

## Program studiów

Kierunek studiów:	mechanika i budowa maszyn
Poziom studiów:	studia pierwszego stopnia
Profil studiów:	ogólnoakademicki
Formy studiów:	studia stacjonarne studia niestacjonarne
Liczba semestrów:	studia stacjonarne: 7 semestrów studia niestacjonarne: 7 semestrów
Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów:	215 ECTS
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:	inżynier
Kierunek studiów jest przyporządkowany do dyscyplin:	inżynieria mechaniczna (70%) – dyscyplina wiodąca inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka (15%) inżynieria materiałowa (10%) automatyka, elektronika i elektrotechnika (5%)
Łączna liczba godzin zajęć:	studia stacjonarne: 2610 studia niestacjonarne: 1456
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia:	studia stacjonarne: 112 ECTS studia niestacjonarne: 112 ECTS
Liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych – w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne:	5 ECTS
Wymiar oraz liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach praktyk zawodowych:	4 tygodnie 6 ECTS
Zasady i forma odbywania praktyk zawodowych:	Zgodnie z "Regulaminem Studiów i Regulaminem Praktyk Studenckich", na podstawie wspólnego ustalenia pomiędzy zakładem pracy a Wydziałowym Opiekunem Praktyk

Kategoria efektu	Symbol	Treść efektu uczenia się	Uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia (kod składnika opisu PRK)	Ogólne charakterystyki drugiego stopnia (kod składnika opisu PRK)	dla dziedziny sztuki / dla kompetencji inżynierskich (TAK/NIE)
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W01	zagadnienia z zakresu matematyki, statystyki matematycznej, fizyki, chemii przydatne do formułowania, rozwiązywania, opisywania zadań i analiz związanych z mechaniką i budową maszyn	P6U_W	P6S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W02	metody i procedury numeryczne, zagadnienia programowania i możliwości obliczeń inżynierskich i symulacji oraz zagadnienia z zakresu sztucznej inteligencji i inżynierii wiedzy	P6U_W	P6S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W03	podstawowe zagadnienia z zakresu elektrotechniki, elektroniki, automatyki i teorii sterowania, technologii informacyjnych oraz informatyki	P6U_W	P6S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W04	podstawowe zagadnienia z zakresu mechaniki, wytrzymałości materiałów oraz podstaw konstrukcji maszyn	P6U_W	P6S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W05	zagadnienia z zakresu zapisu konstrukcji oraz grafiki inżynierskiej	P6U_W	P6S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W06	podstawowe metody, techniki i narzędzia wykorzystywane do rozwiązywania zadań inżynierskich, takich jak projektowanie i konstruowanie maszyn, projektowanie procesów technologicznych (w tym procesów materiałowych), obliczeń wytrzymałościowych, cieplnych pomiarów technicznych oraz modelowania i symulacji procesów	P6U_W	P6S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W07	podstawowe zagadnienia z zakresu mechaniki płynów, termodynamiki, procesów cieplnych oraz układów napędowych	P6U_W	P6S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W08	budowę i działanie najczęściej spotykanych w przemyśle maszyn i urządzeń technologicznych	P6U_W	P6S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W09	szczegółowe zagadnienia z zakresu mechaniki, wytrzymałości materiałów, metod projektowania i konstruowania maszyn oraz materiałów inżynierskich i ich doborem	P6U_W	P6S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W10	zagadnienia z zakresu nauki o materiałach, zasad doboru materiałów inżynierskich, komputerowego wspomaganie doboru materiałów, badania struktury i własności materiałów, a także zagadnienia związane z trendami rozwoju nowych materiałów inżynierskich	P6U_W	P6S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W11	podstawowe procesy zachodzące w cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych charakterystycznych dla studiowanej specjalności	P6U_W	P6S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W12	podstawową wiedzę na temat zasad przeprowadzania i opracowania wyników pomiarów fizycznych, rodzajów niepewności pomiarowych, sposobów ich wyznaczania i wyrażania	P6U_W	P6S_WG	TAK

Wiedza: zna i rozumie	K1A_W13	podstawowe normy techniczne, zalecenia, w szczególności rozumie potrzebę poprawnej interpretacji dokumentacji i katalogów maszyn, urządzeń i procesów związanych z mechaniką i budową maszyn	P6U_W	P6S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W14	ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości, wykorzystującej wiedzę z zakresu mechaniki, budowy eksploatacji maszyn, inżynierii materiałowej oraz automatyki i robotyki	P6U_W	P6S_WK	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W15	podstawowe zagadnienia z zakresu zarządzania, w tym zarządzania środowiskiem, zarządzania jakością, zasobami ludzkimi oraz zarządzania projektem i przedsiębiorstwem przemysłowym	P6U_W	P6S_WK	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W16	podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego; zna i rozumie metody skutecznego korzystania z zasobów informacji patentowej	P6U_W	P6S_WK	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W17	podstawowe zagadnienia z zakresu języka angielskiego lub innego języka obcego uznawanego za język komunikacji międzynarodowej, a w szczególności: zna i rozumie podstawowe zagadnienia gramatyczne i leksykalne oraz posługuje się nimi w sposób komunikatywny, zna i rozumie polecenia oraz wyrażenia stosowane w życiu codziennym i zawodowym	P6U_W		TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W18	fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji	P6U_W	P6S_WK	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W19	podstawowe społeczne, ekonomiczne, prawne i inne pozatechniczne uwarunkowania działalności inżynierskiej	P6U_W	P6S_WK	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U01	pozyskiwać, integrować i interpretować informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim zwłaszcza dla celów realizacji prac przejściowych, dyplomowych, wystąpień seminaryjnych, przygotowania referatów na konferencje	P6U_U	P6S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U02	posługiwać się rysunkiem technicznym, zapisem komputerowym (numerycznym), zapisami w językach symbolicznych (języki programowania komputerowego)	P6U_U	P6S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U03	przygotować w języku polskim i języku angielskim raport oraz projekt inżynierski z zakresu mechaniki budowy maszyn	P6U_U		TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U04	przygotować i wygłosić referat z zakresu mechaniki i budowy maszyn posługując się dostępną literaturą	P6U_U	P6S_UK	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U05	posługiwać się aktywnie i biernie co najmniej jednym językiem obcym, w tym posługiwać się terminologią anglojęzyczną z zakresu mechaniki i budowy maszyn oraz informatyki, zgodne z wymaganiami określonymi dla poziomu B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego	P6U_U	P6S_UK	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U06	tworzyć dokumentację projektowo-konstrukcyjną z użyciem systemów klasy CAD, tworzyć programy komputerowe wspomagające rozwiązywanie różnych zagadnień technicznych oraz posługiwać się programami komputerowymi klasy Cax	P6U_U	P6S_UW	TAK

Umiejętności: potrafi	K1A_U07	planować i przeprowadzać eksperymenty w ramach prac przejściowych i dyplomowych z obszaru mechaniki i budowy maszyn, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski	P6U_U	P6S_UK	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U08	sformułować i rozwiązać podstawowe problemy z zakresu studiowanej specjalności	P6U_U	P6S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U09	ma przygotowanie niezbędne do pracy w środowisku przemysłowym oraz zna zasady bezpieczeństwa związane z tą pracą	P6U_U	P6S_UO	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U10	projektować proste maszyny i urządzenia oraz potrafi dokonać wstępnej analizy ekonomicznej proponowanych rozwiązań i podejmowanych działań inżynierskich	P6U_U	P6S_UO	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U11	ocenić i zastosować właściwą metodę i narzędzia do projektowania inżynierskiego o charakterze praktycznym	P6U_U	P6S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U12	zaprojektować prosty proces technologiczny charakterystyczny dla studiowanej specjalności	P6U_U	P6S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U13	stosować logikę do poprawnego formułowania wypowiedzi i oceny prawdziwości zdań złożonych, posiada umiejętność prowadzenia obliczeń w przestrzeniach wektorowych, umie używać języka wektorów i macierzy w zagadnieniach technicznych, rozumie pojęcie funkcji ciągłej i różniczkowalnej zna zastosowania geometryczne i fizyczne całki oznaczonej, wykorzystywać metody rachunku różniczkowego i całkowego do opisu zagadnień fizycznych i technicznych	P6U_U	P6S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U14	analizować i rozwiązywać proste problemy fizyczne w oparciu o poznane prawa i metody fizyki, w szczególności: a) rozumie podstawowe prawa fizyki i potrafi wytłumaczyć na ich podstawie przebieg zjawisk fizycznych, b) potrafi wykorzystać poznane prawa i metody fizyki oraz odpowiednie narzędzia matematyczne do rozwiązywania typowych problemów fizycznych	P6U_U	P6S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U15	budować modele różnych procesów technicznych oraz analizować je stosując metody analityczne, eksperymentalne oraz prowadzić symulacje tych procesów	P6U_U	P6S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U16	zapropozować technologię wytwarzania w celu kształtowania postaci, struktury i własności wytworów	P6U_U	P6S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U17	posługiwać się podstawową aparaturą pomiarową, metrologią warsztatową i metodami szacowania błędów pomiaru	P6U_U	P6S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U18	dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania istniejących rozwiązań technicznych związanych ze studiowaną specjalnością i ocenić skutki tych rozwiązań	P6U_U	P6S_UW	TAK

Umiejętności: potrafi	K1A_U19	wykorzystywać posiadaną wiedzę - formułować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy oraz wykonywać zadania w nieprzewidywalnych warunkach przez: - właściwy dobór źródeł oraz informacji z nich pochodzących, dokonywania oceny, krytycznej analizy i syntezy tych informacji; - dobór oraz stosowanie właściwych metod i narzędzi, w tym zaawansowanych technik informacyjno-komunikacyjnych (ICT)	P6U_U	P6S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U20	brać udział w debacie – przedstawiać i oceniać różne opinie i stanowiska oraz dyskutować o nich	P6U_U	P6S_UK	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U21	planować i organizować pracę – indywidualną oraz w zespole	P6U_U	P6S_UU	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U22	samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie	P6U_U	P6S_UU	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U23	przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich w obszarze mechaniki i budowy maszyn dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne	P6U_U	P6S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U24	zgodnie z zadaną specyfikacją, uwzględniając aspekty pozatechniczne, zaprojektować oraz wykonać proste urządzenie, obiekt, system lub proces związane z mechaniką i budową maszyn, używając właściwych metod, technik, narzędzi i materiałów	P6U_U	P6S_UW	TAK
Kompetencje społeczne: jest gotów do	K1A_K01	doskonalenia kompetencji zawodowych oraz do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów praktycznych i poznawczych	P6U_K	P6S_KR	TAK
Kompetencje społeczne: jest gotów do	K1A_K02	krytycznej oceny pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko, i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje	P6U_K	P6S_KK	TAK
Kompetencje społeczne: jest gotów do	K1A_K03	współdziałania i pracy w zespole, przyjmując w niej różne role	P6U_K	P6S_KO	TAK
Kompetencje społeczne: jest gotów do	K1A_K04	określania priorytetów służące realizacji określonego zadania; ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz zespołu	P6U_K	P6S_KO	TAK
Kompetencje społeczne: jest gotów do	K1A_K05	identyfikacji i rozstrzygania dylematów związanych z wykonywaniem zawodu	P6U_K	P6S_KR	TAK
Kompetencje społeczne: jest gotów do	K1A_K06	myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy oraz inicjowania działań na rzecz interesu publicznego	P6U_K	P6S_KO	TAK
Kompetencje społeczne: jest gotów do	K1A_K07	wypełniania roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza do formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały	P6U_K	P6S_KO	TAK
Kompetencje społeczne: jest gotów do	K1A_K08	krytycznej oceny posiadanej wiedzy	P6U_K	P6S_KK	TAK
Kompetencje społeczne: jest gotów do	K1A_K09	odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych, w tym przestrzegania zasad etyki zawodowej i wymagania tego od innych oraz dbałości o dorobek i tradycje zawodu	P6U_K	P6S_KR	TAK

