpływ na zarządzanie produkcją.	WYK: zaliczenie pisemne - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia. LAB: ocena ze sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
5	Systemy sterowania produkcją i przepływem produkcji	K_W01, K_W06, K_U04, K_U06, K_K02	Hierarchia systemów sterowania produkcją – SCADA, MES, ERP i ich wzajemne relacje. Systemy MES (Manufacturing Execution Systems) – funkcje, moduły, dostawcy. Sterowanie przepływem produkcji – push vs pull, kanban, CONWIP. Harmonogramowanie produkcji – APS (Advanced Planning and Scheduling). Zarządzanie zleceniami produkcyjnymi i śledzenie produkcji w toku (WIP). OEE (Overall Equipment Effectiveness) – metodologia pomiaru i poprawa efektywności. Systemy SCADA – architektura, redundancja, protokoły komunikacyjne. Zbieranie danych produkcyjnych – systemy MDE, PDC, terminale operatorskie. Zarządzanie jakością w MES – SPC (Statistical Process Control) on-line. Zarządzanie narzędziami i zasobami produkcyjnymi w systemach MES. Integracja MES z ERP – standardy ISA-95 i wymiana danych. Wdrożenie systemu MES – metodologia, etapy, czynniki sukcesu.	WYK: zaliczenie pisemne - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia. LAB: ocena ze sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
6	Analiza danych w biznesie	K_W07, K_U05, K_U07, K_K02	Proces analizy danych – CRISP-DM i inne metodologie pracy z danymi. Eksploracja i wizualizacja danych biznesowych – narzędzia (Power BI, Tableau). Czyszczenie i przygotowanie danych – obsługa braków, duplikatów i anomalii. Analiza opisowa i wnioskowanie statystyczne z danych biznesowych. Regresja liniowa i logistyczna w prognozowaniu wskaźników biznesowych. Segmentacja klientów i analiza skupień (k-means, hierarchiczna). Analiza koszykowa i reguły asocjacyjne (Apriori, FP-Growth). Szeregi czasowe w analizie danych sprzedażowych i produkcyjnych. Język SQL w analizie danych – zapytania, agregacje, złączenia. Python i biblioteki danych (Pandas, NumPy, Matplotlib, Seaborn) w praktyce biznesowej. Big Data – architektury Hadoop i Spark w przetwarzaniu dużych zbiorów danych. Etyczne aspekty analizy danych i ochrona danych osobowych (RODO).	WYK: zaliczenie pisemne - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia. LAB: ocena ze sprawozdań z wykonanych ćwiczeń

7	Prognozowanie procesów produkcyjnych (e)	K_W06, K_W07, K_U05, K_U06, K_K02	Rola prognozowania w planowaniu produkcji i zarządzaniu łańcuchem dostaw. Klasyfikacja metod prognozowania – jakościowe i ilościowe. Metody szeregów czasowych: średnia ruchoma, wykładnicze (Holt-Winters), Modele ARIMA i SARIMA w prognozowaniu popytu produkcyjnego. Dekompozycja szeregu czasowego – trend, sezonowość, cykl, losowość. Prognozowanie z zastosowaniem regresji wielorakiej i zmiennych zewnętrznych. Sieci neuronowe i uczenie maszynowe w prognozowaniu produkcji (LSTM, Prophet). Ocena dokładności prognoz – MAE, MAPE, RMSE, bias. Prognozowanie hierarchiczne – top-down, bottom-up, middle-out. Zarządzanie zapasami i punkty zamawiania oparte na prognozach. Collaborative forecasting w łańcuchu dostaw – CPFR. Wdrożenie systemu prognozowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym.	WYK: zaliczenie pisemne - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia. CW: ocena ze sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