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w trakcie całego cyklu kształcenia:

L.p.	Nazwa sposobu weryfikacji i oceny efektów uczenia się	Opis
1	egzamin pisemny	esej, krótkie ustrukturyzowane pytania, test wielokrotnego wyboru
2	egzamin ustny	sprawdzenie wiedzy na poziomie wyższym, nie ogranicza się do wyłącznej znajomości faktów, w szczególności służy sprawdzeniu poziomu zrozumienia, umiejętności analizy, syntezy i rozwiązywania problemów.
3	obserwacja	bezpośrednia obserwacja studenta w czasie wykonywania przez niego działań właściwych dla danego zadania zawodowego
4	zadanie projektowe	sprawdzenie wiedzy o charakterze praktycznym na podstawie ilościowych, jakościowych i sytuacyjnych danych wejściowych
5	ćwiczenie konstrukcyjne	sprawdanie wiedzy o charakterze praktycznym poprzez utworzenie zapisu konstrukcji w postaci rysunku 2D lub modelu 3D na podstawie przedstawionych danych wejściowych
6	kartkówka	krótki pisemny lub rysunkowy sprawdzian wiedzy obejmujący ograniczoną partię materiału
7	elaborat	pisemny raport dotyczący np. wykonanych badań literaturowych
8	prezentacja multimedialna	przedstawienie za pomocą programów do tworzenia prezentacji danej partii wiedzy lub sposobu rozwiązania problemu typowego dla studiowanego przedmiotu
9	obrona projektu	przedstawienie rozwiązania opracowanego w ramach zrealizowanego projektu
10	odpowiedź ustna	werbalny środek sprawdzenia wiedzy obejmujący ograniczoną partię materiału

## Zajęcia

L.p.	Nazwa zajęć lub grupy zajęć	Liczba punktów ECTS	Efekty uczenia się (symbole)	Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się
1	Język angielski	8	K1A_W17, K1A_U01, K1A_U03, K1A_U05	Tematyka/słownictwo, funkcje komunikacyjne i struktury gramatyczne zgodne z „Europejskim Systemem Opisu Kształcenia Językowego” na poziomie biegłości językowej B2 w oparciu o język specjalistyczny – techniczny.
2	Wychowanie fizyczne			Gry zespołowe i sporty indywidualne jako środki wspierające rozwój psychofizyczny człowieka. Poznanie elementów techniki (sporty indywidualne) i taktyki, sporty zespołowe.
3	Przedmiot humanistyczny	1	K1A_W15, K1A_W19, K1A_U22, K1A_K07	zależnie od wybranego przedmiotu
4	Przedmiot ekonomiczny	3	K1A_W15, K1A_W19, K1A_U05, K1A_U06, K1A_U10, K1A_K02, K1A_K06	zależnie od wybranego przedmiotu
5	Ochrona własności intelektualnych	1	K1A_W15, K1A_W16, K1A_K02, K1A_K05, K1A_U09	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojęcie własności intelektualnej. Geneza praw własności intelektualnej. Charakter prawny praw na dobrach niematerialnych. Zasady prawa własności intelektualnej. Europejski i międzynarodowy kontekst prawa własności intelektualnej. Źródła prawa własności intelektualnej.</li> <li>• Przedmiot prawa autorskiego. Podmiot prawa autorskiego. Autorskie prawa osobiste. Autorskie prawa majątkowe.</li> <li>• Pojęcie praw pokrewnych. Charakter prawny praw pokrewnych. Prawa artystów wykonawców. Pozostałe prawa pokrewne.</li> <li>• Zdolność patentowa wynalazku. Prawo do patentu. Procedura patentowa. Prawo z patentu i jego ograniczenia.</li> <li>• Wzory użytkowe i przemysłowe. Topografie układów scalonych.</li> <li>• Znaki towarowe. Oznaczenia geograficzne.</li> <li>• Utwory audiowizualne. Programy komputerowe. Sui generis prawa do baz danych. Projekty racjonalizatorskie. Nowe odmiany roślin.</li> </ul>

6	Matematyka	12	K1A_W02, K1A_U13, K1A_W14	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementy logiki.</li> <li>• Liczby zespolone.</li> <li>• Macierze i wyznaczniki.</li> <li>• Układy równań.</li> <li>• Wektory.</li> <li>• Geometria analityczna w przestrzeni</li> <li>• Rachunek różniczkowy funkcji jednej zmiennej</li> <li>• Rachunek całkowy funkcji jednej zmiennej.</li> <li>• Rachunek różniczkowy funkcji dwu zmiennych.</li> <li>• Całka podwójna.</li> <li>• Całka potrójna.</li> <li>• Równania różniczkowe zwyczajne.</li> </ul>
7	Technologie informatyczne	1	K1A_W02, K1A_W03, K1A_U02	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Przetwarzanie tekstu, przygotowanie tekstu technicznego.</li> <li>• Arkusze kalkulacyjne: podstawy obliczeń inżynierskich.</li> <li>• Grafika prezentacyjna.</li> <li>• Obsługa baz danych.</li> </ul>
8	Fizyka	6	K1A_W01, K1A_W12, K1A_U13, K1A_U14, K1A_U17	<p>1) Mechanika punktu materialnego i bryły sztywnej.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematyka i dynamika ruchu punktu materialnego.</li> <li>• Zasady dynamiki ruchu postępowego.</li> <li>• Dynamika ruchu po okręgu.</li> <li>• Ruch obrotowy.</li> <li>• Dynamika ruchu obrotowego.</li> <li>• Transformacja współrzędnych między układami odniesienia.</li> <li>• Dynamika w nieinercjalnych układach odniesienia.</li> </ul> <p>2) Termodynamika i fizyka statystyczna.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe założenia teorii gazu doskonałego.</li> <li>• Równanie stanu gazu doskonałego.</li> <li>• Temperatura gazu i zerowa zasada termodynamiki.</li> <li>• Energia wewnętrzna układu.</li> <li>• Ciepło właściwe gazu doskonałego.</li> <li>• Zasada ekwipartycji energii.</li> <li>• Rozkład Boltzmanna prędkości cząsteczek gazu doskonałego.</li> <li>• Wzór barometryczny.</li> <li>• Zjawiska transportu w gazach rozrzedzonych: dyfuzja, przewodnictwo cieplne, lepkość.</li> </ul> <p>3) Podstawowe prawa elektrodynamiki i magnetyzmu.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrodynamika (Równania Maxwella, Prawo Gaussa, Prawo Ampera).</li> <li>• Ruch ładunków w polu elektromagnetycznym.</li> <li>• Akceleratory, spektrometry mas.</li> <li>• Zjawisko Halla.</li> <li>• Prawo Faradaya.</li> <li>• Indukcja elektromagnetyczna.</li> <li>• Silniki i prądnice.</li> <li>• Równanie falowe pola elektromagnetycznego.</li> </ul>



				<p>4) Podstawy mechaniki kwantowej i budowy materii.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hipoteza kwantowa i wzór Plancka.</li> <li>• Foton jako kwant energii fali elektromagnetycznej.</li> <li>• Zjawisko fotoelektryczne.</li> <li>• Zjawisko Comptona.</li> <li>• Budowa atomu.</li> <li>• Mechanika kwantowa.</li> <li>• Równanie Schroedingera.</li> </ul>
9	Chemia	5	K1A_W01, K1A_U15, K1A_U17	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe pojęcia i prawa chemii.</li> <li>• Budowa atomu, układ okresowy.</li> <li>• Właściwości pierwiastków.</li> <li>• Związki chemiczne-rodzaje, budowa cząsteczki.</li> <li>• Oddziaływania międzycząsteczkowe.</li> <li>• Otrzymywanie, budowa i właściwości związków nieorganicznych i kompleksowych.</li> <li>• Podstawowe wiadomości o związkach organicznych: węglowodorów alifatycznych i aromatycznych, alkoholi, fenoli, estrów, aldehydów, ketonów, kwasów karboksylowych, estrów, amin oraz związków heterocyklicznych i halogenoorganicznych.</li> <li>• Stany skupienia materii - gazy, ciecze, ciała stałe.</li> <li>• Roztwory.</li> <li>• Typy reakcji chemicznych, spalanie.</li> <li>• Elementy termodynamiki chemicznej, termochemia.</li> <li>• Elementy termodynamiki procesów nieodwracalnych.</li> <li>• Elementy kinetyki chemicznej.</li> <li>• Zjawisko osmozy.</li> <li>• Zjawiska na granicy faz - adsorpcja.</li> <li>• Elektrochemia - potencjał elektrod, ogniwa, elektroliza, korozja.</li> <li>• Elementy spektroskopii molekularnej.</li> </ul>

10	Mechanika	11	K1A_W04, K1A_W09, K1A_W14, K1A_U14, K1A_U23	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentalne prawa i założenia mechaniki;</li> <li>• Statyka punktu materialnego;</li> <li>• Wektory - rozkładanie wektora siły na składowe;</li> <li>• Równowaga punktu materialnego;</li> <li>• Siła w przestrzeni; Bryła sztywne;</li> <li>• Moment siły względem punktu; Moment pary sił;</li> <li>• Równoważne układy sił;</li> <li>• Reakcje więzów w układach płaskich;</li> <li>• Warunki równowagi bryły sztywnej; Reakcje więzów w układach przestrzennych;</li> <li>• Kratownice;</li> <li>• Siły wewnętrzne i momenty gnące w belkach;</li> <li>• Kinematyka i dynamika punktu materialnego;</li> <li>• Pęd punktu materialnego;</li> <li>• Kręt punktu materialnego;</li> <li>• Praca siły ciężkości, sprężystości, grawitacji;</li> <li>• Energia kinetyczna;</li> <li>• Moc i sprawność;</li> <li>• Energia potencjalna;</li> <li>• Zasada pędu i impulsu siły;</li> <li>• Pęd układu punktów materialnych;</li> <li>• Kręt układu punktów materialnych;</li> <li>• Zasada pracy i energii;</li> <li>• Kinematyka bryły sztywnej;</li> <li>• Ruch złożony punktu materialnego;</li> <li>• Podstawowe pojęcia mechaniki analitycznej</li> </ul>
11	Wytrzymałość materiałów	6	K1A_W04, K1A_W06, K1A_W09, K1A_W10, K1A_U23	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siły wewnętrzne w prętach, pojęcia naprężenia i odkształcenia.</li> <li>• Własności mechaniczne materiałów, wykres rozciągania. Związki fizyczne.</li> <li>• Rozciąganie i ściskanie prętów, układy prętowe.</li> <li>• Skręcanie prętów.</li> <li>• Zginanie prętów prostych. Oś ugięta belki.</li> <li>• Ścinanie prętów.</li> <li>• Wyboczenie prętów.</li> <li>• Podstawy teorii stanu naprężenia i odkształcenia.</li> <li>• Wytężenie materiału, hipotezy wytężeniowe.</li> <li>• Wytrzymałość złożona prętów.</li> <li>• Naprężenia termiczne.</li> <li>• Powłoki osiowo - symetryczne i rury grubościennie.</li> <li>• Tarcze wirujące i płyty kołowo - symetryczne.</li> <li>• Zmęczenie materiału.</li> <li>• Metody numeryczne w wytrzymałości materiałów.</li> </ul>

12	Mechanika płynów	6	K1A_W07, K1A_U17	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Przedmiot mechaniki płynów i podstawowy jej podział.</li> <li>• Własności płynów.</li> <li>• Siły działające w płynach.</li> <li>• Warunki równowagi.</li> <li>• Prawo Pascala.</li> <li>• Ciśnienie hydrostatyczne.</li> <li>• Napór hydrostatyczny.</li> <li>• Wypór, zasada Archimedesesa.</li> <li>• Równanie ciągłości przepływu.</li> <li>• Podstawowe równania ruchu płynów nielepkich.</li> <li>• Równanie Bernoulliego.</li> <li>• Ciśnienie dynamiczne.</li> <li>• Pomiar strumienia przepływu.</li> <li>• Wypływ cieczy ze zbiornika.</li> <li>• Czas opróżniania zbiornika z cieczą.</li> <li>• Równania ruchu płynów lepkich.</li> <li>• Podobieństwo dynamiczne przepływów.</li> <li>• Opór w przepływie.</li> <li>• Przepływy laminarne i turbulენტne.</li> <li>• Obliczanie strat w przepływach.</li> <li>• Wybrane zagadnienia przepływów płynu ściśliwego.</li> </ul>
<b>PRZEDMIOTY KIERUNKOWE</b>				
13	Metalurgia (chemia procesów metal.)	2	K1A_W01, K1A_W06, K1A_W10, K1A_W11, K1A_U16	Definicja metrologii, jej podział, znaczenie w budowie maszyn. Pojęcia podstawowe w metrologii: wielkości fizyczne i jednostki miar, pomiary. Narzędzia pomiarowe i ich klasyfikacja. Błędy wyników pomiarów. Rozwiązywanie pasowań. Działania na wymiarach tolerowanych. Łańcuchu wymiarowe. Metrologia wielkości geometrycznych. Definicje parametrów charakteryzujących geometrię elementów maszyn.
14	Podstawy nauki o materiałach	5	K1A_W06, K1A_W09, K1A_W10, K1A_U16	Zapoznanie studentów z budową materii, klasyfikacją pierwiastków chemicznych, typem i charakterem wiązań pomiędzy atomami. Przekazanie wiadomości o podstawowych grupach materiałów - materiały naturalne, materiały inżynierskie (stopy metali, stale i żeliwa, materiały ceramiczne, materiały polimerowe, tworzywa sztuczne, kompozyty) oraz o przykładach ich zastosowań. Poznanie prawidłowości przy doborze materiałów, struktura stopów a ich własności, poznanie własności mechanicznych grup materiałów oraz ich własności w warunkach eksploatacji. Zaznajomienie studentów z otrzymywaniem i wytwarzaniem stopów oraz układem równowagi faz (dwuskładnikowe i wieloskładnikowe układy równowagi fazowej, układ żelazo węgiel, układy metastabilne). Wyjaśnienie procesów korozyjnych oraz sposobów zabezpieczania metali i stopów przed korozją (korozja i jej skutki, odmiany zniszczeń korozyjnych, korozja gazowa i elektrochemiczna, mechanizmy powstawania zgorzelin). Materiały z pamięcią kształtu, szkła metaliczne i inne.
15	Informatyczne podstawy projektowania	5	K1A_W02, K1A_W03, K1A_W06	Elementy środowiska Visual Basic for Applications, tworzenie i zapisywanie projektów, struktura programu, definicje zmiennych, instrukcje wejścia i wyjścia, funkcje obliczeniowe, matematyczne, logiczne itp., instrukcje warunkowe, pętle (for, while, do) tablice, użycie formularzy i formatek

16	Grafika inżynierska	4	K1A_W05, K1A_W06, K1A_W13, K1A_U02, K1A_U24	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Znormalizowane elementy rysunku technicznego.</li> <li>• Elementy wymiarowania.</li> <li>• Zasady odwzorowania utworów płaskich oraz utworów trójwymiarowych (rzuty Monge'a, aksonometria) wraz z zapisem ich cech geometrycznych.</li> <li>• Ogólne zasady wymiarowania.</li> <li>• Konstruowanie widoków, przekrojów i kładów.</li> <li>• Geometryczne kształtowanie form inżynierskich z zastosowaniem wielościanów, brył i powierzchni.</li> <li>• Zapis konstrukcji oraz oznaczanie elementów połączeń maszynowych.</li> <li>• Chropowatość oraz falistość powierzchni.</li> <li>• Oznaczanie powłok.</li> <li>• Gospodarka rysunkowa.</li> </ul>
17	Maszyny energetyczne	3	K1A_W04, K1A_W08, K1A_W11	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maszyny i urządzenia energetyczne: rodzaje i cel stosowania. Schemat najprostszej elektrowni węglowej oraz jądrowej z reaktorem PWR i BWR. Sprawność kotła parowego, elektrowni węglowej i jądrowej oraz elektrociepłowni. Schematy elektrociepłowni: z turbiną przeciwprężną oraz upustowo-kondensacyjną.</li> <li>• Wpływ elektrowni i elektrociepłowni na środowisko. Efekty paliwowe i ekologiczne stosowania układów skojarzonych.</li> <li>• Rodzaje kotłów, elementy kotłów, urządzenia współpracujące. Schemat kotła płomienicowego-płomieniówkowego. Schemat 2-ciągowego kotła parowego rusztowego i pyłowego. Schemat kotła fluidalnego z paleniskiem stacjonarnym oraz cyrkulacyjnym. Rodzaje paliw organicznych, wartość opału i ciepło spalania. Stosunek nadmiaru powietrza do spalania. Straty w kotle.</li> <li>• Silniki spalinowe tłokowe: podstawowe rodzaje, zasada działania silnika ZI i ZS oraz ich sprawność.</li> <li>• Rodzaje urządzeń chłodniczych. Schemat chłodziarki sprężarkowej gazowej i parowej. Cel stosowania i rodzaje pomp grzewczych. Efektywność chłodziarek i pomp grzewczych. Schemat kompletnego urządzenia klimatyzacyjnego.</li> <li>• Ogólne wiadomości o turbinach cieplnych, stopień turbinowy, turbiny akcyjne i reakcyjne, podstawowe parametry i charakterystyki turbin, przykłady rozwiązań konstrukcyjnych turbin parowych i gazowych, elementarne układy regulacji i zabezpieczeń turbin. Skraplacze turbin. Układy chłodzenia skraplaczy.</li> <li>• Podstawowe wiadomości o sprężarkach i wentylatorach, podział sprężarek, przykłady konstrukcji sprężarek wyporowych, wirnikowych oraz specjalnych, charakterystyki sprężarek, zastosowanie sprężarek różnych typów.</li> <li>• Ogólne wiadomości o pompach, ich podział i budowa, parametry pracy pomp, regulacja wydajności pomp wirowych, zastosowanie pomp.</li> <li>• Rodzaje odnawialnych źródeł energii. Rodzaje elektrowni wodnych. Zasada działania i budowa turbin wodnych. Elektrownie wiatrowe. Budowa turbin wiatrowych.</li> <li>• Podstawowe wiadomości o rurociągach, armaturze i aparaturze kontrolno – pomiarowej w siłowniach cieplnych.</li> </ul>
18	Maszyny technologiczne	3	K1A_W04, K1A_W08, K1A_W11	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definicje podstawowe, podział oraz podstawowe cechy i parametry maszyn ze szczególnym uwzględnieniem maszyn technologicznych.</li> <li>• Ogólne problemy związane z budową maszyn: etapy powstawania maszyny, podstawowe zasady konstrukcji, etapy procesu projektowo-konstrukcyjnego, metody optymalizacji konstrukcji.</li> <li>• Mechanizmy maszyn technologicznych: skrzynki prędkości, skrzynki posuwów, skrzynki gwintowe, przekładnie gitarowe, mechanizmy ruchów okresowych, mechanizmy podziałowe, mechanizmy sumujące, nawrotnice i mechanizmy ruchów prostoliniowych.</li> <li>• Konstrukcja i obliczanie ważniejszych elementów i zespołów obrabiarek: wymagania ogólne, sztywność statyczna, drgania, zużycie ścierne.</li> <li>• Obliczanie: wrzecion, łożyskowań wrzecion, śrub pociągowych, prowadnic i korpusów.</li> </ul>