8	Prawo w działalności gospodarczej (e)	K_W08, K_U07, K_K03	Źródła prawa w Polsce i UE regulujące działalność gospodarczą. Formy prawne prowadzenia działalności gospodarczej – spółki osobowe i kapitałowe. Rejestracja i likwidacja przedsiębiorstwa – procedury i organy rejestrowe. Prawo umów – rodzaje umów w obrocie gospodarczym i ich skutki. Odpowiedzialność cywilna i karna przedsiębiorcy. Prawo pracy – nawiązywanie i rozwiązywanie stosunku pracy, obowiązki pracodawcy. Ochrona własności intelektualnej – patent, wzór użytkowy, znak towarowy. Prawo zamówień publicznych – zasady, tryby postępowań. Regulacje dotyczące ochrony środowiska w działalności przemysłowej. Postępowanie upadłościowe i restrukturyzacyjne przedsiębiorstwa. Prawo konkurencji i ochrona konsumenta na rynku UE. Podatki w działalności gospodarczej – CIT, VAT, PIT i ich rozliczanie.	WYK: zaliczenie pisemne - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia. CW: ocena ze sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
Blok "Smart Factory i Przemysł 4.0"				
1	Technologie Internetu rzeczy (e)	K_W09, K_U03, K_U04, K_K04	Ewolucja IoT – od M2M do Internetu Rzeczy i Przemysłowego IoT (IIoT). Architektura systemów IoT – urządzenia, sieć, platforma, aplikacje. Mikrokontrolery i systemy wbudowane w IoT – ESP32, STM32, Arduino. Systemy operacyjne dla IoT – FreeRTOS, Zephyr, Mbed OS. Komunikacja bezprzewodowa w IoT: WiFi, Bluetooth BLE, Zigbee, LoRaWAN, NB-IoT. Protokoły aplikacyjne IoT: MQTT, CoAP, HTTP REST, WebSocket. Platformy chmurowe IoT – AWS IoT Core, Azure IoT Hub, Google Cloud IoT. Przetwarzanie danych na krawędzi (edge) i w chmurze (cloud). Bezpieczeństwo urządzeń i sieci IoT – szyfrowanie, uwierzytelnianie, firmware update. Zarządzanie flotą urządzeń IoT – provisioning, monitoring, aktualizacja OTA. Integracja IoT z systemami przemysłowymi – OPC UA, MQTT Sparkplug. Studium przypadku: wdrożenie systemu IIoT w zakładzie produkcyjnym.	WYK: zaliczenie pisemne - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia. LAB: ocena ze sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
2	Infrastruktura techniczna przedsiębiorstwa produkcyjnego	K_W01, K_W09, K_U01, K_U04, K_K02	Planowanie przestrzenne zakładu produkcyjnego – layout i zasady jego projektowania. Systemy energetyczne w zakładach przemysłowych – zasilanie, dystrybucja, rezerwowe źródła energii. Infrastruktura sieciowa i teleinformatyczna – przemysłowe sieci LAN, WAN, topologie. Utrzymanie ruchu i zarządzanie majątkiem produkcyjnym (TPM, RCM, CMMS). Systemy wentylacji, klimatyzacji i ogrzewania w halach produkcyjnych (HVAC). Gospodarka wodno-ściekowa i sprężonym powietrzem w zakładzie. Bezpieczeństwo infrastruktury – systemy poż., sygnalizacja, BHP. Zarządzanie nieruchomościami przemysłowymi i Facility Management. Standardy organizacji miejsca pracy – 5S, wizualizacja, znakowanie. Transport wewnętrzny – systemy przenośnikowe, wózki AGV, suwnice, regały wysokiego składowania. Cyfryzacja infrastruktury – SCADA, CMMS, BIM dla obiektów przemysłowych. Planowanie inwestycji infrastrukturalnych – analiza ekonomiczna i harmonogram.	WYK: zaliczenie pisemne - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia. LAB: ocena ze sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