19	Elektrotechnika i elektronika	4	K1A_W03, K1A_U14, K1A_U17, K1A_U20	<p>Elektrotechnika.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prąd stały. Elementy i parametry obwodu elektrycznego.</li> <li>• Prawa; Ohma, Kirchoffa, Joule'a.</li> <li>• Rezystancja zastępcza.</li> <li>• Twierdzenie Thevenina i Nortona.</li> <li>• Analiza obwodów prądu stałego.</li> <li>• Mostek.</li> <li>• Kompensator.</li> <li>• Elementy nieliniowe.</li> <li>• Parametry prądu zmiennego.</li> <li>• Elementy bierne RLC.</li> <li>• Reaktancja.</li> <li>• Impedancja.</li> <li>• Metoda symboliczna.</li> <li>• Wykresy wektorowe.</li> <li>• Moce: czynna, bierna, pozorna i zespolona.</li> <li>• Współczynnik mocy.</li> <li>• Analiza obwodów prądu zmiennego.</li> <li>• Rezonans.</li> <li>• Sprężenia magnetyczne.</li> <li>• Indukcja elektromagnetyczna.</li> <li>• Indukcyjność wzajemna.</li> <li>• Transformator.</li> <li>• Źródła i odbiorniki prądu trójfazowego.</li> <li>• Pole wirujące.</li> <li>• Maszyny elektryczne.</li> <li>• Napięcia, prądy i moce w obwodach trójfazowych.</li> </ul>
				<p>Elektronika.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zjawiska fizyczne w półprzewodnikach.</li> <li>• Półprzewodnikowe elementy bierne.</li> <li>• Przyrządy elektroniczne bipolarne i unipolarne (diody, tranzystory, tyrystory).</li> <li>• Czwórniki i parametry czwórnikowe.</li> <li>• Układy scalone.</li> <li>• Wzmacniacz operacyjny.</li> <li>• Wzmacniacze i generatory.</li> <li>• Elementy przełączające.</li> <li>• Bramki logiczne i przerzutniki.</li> <li>• Układy cyfrowe.</li> <li>• Multipleksery. Pamięci.</li> <li>• Metody przetwarzania analogowo- cyfrowego.</li> </ul>

20	CAD	3	K1A_W02, K1A_W05, K1A_U03, K1A_U06	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AutoCAD: wprowadzenie do tematyki CAD CAM, komunikacja z programem AutoCAD, konfiguracja rysunku, warstwy rysunkowe, elementy rysunku 2D, sposoby określenia położenia rysunku, rysowanie precyzyjne, transformacje układu współrzędnych, modyfikacja elementów rysunkowych, napisy, styl pisma, kreskowanie, wymiarowanie rysunku, styl wymiarowy, edycja wymiarów, bloki rysunkowe, atrybuty tekstowe, bloki z atrybutami, własny szablon rysunku, kompozycja i wydruk rysunku z przestrzeni modelu, pozyskiwanie informacji od AutoCADa, wykorzystanie AutoCADa do rozwiązywania przykładowych zagadnień technicznych.</li> <li>• SolidWorks: tworzenie części (wykonywanie szkiców, nadawanie relacji w szkicu, wprowadzanie zależności funkcyjnych między wymiarami, poznanie podstawowych operacji wykorzystywanych do modelowania 3D, operacje na bryłach, tworzenie nowych płaszczyzn, tworzenie konfiguracji oraz tabel konfiguracji), tworzenie złożeń (wiązanie wcześniej przygotowanych części w celu utworzenia złożenia, korzystanie z Toolbox, badanie ruchu, wykrywanie kolizji, animacje komputerowe), tworzenie rysunku technicznego 2D części i złożenia, tworzenie realistycznych wyglądów części i złożeń za pomocą PhotoView 360.</li> </ul>
21	Podstawy metrologii i techniki eksperymentu	3	K1A_W06, K1A_W12, K1A_U15, K1A_U17	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Znaczenie pomiarów i eksperymentu w procesie poznawczym.</li> <li>• Badania naukowe, identyfikacja i opracowywanie opisu matematycznego procesów i zjawisk.</li> <li>• Układy jednostek miar, wielkości mierzalne, układ jednostek i spójność układu SI, jednostki i wielkości pochodne, zasada tworzenia.</li> <li>• Pojęcia i definicje metrologiczne.</li> <li>• Charakterystyka przyrządów pomiarowych, fizyczne podstawy działania przyrządów pomiarowych.</li> <li>• Pomiary podstawowych wielkości fizycznych.</li> <li>• Niepewność pomiaru, niepewność standardowa wyznaczana metodą typu A i B, złożona niepewność standardowa.</li> <li>• Podstawowe definicje wielkości statystycznych.</li> <li>• Zasady planowania eksperymentu.</li> <li>• Wybrane rozkłady prawdopodobieństwa: równomierny, normalny, przykłady zastosowań.</li> <li>• Metoda regresji liniowej.</li> <li>• Testowanie hipotez statystycznych.</li> <li>• Przykłady obliczeniowe.</li> </ul>

22	Termodynamika techniczna	10	K1A_W06, K1A_W07, K1A_W12, K1A_U14	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe wielkości i jednostki miar: układ SI, masa, ilość i strumień substancji, ciśnienie (bezwzględne, manometryczne, statyczne), praca, ciepło, energia, moc, OZT, temperatura, wielkości właściwe, gęstość, lepkość, energia wewnętrzna, entalpia, entropia, udziały składnikowe.</li> <li>• Zasady i prawa termodynamiczne, zasada zachowania substancji.</li> <li>• I zasada termodynamiki – zasada zachowania energii: sformułowanie ogólne, przypadki szczególne, sposoby przekazywania energii, energia układu, PM I rodzaju, praca bezwzględna, techniczna i użyteczna, moc napędowa pompy, ciepło doprowadzone, energia strumienia – entalpia, ciśnienie dynamiczne, IZT dla układu zamkniętego, bilans maszyny przepływowej, sprawność wewnętrzna i mechaniczna.</li> <li>• Rodzaje urządzeń cieplnych i ich sprawności (efektywności): silnik cieplny, chłodziarka (ziębiarka), pompa grzejna (pompa ciepła).</li> <li>• Gazy doskonałe i półdoskonałe: definicje, termiczne równanie stanu (prawo Clapeyrona), kaloryczne równania stanu, pojemności cieplne właściwe, wykładnik adiabaty, prawo ekwipartycji energii, obliczanie entalpii i entropii, ładowanie zbiornika.</li> <li>• Przemiany gazowe: izoterma, izobara, izochora, politropa, adiabata odwracalna g.d., przemiany nieodwracalne – dławienie, mieszanie (dyfuzja), adiabata nieodwracalna.</li> <li>• Obiegi termodynamiczne: definicja i rodzaje, układ T,S (T,s), charakterystyczne pola na wykresach p,V oraz T,S, obieg Carnota i jego sprawność (efektywność), wykresy obiegu Braytona, Joule’a, Otto, Diesla oraz Seiligera-Sabathego.</li> <li>• Termodynamika pary wodnej: reguła faz Gibbsa, wykres p,T, izobaryczny proces odparowania H<sub>2</sub>O, ciśnienie i temperatura nasycenia, stopień suchości, entalpia parowania, tablice parowe, wykresy parowe – p,v, T,s, i,s, wyznaczanie objętości, entalpii i entropii właściwej dla ciekłej wody, pary nasyconej mokrej oraz pary przegrzanej, przemiana adiabatyczna i dławienie pary wodnej.</li> <li>• Elektrownie i elektrociepłownie parowe: schemat elektrowni węglowej, obieg Clausiusa-Rankine’a – przebieg przemian w układzie T,s oraz i,s, sprawność obiegu C-R, siłowni parowej i elektrowni węglowej, możliwości podwyższania sprawności obiegu C-R i siłowni parowej, elektrociepłownie z turbinami przeciwprężnymi i kondensacyjno-upustowymi.</li> <li>• Spalania paliw węglowych i węglowodorowych: pojęcia podstawowe, skład paliw, zapotrzebowanie powietrza do spalania, stosunek nadmiaru powietrza, skład spalin suchych i wilgotnych, energia chemiczna paliw – wartość opałowa i ciepło spalania.</li> </ul>
				<ul style="list-style-type: none"> <li>• II zasada termodynamiki: przykładowe sformułowania szczegółowe, sformułowania ogólne – zasada wzrostu entropii, PM II rodzaju, definicje egzergii, egzergia termiczna, prawo Gouy’a-Stodoli.</li> <li>• Gazy wilgotne: równanie termiczne i kaloryczne, wykres entalpia-stopień zawilżenia, izobaryczne przemiany gazu wilgotnego, chłodnia kominowa, klimatyzacja.</li> <li>• Ziębiarki i pompy ciepła: obieg Lindego, czynniki ziębnicze, wykres logarytm ciśnienia-entalpia, obiegi wielostopniowe ziębiarek, ziębiarki absorpcyjne.</li> <li>• Siłownie parowe: sposoby zwiększania sprawności obiegu Clausiusa Rankina, siłownie jądrowe, elektrociepłownie. Tłokowe silniki spalinowe, obiegi Otto i Diesla i ich sprawności. Silniki turbogazowe: obieg Barytona z regeneracją, obieg Ericssena, silniki turboodrzutowe.</li> </ul>
23	Inżynieria wytwarzania	3	K1A_W06, K1A_W13, K1A_U17	<p>Poznanie podstawowych technologii: spajania (spawanie: elektroda otuloną, łukiem krytym, w osłonie gazów ochronnych, palnikiem gazowym, laserowe, elektronowe; zgrzewanie: doczołowe, punktowe, liniowe, garbowe; lutowanie twarde i miękkie), odlewania ( w formach piaskowych, skorupowych, kokilowych, pod ciśnieniem, w formach wirujących, metodą Shaw’a, metodą wytapianych modeli), spiekania materiałów i pokrywania ich twardymi warstwami powierzchniowymi (stałe szybkość spiekane, węglkostale, węgliki spiekane, cermetale, ceramika narzędziowa, CBN, PKD, CVD, PVD), przetwórstwa tworzyw sztucznych (wtrysk, wytlaczanie, termoformowanie, rotoformowanie, kalandrowanie, wytlaczanie z rozdmuchem, poltruzja, prasowanie, gięcie, klejenie, spawanie, zgrzewanie, nakładanie powłok polimerowych, kompozyty – laminaty, maty, tkaniny), obróbki plastycznej na zimno i na gorąco (kucie, walcowanie, wyciskanie, tłoczenie, ciągnięcie), obróbki skrawaniem (toczenie, frezowanie, dłutowanie, struganie, wiercenie, przeciąganie, szlifowanie, polerowanie, honowanie).</p>

24	Podstawy konstrukcji maszyn	7	K1A_W04, K1A_W06, K1A_W09, K1A_W13, K1A_U11	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ogólne pojęcia nauki konstrukcji. Projektowanie i konstruowanie. Zasady konstrukcji maszyn. Ogólny opis maszyn oraz głównych podzespołów i elementów. Układy prętowe. Elementy ciśnieniowe: rurociągi, zbiorniki, kompensatory, podpory i zawieszania.</li> <li>• Zagadnienia wymiarów tolerowanych i pasowań w budowie maszyn.</li> <li>• Podstawowe rodzaje połączeń. Połączenia nierozłączne i rozłączne. Charakterystyka i podstawy konstrukcji złączy czopowych.</li> <li>• Podstawowe pojęcia opisu gwintów. Tarcie w złączu śrubowym. Stany obciążenia złączy śrubowych. Zasady obliczeń wytrzymałościowych śrub.</li> <li>• Klasyfikacje i rodzaje łożysk tocznych. Zagadnienia luzów i pasowań łożysk. Obciążenia, nośność i trwałość łożysk. Ogólne zasady doboru łożysk.</li> <li>• Zagadnienia zmienności obciążeń i naprężeń. Typowe obciążenia maszyn, ogólny podział obciążeń. Opis zmienności obciążeń i naprężeń. Obciążenia i naprężenia jako funkcja geometrycznych cech konstrukcyjnych. Wpływ karbu i wielkości przedmiotu. Wyznaczenie naprężeń dopuszczalnych. Weryfikacje cech konstrukcyjnych elementu.</li> </ul>
25	Instalacje zagospodarowania odpadów	2	K1A_W06, K1A_W15, K1A_W18, K1A_U23, K1A_K03	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klasyfikacja odpadów, Właściwości odpadów i szkodliwość ekologiczna odpadów</li> <li>• Technologie składowania i segregacji odpadów</li> <li>• Klasyfikacja procesów termicznych</li> <li>• Technologie spalania odpadów. Przykłady instalacji spalania odpadów</li> <li>• Zgazowanie paliw i odpadów. Przykłady instalacji zgazowania</li> <li>• Piroliza odpadów i zagospodarowanie produktów</li> <li>• Technologie współspalania odpadów i paliw z odpadów z węglem.</li> </ul>
26	Materiały konstrukcyjne i eksploatacyjne	3	K1A_W06, K1A_W08, K1A_W09, K1A_U16	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Znaczenie materiałów inżynierskich w budowie i eksploatacji maszyn.</li> <li>• Materia i jej składniki.</li> <li>• Ogólna charakterystyka materiałów.</li> <li>• Budowa materiałów: wiązania chemiczne, struktury, defekty struktury krystalicznej.</li> <li>• Wpływ struktury na własności.</li> <li>• Wykresy równowagi fazowej.</li> <li>• Kształtowanie struktury i własności materiałów inżynierskich metodami technologicznymi: podstawy obróbki cieplnej, cieplno-chemicznej i cieplno-mechanicznej.</li> <li>• Materiały techniczne naturalne i inżynierskie.</li> <li>• Własności i właściwości materiałów, zastosowania.</li> <li>• Zasady doboru materiałów inżynierskich w budowie maszyn.</li> <li>• Podstawy projektowania materiałowego.</li> <li>• Stale i odlewnicze stopy żelaza.</li> <li>• Metale nieżelazne i ich stopy.</li> <li>• Materiały spiekane i ceramiczne.</li> <li>• Szkła i ceramika szklana.</li> <li>• Materiały polimerowe, kompozytowe, biomimetyczne, inteligentne i funkcjonalne.</li> <li>• Metody badania materiałów.</li> <li>• Warunki pracy i mechanizmy zużycia i dekohezji materiałów inżynierskich.</li> <li>• Elementy komputerowej nauki o materiałach oraz komputerowego wspomaganie projektowania materiałowego oraz doboru materiałów.</li> </ul>



27	Podstawy automatyki	5	K1A_W03, K1A_W14, K1A_U11	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojęcia podstawowe: sterowanie, sygnały, człony automatyki, sprzężenie zwrotne. Linearyzacja.</li> <li>• Rachunek operatorowy.</li> <li>• Zapis własności dynamicznych.</li> <li>• Elementy automatyki.</li> <li>• Schematy blokowe, łączenie elementów automatyki.</li> <li>• Zamknięty układ regulacji. Stabilność i jakość regulacji.</li> <li>• Regulatory.</li> <li>• Dobór optymalnych parametrów regulatora.</li> <li>• Układy automatycznej regulacji: statyczne i astatyczne.</li> </ul>
28	Podstawy eksploatacji maszyn	3	K1A_W08, K1A_W11, K1A_W13	<p>Podstawy teorii eksploatacji</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojęcia ogólne. Stany eksploatacji. Cel eksploatacji instalacji energetycznych. Kryteria trwałości i efektywności oceny sposobu prowadzenia eksploatacji.</li> <li>• Współpraca maszyn i urządzeń podczas eksploatacji. Wpływ warunków eksploatacji na pracę maszyn i urządzeń.</li> </ul> <p>Diagnostyka</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojęcie stanu technicznego. Zakres diagnostyki. Metody określania aktualnego stanu technicznego z wykorzystaniem mierzalnych i niemierzalnych symptomów stanu. Zmiany symptomów stanu w dłuższych okresach eksploatacji.</li> </ul> <p>Pomiary eksploatacyjne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zakres pomiarów. Typowe systemy pomiarowe dla maszyn i urządzeń energetycznych. Systemy zabezpieczeń.</li> <li>• Metody przetwarzania i archiwizacji wartości uzyskanych z pomiarów.</li> </ul> <p>Wskaźniki eksploatacyjno-ekonomiczne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe charakterystyki wybranych maszyn i urządzeń. Współpraca maszyn i urządzeń w sieciach równoległych i szeregowych.</li> </ul> <p>Pojęcie punktu pracy.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakterystyki głównych maszyn i urządzeń energetycznych (turbina, wymiennik regeneracyjny, skraplacz itp.).</li> </ul> <p>Zabezpieczenie obiektów technicznych przed zniszczeniem</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kryteria naprężeń i odkształceń dopuszczalnych. Kryterium nośności granicznej. Procesy zmęczenia i pełzania. Charakterystyki zmęczeniowe i pełzaniowe. Pojęcie zużycia elementu.</li> <li>• Nadzór cieplno-wytrzymałościowy</li> <li>• Metody kontroli stanu wytrzymałościowego w stanach ustalonych i niustalonych. Kryteria temperaturowe. Charakterystyki rozruchowe.zne.</li> <li>• Diagnostyka wibroakustyczna: ocena stanu dynamicznego, wyważanie łożysk.</li> </ul>
29	Miernictwo cieplne	2	K1A_W06, K1A_W12, K1A_U15, K1A_U17	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klasyfikacja pomiarów.</li> <li>• Proces pomiarowy, niepewności i błędy.</li> <li>• Narzędzia pomiarowe, konstrukcja przyrządu.</li> <li>• Metody pomiarowe.</li> <li>• Parametry charakteryzujące mierzone wielkości fizyczne.</li> <li>• Przetworniki pomiarowe i ich własności.</li> <li>• Pomiary wielkości fizycznych: temperatury, ciśnienia, poziomu, strumienia substancji, mocy mechanicznej, stężeń i składu chemicznego substancji, wartości opałowej, wilgotności powietrza.</li> </ul>
30	Transport ciepła i masy	4	K1A_W07, K1A_U14, K1A_U15	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe pojęcia i definicje.</li> <li>• Przewodzenie ciepła.</li> <li>• Przewodzenie jednowymiarowe i przenikanie ciepła.</li> <li>• Przewodzenie ciepła w prętach i żebrach.</li> <li>• Istota konwekcji.</li> <li>• Konwekcja wymuszona i naturalna.</li> <li>• Rodzaje wymienników ciepła i ich budowa.</li> <li>• Obliczenia projektowe i sprawdzające wymienników ciepła.</li> <li>• Podstawowe wiadomości o promieniowaniu cieplnym.</li> </ul>

**SPECJALNOŚĆ: MASZYNY I URZĄDZENIA  
ENERGETYCZNE**

31	Maszyny przepływowe	4	K1A_W07, K1A_W08, K1A_W11, K1A_U08	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zasada działania turbin cieplnych. Ogólny podział turbin. Turbiny akcyjne i reakcyjne. Elementarna teoria stopnia. Dobór optymalnego wskaźnika obciążenia stopnia. Ogólne zasady obliczeń i projektowania turbin wielostopniowych. Przykłady rozwiązań konstrukcyjnych turbin parowych i gazowych. Regulacja turbin cieplnych. Praca turbiny w zmienionych warunkach – podstawowe zagadnienia. Wskaźniki określające efektywność pracy turbin. Skraplacz i układ chłodzenia turbiny.</li> <li>• Podział wentylatorów i sprężarek, dziedziny zastosowań. Śpiętrzenie całkowite, moc użyteczna, sprawność oraz przyrost temperatury w wentylatorze i sprężarce. Wskaźniki bezwymiarowe. Charakterystyki, punkt pracy, współpraca z siecią. Wnioski wynikające z teorii podobieństwa. Regulacja wentylatorów i sprężarek.</li> <li>• Podstawowe wiadomości o pompach wirowych i wyporowych: Tarcie tarczy wirującej w cieczy. Przepływy przez szczeliny i uszczelnienia ruchowe. Jednowymiarowa teoria przepływu pomp krętnych. Wyróżnik szybkobieżności oraz kształty i proporcje wirników. Rodzaje strat w pompie i sprawności. Moc użyteczna, sprawność i moc na wale pompy. Charakterystyki podstawowe i uniwersalne. Przybliżone obliczanie głównych wymiarów stopnia pompy odśrodkowej. średnicy wirnika d2. Ssanie pomp wirowych i NPSH. Objawy kawitacji w pompie wirowej i sposoby jej zapobiegania.</li> </ul>
32	Podstawy siłowni cieplnych	4	K1A_W07, K1A_W08, K1A_W11	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakterystyka procesów konwersji energii paliw. Łańcuchy przemian w procesach generacji elektryczności i ciepła.</li> <li>• Miary efektywności przemian.</li> <li>• Pojęcia sprawności obiegów i układów otwartych. Rodzaje obiegów silników turbinowych.</li> <li>• Siłownie parowe (schemat cieplny i układ technologiczny siłowni kondensacyjnej, sprawność brutto i netto siłowni kondensacyjnej, sposoby podnoszenia sprawności obiegu Clausius’a-Rankine’a, maszyny i urządzenia energetyczne pracujące w obiegu, układy chłodzenia skraplaczy, współczesne siłownie kondensacyjne.</li> <li>• Rozwiązanie zadania projektowego dla siłowni parowej, podstawowe założenia do projektu.</li> <li>• Analiza pracy obiegu siłowni parowej dla zmienionych warunków obciążenia turbozespołu.</li> <li>• Proste i złożone instalacje turbin gazowych, układy otwarte i zamknięte.</li> <li>• Charakterystyki turbin gazowych. Układy gazowo-parowe (schematy, sprawność, stosunek mocy turbiny gazowej i parowej).</li> <li>• Skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła, elektrociepłownie parowe, gazowe i gazowo-parowe.</li> <li>• Sprawności wytwarzania ciepła i energii elektrycznej.</li> <li>• Energetyka jądrowa (rodzaje reaktorów jądrowych, instalacje siłowni jądrowych charakterystyczne dla poszczególnych rodzajów reaktora, odpady i sposób ich przechowywania, reaktory jądrowe nowej generacji).</li> <li>• Zasoby paliw i energii.</li> <li>• Oddziaływanie technologii energetycznych na środowisko.</li> <li>• Problematyka usuwania CO2.</li> </ul>
33	Computer designing systems	4	K1A_W02, K1A_W09, K1A_W17, K1A_U02, K1A_U06	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ways of describing the parameters of thermodynamic factors used in computer programs.</li> <li>• Mathematical methods describe the influence of load changes on the parameters of a heat exchanger, compressor, turbine, a steam turbine.</li> </ul>