3	Transport i logistyka w systemach produkcyjnych	K_W06, K_U01, K_U06, K_K02	Logistyka produkcji – pojęcie, zakres i znaczenie w przedsiębiorstwie przemysłowym. Zarządzanie łańcuchem dostaw (SCM) – koncepcja, uczestnicy, modele referencyjne (SCOR). Planowanie i realizacja dostaw – Incoterms, dokumenty przewozowe, procedury celne. Transport drogowy, kolejowy, morski i lotniczy – charakterystyka i dobór środka transportu. Systemy magazynowe – rodzaje magazynów, technologie składowania, systemy WMS. Zarządzanie zapasami – modele EOQ, analiza ABC/XYZ, point of reorder. Lean logistics – eliminacja strat w logistyce, milk runs, milk flow. E-logistyka i cyfryzacja łańcucha dostaw – śledzenie przesyłek, blockchain w logistyce. Optymalizacja tras transportu i problemy marszrutyzacji (VRP). Zrównoważona logistyka – green logistics i redukcja emisji transportu. Cross-docking, co-manufacturing i inne zaawansowane strategie logistyczne. Wskaźniki efektywności logistyki – OTIF, koszt obsługi, rotacja zapasów.	WYK: zaliczenie pisemne - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia. LAB: ocena ze sprawozdań z wykonanych ćwiczeń

4	Cyfrowe bliźniaki i sztuczna inteligencja w zarządzaniu i optymalizacji produkcji (e)	K_W09, K_U02, K_U04, K_U05, K_K04	Koncepcja cyfrowego bliźniaka (Digital Twin) – definicja, rodzaje i architektura. Tworzenie modeli 3D i symulacyjnych na potrzeby cyfrowych bliźniaków. Synchronizacja cyfrowego bliźniaka z obiektem fizycznym – sensory, IoT, OPC UA. Platformy do budowy cyfrowych bliźniaków: Siemens Tecnomatix, PTC ThingWorx, Azure DT. Zastosowanie DT w projektowaniu produktu i procesu – skrócenie czasu wprowadzenia na rynek. Optymalizacja produkcji z użyciem cyfrowego bliźniaka – parametry, layout, harmonogram. Predykcyjne utrzymanie ruchu oparte na danych DT i algorytmach AI. Sztuczna inteligencja w zarządzaniu produkcją – klasyfikacja zastosowań. Algorytmy ML do optymalizacji harmonogramowania i planowania produkcji. Wykrywanie anomalii i kontrola jakości on-line z wykorzystaniem AI. Wyzwania wdrożeniowe cyfrowych bliźniaków – interoperacyjność, bezpieczeństwo danych. Studium przypadku: cyfrowy bliźniak linii produkcyjnej.	WYK: zaliczenie pisemne - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia. LAB: ocena ze sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
5	Programowanie systemów produkcji (e)	K_W01, K_W06, K_U04, K_U06, K_K04	Systemy sterowania produkcją – hierarchia RAMI 4.0 i architektura ISA-95. Programowanie sterowników przemysłowych PLC/DCS w środowiskach IEC 61131-3. Systemy SCADA – programowanie wizualizacji, trendów i alarmów. Komunikacja przemysłowa – OPC UA, Modbus, Profinet, EtherNet/IP. Programowanie robotów – języki natywne (RAPID, KRL), programowanie offline. Języki programowania wysokiego poziomu w automatyce: Python, C++ w systemach RT. Systemy czasu rzeczywistego (RTOS) i wymagania czasowe aplikacji przemysłowych. Cyberbezpieczeństwo systemów sterowania – IEC 62443, segmentacja sieci OT/IT. Testowanie i uruchamianie oprogramowania systemów produkcyjnych. Wersjonowanie kodu i zarządzanie konfiguracją w projektach automatyki. Integracja systemów sterowania z MES i ERP – wymiana danych, API, middleware. Dokumentacja oprogramowania systemów produkcji – standardy i narzędzia.	WYK: zaliczenie pisemne - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia. LAB: ocena ze sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
6	AI i analityka danych w biznesie	K_W07, K_W09, K_U05, K_U07, K_K04	Zastosowania sztucznej inteligencji w zarządzaniu i biznesie – przegląd obszarów. Uczenie maszynowe w predykcji wyników biznesowych i analityce klientów. Przetwarzanie języka naturalnego (NLP) – analiza sentymentu, chatboty, automatyzacja dokumentów. Komputerowe systemy wspomagania decyzji (DSS) oparte na AI. Generatywna sztuczna inteligencja w procesach biznesowych (LLM, GPT, Copilot). Automatyzacja procesów z RPA i AI – hiperautomatyzacja. Analityka predykcyjna w zarządzaniu ryzykiem i planowaniu finansowym. Wizualizacja danych i dashboards AI – Power BI, Tableau, Qlik Sense. Wdrażanie modeli AI w organizacji – MLOps, zarządzanie cyklem życia modelu. Etyka AI w biznesie – bias, przejrzystość, regulacje (EU AI Act), ROI z inwestycji w AI – metodologia pomiaru wartości biznesowej. Trendy w AI dla biznesu – edge AI, AI-as-a-service, demokratyzacja AI.	WYK: zaliczenie pisemne - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia. LAB: ocena ze sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
7	Rachunek kosztów dla inżynierów (e)	K_W08, K_U07, K_K02, K_K03	Podstawowe pojęcia rachunku kosztów – koszt, wydatek, nakład i ich rozróżnienie. Klasyfikacja kosztów – stałe, zmienne, bezpośrednie, pośrednie, krańcowe. Kalkulacja kosztów produktu – metody zlecieniowe i procesowe (process costing). Rachunek kosztów działań (ABC – Activity Based Costing) i zarządzanie przez działania (ABM). Analiza prognozy rentowności (BEP) i margines bezpieczeństwa. Koszty jakości – prewencja, ocena, braki wewnętrzne i zewnętrzne. Budżetowanie kosztów produkcji i analiza odchyleń budżetowych. Rachunek kosztów docelowych (Target Costing) w projektowaniu produktów. Koszty cyklu życia produktu (LCC) i ich minimalizacja w fazie projektowania. Controlling produkcji – wskaźniki kosztowe i ich interpretacja dla inżynierów. Rachunek kosztów w decyzjach make-or-buy i inwestycyjnych. Kalkulacja kosztów automatyzacji – analiza opłacalności robotyzacji linii produkcyjnej.	WYK: zaliczenie pisemne - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia. CW: ocena ze sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
8	Prawo gospodarcze i umowy w obrocie gospodarczym (e)	K_W08, K_U07, K_K02, K_K03	System prawa gospodarczego – prawo publiczne i prywatne w obrocie gospodarczym. Swoboda działalności gospodarczej i jej ograniczenia wynikające z przepisów prawa. Prawo zobowiązań – oferta, przyjęcie, zawarcie i wykonanie umowy. Umowa sprzedaży, dostawy i kontraktacja w obrocie gospodarczym B2B. Umowa o dzieło i umowa o roboty budowlane w projektach inżynierskich. Umowy licencyjne i przeniesienie praw własności intelektualnej w działalności R&D. Odpowiedzialność kontraktowa i deliktowa przedsiębiorcy. Zabezpieczenia wierzytelności – gwarancje, poręczenie, weksel, hipoteka. Prawo Unii Europejskiej w działalności transgranicznej – swobody rynku wewnętrznego. Arbitraż i mediacja jako alternatywne metody rozwiązywania sporów gospodarczych. Zamówienia publiczne – PZP, kryteria oceny ofert, odwołania. Prawo restrukturyzacyjne i upadłościowe – ochrona wierzyciela i dłużnika.	WYK: zaliczenie pisemne - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia. CW: ocena ze sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
MODUŁY ZAJĘĆ Z OBSZARÓW NAUK HUMANISTYCZNYCH LUB SPOŁECZNYCH				

31	Innowacyjność i kreatywne myślenie (e)	K_W10, K_U11, K_K01, K_K04, K_K05	Pojęcie innowacji – rodzaje (produktowa, procesowa, organizacyjna, marketingowa) i modele innowacji. Kreatywność jako kompetencja – uwarunkowania i metody jej rozwijania. Techniki kreatywnego myślenia: brainstorming, SCAMPER, mapa myśli, Design Thinking. Design Thinking – empatia, definiowanie problemu, ideacja, prototypowanie, testowanie. Lean Startup – MVP, pivot i metodologia weryfikacji hipotez biznesowych. Zarządzanie innowacjami w organizacji – kultura innowacji, otwarta innowacja. Ekosystem innowacji – inkubatory, akceleratory, klastry, współpraca nauki z przemysłem. Finansowanie innowacji – granty B+R (NCBiR, Horyzont Europa), venture capital. Własność intelektualna jako wynik procesu innowacyjnego. Bariery innowacyjności w organizacjach i metody ich przełamywania. Innowacje społeczne i odpowiedzialne innowacje (Responsible Research and Innovation). Mierzenie innowacyjności organizacji – wskaźniki i benchmarking.	WYK: zaliczenie pisemne - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia. CW: ocena ze sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