34	Kotły i wytwornice pary	3	K1A_W08	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ogólna klasyfikacja kotłów.</li> <li>• Wielkości charakterystyczne kotłów.</li> <li>• Zasada działania i budowa kotła.</li> <li>• Paliwa kotłowe i ich własności.</li> <li>• Zależności stechiometryczne w spalaniu paliw.</li> <li>• Kontrola procesu spalania.</li> <li>• Bilans cieplny kotła.</li> <li>• Sprawność i straty cieplne.</li> <li>• Zużycie paliwa.</li> <li>• Paleniska – rusztowe, komorowe, fluidalne.</li> <li>• Młyny i instalacje młynowe.</li> <li>• Palniki i ich rozmieszczenie w komorze paleniskowej.</li> <li>• Układy wodno-parowe kotłów.</li> <li>• Zjawiska zachodzące podczas wytwarzania pary.</li> <li>• Rodzaje obiegów wodnych.</li> <li>• Powierzchnie ogrzewalne – parowniki, przegrzewacze pary, podgrzewacze wody, podgrzewacze powietrza.</li> <li>• Regulacja temperatury pary.</li> <li>• Przepływy powietrza i spalin.</li> <li>• Zanieczyszczenie powierzchni ogrzewalnych, erozja i korozja.</li> <li>• Konstrukcja nośna, opancerzenie i izolacja.</li> <li>• Eksploatacja kotłów i jej wpływ na środowisko.</li> </ul>
35	Pomiary maszyn i urządzeń energetycznych	3	K1A_W06, K1A_W08, K1A_W12, K1A_U15, K1A_U17	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Model matematyczny obiektu.</li> <li>• Analiza regresji i korelacji.</li> <li>• Analiza niepewności.</li> <li>• Teoretyczne podstawy pomiaru i opracowania wyników.</li> <li>• Pomiary masy,</li> <li>• Pomiary objętości,</li> <li>• Pomiary strumieni przepływów.</li> <li>• Pomiar temperatury i ciśnienia.</li> <li>• Pomiar mocy.</li> <li>• Badanie wentylatorów i pomp wirowych.</li> <li>• Badanie sprężarek. Badanie turbin parowych.</li> <li>• Badania urządzeń kotłowych.</li> <li>• Badania sprężarkowych urządzeń chłodniczych.</li> <li>• Generator elektryczny.</li> </ul>
36	Systemy diagnostyki i sterowania	3	K1A_W03, K1A_W09, K1A_W11	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wielkości procesowe we współczesnych siłowniach cieplnych.</li> <li>• Proste układy sterowania i diagnostyki.</li> <li>• Monitorowanie stanu technicznego maszyn i urządzeń.</li> <li>• Monitoring składu warstwy przyściennej spalin.</li> <li>• Diagnostyka szybkości korozji wysokotemperaturowej.</li> <li>• Pomiary specjalne w energetyce.</li> </ul>
37	Przedmioty obieralne	10	K1A_W08, K1A_W11, K1A_U08	zależnie od wybranego przedmiotu

38	Drgania i dynamika maszyn	4	K1A_W09, K1A_W11, K1A_U18	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematyka cząstek – ruch cząstek i jego opis.</li> <li>• Kinetyka cząstek – siła, przyspieszenie, praca energia, pęd, moment pędu, zasada zachowania pędu i krętu.</li> <li>• Kinematyka ciała sztywnego na płaszczyźnie.</li> <li>• Kinetyka ciała sztywnego na płaszczyźnie – siła i przyspieszenie, praca i energia, pęd i kręt, zasada zachowania pędu i krętu.</li> <li>• Drgania – drgania nietłumione swobodne, drgania nietłumione wymuszone, drgania tłumione swobodne, drgania tłumione wymuszone.</li> <li>• Metody energetyczne analizy drgań.</li> <li>• Drgania skrętne wału. Obroty krytyczne.</li> <li>• Częstości własne oraz formy modalne</li> <li>• Drgania tarcz wirnikowych.</li> <li>• Pomiar drgań.</li> </ul>
39	Pompy i układy pompowe	3	K1A_W08, K1A_W11, K1A_U12, K1A_U24	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe wiadomości z hydrauliki maszyn hydraulicznych: straty tarcia tarczy wirującej w cieczy, przepływy przez szczeliny. Uszczelnienia ruchowe. Wiadomości o pompach wirowych i wyporowych: Jednowymiarowa teoria przepływu pomp krętnych. Charakterystyka teoretyczna. Wyróżnik szybkobieżności oraz kształty i proporcje wirników. Rodzaje strat w pompie i sprawności. Moc użyteczna i moc na wale pompy. Obliczeniowa charakterystyka rzeczywista pompy krętnej i. pomiar charakterystyki na stacji prób. Charakterystyka uniwersalna pompy wirowej. Siły osiowe i promieniowe w pompie wirowej i sposoby ich równoważenia. Algorytm obliczeń głównych wymiarów wirnika i kierownicy pompy odśrodkowej. Punkt pracy układu pompowego i dobór pompy oraz jej ocena. Jednostkowe zużycie energii elektrycznej. Ssanie pomp wirowych i NPSH. Objawy kawitacji w pompie wirowej i sposoby jej zapobiegania. Łączenie pomp wirowych; Regulacja parametrów pracy pompy wirowej. Wykres muszlowy.</li> <li>• Omówienie równania Bernoulliego dla cieczy rzeczywistych i wykorzystanie go do bilansu energetycznego układu pompowego. Użyteczna wysokość podnoszenia pompy, użyteczna wysokość podnoszenia rurociągu (układu pompowego). Rodzaje układów pompowych Zjawisko kawitacji w pompach i rurociągach.. Wykres piezometryczny dla rurociągu i nadwyżka antykawitacyjna w jego charakterystycznych przekrojach. Zjawisko uderzenia hydraulicznego w rurociągu i sposoby zapobiegania jego skutkom. Typy układów pompowych: ssąco tłoczących, z napływem, obiegowych, magistralnych, sieci i ich przykłady w gospodarce: obieg kotła, sieć wodociągowa, sieć ciepłownicza, „główne odwadnianie kopalń.</li> </ul>
40	Bezpieczeństwo konstrukcji	3	K1A_W09, K1A_U09, K1A_U18, K1A_U23	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Niezawodność elementów i systemów.</li> <li>• Wskaźniki i metody oceny niezawodności obiektów.</li> <li>• Procesy zużycia i zniszczenia.</li> <li>• Typowe awarie i uszkodzenia elementów maszyn, urządzeń i instalacji.</li> <li>• Wytrzymałość i obciążenie jako wielkości losowe.</li> <li>• Prawdopodobieństwo uszkodzenia obiektu.</li> <li>• Podstawy analizy ryzyka.</li> </ul>
41	Podstawy projektowania sprężarek i wentylat.	2	K1A_W05, K1A_W06, K1A_W08, K1A_U08, K1A_U24	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ogólne zasady projektowania stopnia turbiny cieplnej.</li> <li>• Projektowanie pomp wirowych.</li> <li>• Podstawy projektowania wentylatorów i sprężarek.</li> </ul>
42	instalacje hydrauliczne i pneumatyczne	3	K1A_W08, K1A_W09, K1A_W11, K1A_U08, K1A_U24	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemy transportu hydraulicznego.</li> <li>• Własności hydromieszaniny.</li> <li>• Przepływ mieszanin w rurociągach, prędkość krytyczna, opory przepływu.</li> <li>• Pompy do hydrotransportu.</li> <li>• Instalacje transportu pneumatycznego.</li> <li>• Warunki ruchu cząstek w strumieniu powietrza.</li> <li>• Podajniki i inne urządzenia instalacji hydro i pneumotransportu.</li> <li>• Sprężarki w instalacjach transportu pneumatycznego.</li> </ul>

43	Praktyka zawodowa (4 tygodnie)	6	K1A_W14, K1A_W15, K1A_U09, K1A_U19, K1A_U21, K1A_K01, K1A_K03	Zakres tematyki ściśle związany ze studiowanym kierunkiem
44	Kody numeryczne w projektowaniu i eksploatacji	3	K1A_W02, K1A_W03, K1A_W09, K1A_U07, K1A_U15	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojęcie projektowania i modernizacji maszyn, potrzeby modernizacji, podejście do zadania modernizacji, sposoby wykorzystania oprogramowania MES do oceny obciążeń cieplno-wytrzymałościowych, podstawy prowadzenia symulacji cieplno-wytrzymałościowych MES, zasady budowy modeli ciągłych oraz siatek numerycznych, ocena stanu cieplno-wytrzymałościowego modelu obiektu.</li> <li>• Metody Numerycznej Mechaniki Płynów (CFD) w zastosowaniu do procesu projektowania maszyn i urządzeń energetycznych. Opis matematyczny równań zachowani przepływu oraz metody numeryczne ich rozwiązania.</li> </ul>
45	Modernizacja turbin parowych	4	K1A_W07, K1A_W08, K1A_U10, K1A_U18	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Algorytm obliczeń projektowych stopnia turbiny cieplnej według modelu jedno- i dwuwymiarowego.</li> <li>• Rozwiązania konstrukcyjne stopni turbin akcyjnych i reakcyjnych.</li> <li>• Rozwiązania konstrukcyjne turbin parowych akcyjnych i reakcyjnych oraz turbin gazowych.</li> <li>• Konstrukcja uszczelnień wewnętrznych (stopni turbinowych) i uszczelnień zewnętrznych.</li> <li>• Rozwiązania konstrukcyjne turbin z poborem pary do ciepłownictwa.</li> <li>• Wyznaczenie liczby stopni w turbinie – w jej poszczególnych częściach.</li> <li>• Dobór średnicy pierwszego i ostatniego stopnia w turbinie kondensacyjnej.</li> <li>• Ocena możliwych zmian w konstrukcji turbiny dla zmienionych warunków jej pracy (zwiększenie poboru pary z upustu turbiny, znaczne zmniejszenie strumienia pary zasilającej turbinę, przebudowa turbiny kondensacyjnej dla potrzeb ciepłownictwa).</li> <li>• Osobliwości konstrukcji turbin dla siłowni jądrowych.</li> </ul>
46	Design of utility boilers	3	K1A_W06, K1A_W08, K1A_W09, K1A_W17, K1A_U05	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic problems of modernizations improving boiler efficiency.</li> <li>• An introduction to the improvement the milling and combustion systems.</li> <li>• Introduction to modernization of power boiler furnaces enabling combustion of biomass and wastes and abatement of NOx emissions.</li> <li>• Thermal and flow calculation of convection surfaces.</li> <li>• Thermal calculation of furnaces. Determination of tube wall loss resulting from fly ash erosion.</li> </ul>
47	Cieplne maszyny tłokowe	3	K1A_W07, K1A_W08, K1A_U18, K1A_U23	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe pojęcia i definicje – silniki spalinowe jako maszyny cieplne.</li> <li>• Klasyfikacja silników spalinowych.</li> <li>• Zasada działania 2 i 4-suwowego tłokowego silnika spalinowego.</li> <li>• Podstawowe definicje: konstrukcyjne i eksploatacyjne parametry pracy silnika.</li> <li>• Obiegi teoretyczne (Otto, Diesla, Seiligera-Sabathe'a, Atkinsona-Millera), porównawcze i rzeczywiste silników spalinowych.</li> <li>• Procesy zachodzące w silnikach tłokowych.</li> <li>• Silnik spalinowy jako obiekt energetyczny, pozyskiwanie mocy mechanicznej, sprawności energetyczne silnika.</li> <li>• Pojęcie jakościowej i ilościowej regulacji obciążenia silnika.</li> <li>• Typowe charakterystyki eksploatacyjne silników spalinowych.</li> <li>• Ogólna budowa tłokowego silnika spalinowego i wybranych jego układów.</li> </ul>
48	Seminarium specjalnościowe	4	K1A_W18, K1A_U01, K1A_U04, K1A_U20, K1A_K08	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Omówienie sposobu pisania pracy inżynierskiej, a także formułowania tez i celu pracy oraz wniosków.</li> <li>• Omówienie algorytmu obliczeniowego oceny końcowej i wynikającej z tego oceny na dyplomie.</li> <li>• Przedstawienie przebiegu egzaminu dyplomowego inżynierskiego.</li> <li>• Przedstawienie przez studentów wystąpień na temat zagadnienia inżynierskiego lub wykonywanego projektu inżynierskiego w formie prezentacji multimedialnej.</li> <li>• Uporządkowanie wiedzy z zakresu swojego kierunku i specjalności oraz postawienie zestawu pytań z tym związanych, na które studenci przygotowują odpowiedzi ustne.</li> </ul>