32	Przedmiot obieralny - nauki humanistyczne (e)	K_W10, K_K01, K_K03	Interdyscyplinarny charakter nauk humanistycznych i społecznych w kontekście inżynierskim. Filozofia techniki – etyczne i społeczne aspekty postępu technologicznego. Socjologia organizacji – grupy społeczne, role, struktury i dynamika organizacyjna. Historia myśli zarządczej – od Taylora do zarządzania XXI wieku. Psychologia pracy – motywacja, satysfakcja zawodowa, wypalenie zawodowe. Komunikacja interpersonalna i negocjacje w środowisku zawodowym. Etyka inżynierska – odpowiedzialność zawodowa i dylematy etyczne inżyniera. Kulturowe aspekty zarządzania – wymiary kultury Hofstede, zarządzanie wielokulturowe. Sztuka i design jako źródło inspiracji w inżynierii i zarządzaniu. Retoryka i erystyka – argumentacja i perswazja w komunikacji zawodowej. Nowe media i cyfrowa transformacja społeczeństwa. Rola humanistyki w kształtowaniu odpowiedzialnych technologicznie społeczeństw.	WYK: zaliczenie pisemne - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia.
33	Rozwój kompetencji społecznych	K_W11, K_U10, K_K02, K_K03,	Kompetencje społeczne i ich rola w karierze zawodowej inżyniera. Inteligencja emocjonalna – samoświadomość, samoregulacja, empatia, umiejętności społeczne. Komunikacja interpersonalna – aktywne słuchanie, feedback, asertywność. Praca zespołowa – fazy rozwoju zespołu (Tuckman), role zespołowe (Belbin). Przywództwo i style zarządzania – przywództwo sytuacyjne i transformacyjne. Zarządzanie konfliktem – źródła, typy i strategie rozwiązywania konfliktów. Negocjacje – techniki, style i etapy procesu negocjacyjnego. Zarządzanie stresem i odporność psychiczna (resilience) w pracy zawodowej. Kompetencje międzykulturowe w globalnym środowisku pracy. Networking i budowanie relacji zawodowych. Autoprezentacja i budowanie marki osobistej. Planowanie kariery zawodowej i lifelong learning.	WYK: zaliczenie pisemne - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia. cw: ocena ze sprawozdań z wykonanych ćwiczeń
34	Język obcy	K_U08, K_U09, K_K03	Specjalistyczne słownictwo techniczne z zakresu inżynierii mechanicznej i produkcji. Czytanie i analiza anglojęzycznych norm technicznych, standardów ISO i IEC. Pisanie technicznych raportów, specyfikacji i instrukcji obsługi w języku angielskim. Przygotowanie i wygłaszanie prezentacji technicznych przed anglojęzycznym audytorium. Prowadzenie korespondencji biznesowej – e-maile, pisma formalne, oferty techniczne. Uczestnictwo w anglojęzycznych spotkaniach projektowych i telekonferencjach. Analiza przypadków (case studies) z branżowych czasopism anglojęzycznych. Terminologia z obszaru zarządzania projektem w języku angielskim (PMI, PMBOK). Język akademicki – streszczenia (abstracts), recenzje (reviews), artykuły konferencyjne. Tłumaczenie techniczne – pułapki i różnice terminologiczne między polskim a angielskim. Język angielski w negocjacjach kontraktowych i rozmowach z klientem zagranicznym. Certyfikaty językowe w kontekście zawodowym – TOEIC, IELTS, Cambridge B2/C1.	egzamin pisemny - wymagane ponad 50% punktów do zaliczenia

* Wypełnia DJIOK

.....
data i podpis
Zastępca ds. Kształcenia

.....
data i podpis
Dyrektora Kolegium