49	Projekt inżynierski	15	K1A_W06, K1A_W16, K1A_U01, K1A_U03, K1A_U23	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Omówienie sposobu pisania pracy inżynierskiej, a także formułowania tez i celu pracy oraz wniosków.</li> <li>• Przedstawienie informacji na temat wykonywanego projektu inżynierskiego.</li> <li>• Dyskusja nad prowadzonym projektem inżynierskim.</li> <li>• Wykonywanie pomiarów, obliczeń lub analiz niezbędnych do realizacji projektu inżynierskiego</li> </ul>
<b>SPECJALNOŚĆ: CHŁODNICTWO I KLIMATYZACJA</b>				
50	Paliwa i ich spalanie		K1A_W07, K1A_W12, K1A_U15, K1A_U17	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojęcia podstawowe. Spalanie i paliwa w ujęciu historycznym. Znaczenie paliw i spalania. Światowe i krajowe zasoby paliw.</li> <li>• Stechiometria spalania. Bilans energii procesu spalania. Wartość opałowa, ciepło spalania, entalpia dewaluacji. Temperatura spalania. Straty energii w procesie spalania.</li> <li>• Paliwa gazowe. Definicje, charakterystyka. Gaz ziemny. Sztuczne gazy palne. Biogaz</li> <li>• Paliwa ciekłe. Ropa naftowa. Sztuczne paliwa ciekłe. Oleje roślinne.</li> <li>• Paliwa stałe. Węgiel. Przeróbka węgla. Torf. Paliwa sztuczne. Biomasa. Odpady</li> <li>• Spalanie paliw gazowych: laminarne spalanie mieszanki gazowo-powietrznej, normalna prędkość spalania, spalanie kinetyczno-dyfuzyjne, spalanie dyfuzyjne, spalanie kinetyczne, spalanie bezpłomieniowe. Spalanie paliw ciekłych: charakterystyka procesu, spalanie pojedynczej kropli, spalanie strugi kropeł. Spalanie paliw stałych: charakterystyka procesu, spalanie pojedynczego ziarna, spalanie węgla w warstwie. Spalanie odpadów</li> <li>• Palniki: gazowe, olejowe, pyłowe.</li> </ul>
51	Chłodnictwo i kriogenika		K1A_W06, K1A_W11, K1A_U08, K1A_U15	Ogólne podstawy teoretyczne chłodnictwa. Zasady działania, obiegi termodynamiczne teoretyczne i rzeczywiste dla parowych jednostopniowych urządzeń chłodniczych. Obiegi teoretyczne dwustopniowych sprężarkowych urządzeń chłodniczych. Zasady obliczania obciążenia chłodniczego dla urządzeń chłodniczych. Odzysk ciepła skraplania czynnika chłodniczego w układach chłodniczych - wybrane przykłady. Zasada działania, obiegi absorpcyjnych urządzeń chłodniczych. Charakterystyka właściwości zespołów sorpcyjnych. Ogólne podstawy teoretyczne kriogeniki. Właściwości czynników kriogenicznych. Przemiany termodynamiczne i obiegi teoretyczne w układach skraplania gazów dla procesu Joule'a-Tomsona, Claude'a, Kapicy. Chłodziarka Sterlinga. Chłodziarka Barytona. Wybrane zastosowania czynników kriogenicznych. Warunki bezpiecznego wykorzystania czynników kriogenicznych.
52	Klimatyzacja		K1A_W06, K1A_W11, K1A_U08, K1A_U12	Ogólne podstawy teoretyczne w klimatyzacji - komfort cieplny, jakość powietrza, wykorzystanie do obliczeń wykresu Moliera i Carriera dla powietrza wilgotnego; Przemiany termodynamiczne i obiegi teoretyczne w układach klimatyzacji (obiegi powietrza zamknięte otwarte, recyrkulacja, nagrzewanie, nawilżanie, ochładzanie, osuszanie przez ochładzanie powietrza). Rodzaje i zakresy zastosowania czynników obiegowych w obiegach klimatyzacyjnych i pompach ciepła. Zasady obliczania obciążenia chłodniczego, grzewczego dla urządzeń klimatyzacyjnych. Pompy ciepła – obiegi, dolne i górne źródła ciepła. Ocena efektywności energetycznej układów klimatyzacji i pomp ciepła. Racjonalizacja zużycia energii w układach przygotowania powietrza. Ograniczanie straty ciepła w rurociągach, Odzysk ciepła w układach wentylacyjnych i klimatyzacyjnych, zasada chłodzenia - free cooling. Zastosowania pomp ciepła oraz urządzeń chłodniczych do przygotowania powietrza dla celów klimatyzacji. Warunki i specyfika parametrów działania obiegów klimatyzacji przemysłowej.
53	Inżynieria chłodnicza		K1A_W07, K1A_W11, K1A_U08, K1A_U15	<p>Analiza termodynamiczna krystalizacji lodu w produktach o dużej zawartości wody. Stopień wymrożenia wody. Właściwości termofizyczne produktów poddawanych technologiom chłodniczym. Analiza procesu schładzania– ocena rozkładu temperatury (metoda analityczna- wykresy Heislera; uporządkowany stan przewodzenia ciepła). Analiza procesu zamrażania- ocena czasu zamrażania (wzór R. Planka; zależności empiryczne ). Zastosowanie metod numerycznych do analizy procesów chłodniczych.</p> <p>Składniki produktów. Metody utrwalania. Efekty cieplne technologii chłodniczych. Wpływ temperatury na jakość i trwałość- wykresy TTT. Ususzka. Metody i urządzenia do schładzania i zamrażania produktów. Chłodnie i przechowalnie. Model matematyczny zmiany atmosfery w chłodni owoców i warzyw. Odchładzanie i rozmrażanie. Specyficzne zagadnienia chłodnictwa produktów nabiałowych i piekarniczych. Transport chłodniczy.</p> <p>Zastosowanie chłodnictwa w przemyśle: zamrażanie gruntu, klimatyzacja, zwiększenie trwałości maszyn i urządzeń, zmniejszenie mocy napędowej. Wykorzystanie przemysłowej energii odpadowej do celów chłodniczo- grzejnych.</p>

54	Inżynieria i aparatura procesowa	K1A_W06, K1A_W11, K1A_U08, K1A_U15	Gazy doskonałe, półdoskonałe, rzeczywiste (definicje), własności czynników rzeczywistych, opadanie cząstek stałych w płynach, odpylanie grawitacyjne, cyklony i elektrofiltry, filtracja cieczy, mieszanie, absorpcja.
55	Gas engines	K1A_W07, K1A_W11, K1A_W17, K1A_U05, K1A_U17	Basic terms used in fuel gas systems. The types and properties of gaseous fuels used as a fuel to powering internal combustion engines. Construction of systems for the distribution and storage of gaseous fuels. Construction of reciprocating gas engines. Constructions of fuel gas system for LPG, CNG and LNG. Possibilities of hydrogen usage as an engine fuel. The types of internal combustion engines powered with gas fuel regarding to its usage and construction. Stationary gas engines, systems with pilot dose of liquid fuel, spark ignited systems, burning of lean air-gas mixtures.
56	Przedmioty obieralne	K1A_W08, K1A_W11, K1A_U08	zależnie od wybranego przedmiotu
57	Automatyka chłodnicza i klimatyzacyjna	K1A_W03, K1A_W07, K1A_W12, K1A_W14, K1A_U07, K1A_U12	Podstawy ogólne regulacji : kryteria podziału, rodzaje konstrukcji i charakterystyki regulatorów, obiekty regulacji, zadania i zakres automatyzacji urządzeń chłodniczych. Budowa i zasada działania elementów do automatycznej regulacji zasilania parowników: rurka kapilarna, termostatyczny zawór rozprężny, automatyczny zawór rozprężny . Automatyczne regulowanie ciśnienia parowania i skraplania- zawory stałociśnieniowe. Regulatory temperatury – termostaty: rodzaje, budowa i zasada działania. Regulatory ciśnienia - presostaty: rodzaje, budowa i zasada działania. Budowa i zasada działania regulatorów poziomu cieczy: zawory pływakowe, termostatyczne i elektroniczne regulatory poziomu cieczy. Budowa i zasada działania zaworów odcinających przepływ czynnika chłodniczego, solanki lub wody: zwrotny, upustowy, elektromagnetyczne. Automatyczna regulacja działania oraz sterowanie sprężarek chłodniczych. Regulacja temperatury powietrza w obiektach chłodzonych. Regulacja ciśnienia skraplania w skraplaczach chłodzonych wodą lub powietrzem. Elektroniczne elementy oraz mikroprocesorowe sterowanie pracą zespołu urządzeń chłodniczych. Przykładowe zastosowania automatycznej regulacji w instalacjach chłodniczych.
58	Urządzenia chłodnicze i klimatyzacyjne	K1A_W08, K1A_W09, K1A_W11, K1A_U08, K1A_U10	Zagadnienia budowy i zasad działania: Sprężarki chłodnicze. Wymienniki ciepła: parowacze, skraplacze. Jednostopniowe oraz wielostopniowe sprężarkowe urządzenia chłodnicze. Systemy odszraniania urządzeń chłodniczych. Domowe urządzenia chłodnicze. Absorpcyjne urządzenia chłodnicze. Adsorpcyjne urządzenia chłodnicze. Chłodziarki termoelektryczne. Wytwornice lodu. Chłodziarki termoelektryczne. Systemy klimatyzacji oraz dystrybucji powietrza. Przykłady zastosowania urządzeń chłodniczych i klimatyzacyjnych w połączeniu ze źródłami energii odnawialnej. Zasady doboru urządzeń chłodniczych i klimatyzacyjnych dla potrzeb użytkowników. Typowe urządzenia stosowane w klimatyzacji np. klimatyzatory, chillery wodne, nawilżacze, osuszacze, nagrzewnice oraz charakterystyki energetyczne urządzeń klimatyzacyjnych. Systemy klimatyzacji oraz centrale klimatyzacyjne, przykłady systemów free cooling oraz systemów VRV.
59	Aspekty prawne inżynierii chłodniczej	K1A_W13, K1A_W19, K1A_U23	Zasadnicze postanowienia wynikające z aktów prawnych dotyczących substancji zubożających warstwę ozonową oraz wykorzystania gazów fluorowanych w tym szczególnie czynników chłodniczych: zasady oznakowania substancji oraz wyrobów, urządzeń i instalacji zawierających te substancje. Karta urządzenia i instalacji zawierających substancje kontrolowane. Zasady ewidencji substancji kontrolowanych. Kontrola szczelności urządzeń i instalacji zawierających substancje zubożające warstwę ozonową. System podnoszenia kwalifikacji dla osób wykorzystujących czynniki chłodnicze. Opłaty za korzystanie ze środowiska w odniesieniu do czynników chłodniczych. Omówienie wybranych zagadnień dotyczących norm związanych z bezpiecznym dla środowiska użytkowaniem urządzeń zawierających czynniki chłodniczej.: urządzenia chłodnicze, klimatyzacyjne, pompy ciepła, klimatyzacja samochodowa.
60	Czynniki chłodnicze i chłodziwa	K1A_W09, K1A_W10, K1A_U08, K1A_K02	Czynniki chłodnicze – definicja, wymagania, systematyka, system oznaczeń, zakresy stosowania. Wskaźniki ekologicznej oceny czynników chłodniczych - ODP, GWP, TEWI. Ważniejsze czynniki chłodnicze – amoniak, dwutlenek węgla, ważniejsze czynniki syntetyczne. Chłodziwa – definicja, wymagania, systematyka, najczęściej stosowane substancje. Oleje chłodnicze – definicja, wymagania, systematyka, najczęściej stosowane substancje. Obieg olejowy w instalacjach chłodniczych i klimatyzacyjnych.

61	Reaktory i bloki jądrowe	K1A_W07, K1A_W11, K1A_W18, K1A_U09, K1A_K02	<p>Energetyka jądrowa - rys historyczny, stan obecny, przyszłość, problemy bezpieczeństwa: stan obecny i perspektywy rozwoju energetyki jądrowej, doświadczenia eksploatacyjne, zasoby paliwa jądrowego, koszty w energetyce jądrowej.</p> <p>Podstawy fizyczne procesów występujących w reaktorach jądrowych: budowa jądra atomowego, rozpad radioaktywny, oddziaływanie promieniowania jonizującego w organizmach żywych i podstawy ochrony radiologicznej, reakcje neutronów, reakcja rozszczepienia, cykl neutronów w reaktorze, charakterystyka pracy reaktora w stanach ustalonych i nieustalonych, procesy reaktywnościowe w reaktorach jądrowych, konstrukcja rdzeni reaktorów, sterowanie i zabezpieczenia reaktorów, zagrożenia związane z eksploatacją reaktorów jądrowych.</p> <p>Charakterystyka bloków i awarii w blokach jądrowych: budowa bloków jądrowych z reaktorami różnych typów ze szczególnym uwzględnieniem układów zabezpieczeń i zmniejszania skutków awarii. Wybrane problemy eksploatacyjne i bezpieczeństwa, charakterystyka wybranych awarii i ich skutków. Nowe koncepcje reaktorów i bloków jądrowych.</p>
62	Fundamentals of numerical modelling	K1A_W02, K1A_W03, K1A_W17, K1A_U02, K1A_U06	<p>Numerical methods, modelling process, numerical mesh, mesh quality, validation and verification methods.</p> <p>Laboratory</p> <p>Numerical modelling of simple heat transfer problems, commercial packages, practical aspects of models creation.</p>
63	Praktyka zawodowa (4 tygodnie)	K1A_W14, K1A_W15, K1A_U09, K1A_U19, K1A_U21, K1A_K01, K1A_K03	Zakres tematyki ściśle związany ze studiowanym kierunkiem
64	Innowacyjne techniki chłodnicze	K1A_W08, K1A_W11, K1A_U08, K1A_U18	<p>Nowatorskie czynniki chłodnicze i chłodziwa w instalacjach sprężarkowych parowych, absorpcyjnych, adsorpcyjnych i eżektorowych.</p> <p>Nowoczesne rozwiązania konstrukcyjne kompresorów chłodniczych, wymienników ciepła oraz armatury pomocniczej. Termodynamiczne metody podwyższania sprawności obiegów lewobieżnych. Metody poprawy warunków wymiany ciepła w instalacjach chłodniczych</p> <p>Wykorzystanie źródeł odnawialnych do celów chłodniczych i klimatyzacyjnych. Zagadnienia modelowania matematycznego prostych sorpcyjny układów chłodniczych.</p>
65	Bezpieczeństwo i komfort w samochodzie	K1A_W11, K1A_W19, K1A_U09, K1A_U18, K1A_K02	<p>Obiektywna oraz subiektywna ocena komfortu samochodu, przeznaczenie, jakość eksploatacji i sposób użytkowania. Znaczenie i główne aspekty bezpieczeństwa uwzględniane w rozwiązaniach konstrukcyjnych samochodów. Elementy inżynierii ruchu drogowego, istniejące zagrożenia, bezpieczeństwo i ryzyko w ruchu drogowym. Przyczyny oraz skutki różnych zdarzeń drogowych; sposoby zapobiegania i minimalizowania powstających strat materiałowych oraz osobowych. Parametry ilościowe skutków różnych zdarzeń drogowych.</p>
66	Seminarium specjalnościowe	K1A_W18, K1A_U01, K1A_U04, K1A_U20, K1A_K08	<p>Podanie ogólnych zasad opracowania określonych problemów do prezentacji oraz udziału w dyskusji nad tymi problemami.</p> <p>Zaproponowanie poszczególnym uczestnikom seminarium tematyki referatów kierunkowych, problemowych oraz repetytoryjnych.</p> <p>Kierowanie dyskusją oraz ocena przygotowania i prezentacji referatów oraz aktywności uczestników seminarium w dyskusji</p>
67	Projekt inżynierski	K1A_W06, K1A_W16, K1A_U01, K1A_U03, K1A_U23	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Omówienie sposobu pisania pracy inżynierskiej, a także formułowania tez i celu pracy oraz wniosków.</li> <li>• Przedstawienie informacji na temat wykonywanego projektu inżynierskiego.</li> <li>• Dyskusja nad prowadzonym projektem inżynierskim.</li> <li>• Wykonywanie pomiarów, obliczeń lub analiz niezbędnych do realizacji projektu inżynierskiego</li> </ul>



**SPECJALNOŚĆ: TECHNIKA SAMOCHODOWA**

68	Paliwa i ich spalanie	K1A_W07, K1A_W12, K1A_U15, K1A_U17	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pojęcia podstawowe. Spalanie i paliwa w ujęciu historycznym. Znaczenie paliw i spalania. Światowe i krajowe zasoby paliw.</li> <li>• Stechiometria spalania. Bilans energii procesu spalania. Wartość opałowa, ciepło spalania, entalpia dewaluacji. Temperatura spalania. Straty energii w procesie spalania.</li> <li>• Paliwa gazowe. Definicje, charakterystyka. Gaz ziemny. Sztuczne gazy palne. Biogaz</li> <li>• Paliwa ciekłe. Ropa naftowa. Sztuczne paliwa ciekłe. Oleje roślinne.</li> <li>• Paliwa stałe. Węgiel. Przeróbka węgla. Torf. Paliwa sztuczne. Biomasa. Odpady</li> <li>• Spalanie paliw gazowych: laminarne spalanie mieszanki gazowo-powietrznej, normalna prędkość spalania, spalanie kinetyczno-dyfuzyjne, spalanie dyfuzyjne, spalanie kinetyczne, spalanie bezpłomieniowe. Spalanie paliw ciekłych: charakterystyka procesu, spalanie pojedynczej kropli, spalanie strugi kropeł. Spalanie paliw stałych: charakterystyka procesu, spalanie pojedynczego ziarna, spalanie węgla w warstwie. Spalanie odpadów</li> <li>• Palniki: gazowe, olejowe, pyłowe.</li> </ul>
69	Budowa samochodów	K1A_W08, K1A_W11, K1A_U08	<p>Kategorie samochodów wg norm prawnych i funkcji użytkowych. Wskaźniki techniczno-ekonomiczne samochodów. Kryteria oceny jakości samochodu. Nadwozia samochodów. Rodzaje nadwozi. Struktury nośne. Elementy bezpieczeństwa biernego. Ogólna budowa i funkcje wybranych układów silnika spalinowego (w nawiązaniu do przedmiotu „Silniki spalinowe”). Podwozie samochodu i jego mechanizmy. Sprzęgła główne samochodu. Zadania i działanie sprzęgła. Sprzęgła cierne zwykłe i odśrodkowe. Praca tarcia sprzęgła. Mechanizmy sterowania sprzęgłami. Skrzynki biegów. Zadania skrzynki biegów. Rodzaje mechanicznych skrzynek biegów. Skrzynki z przekładniami zębatymi. Urządzenia synchronizujące. Dobór przełożeń skrzynki biegów. Automata skrzynki biegów. Bezstopniowa przekładnia automatyczna. Wały napędowe. Półosie napędowe. Przeguby. Przekładnie główne: stożkowe, hipoidalne i walcowe. Mechanizmy różnicowe: z kołami stożkowymi i walcowymi. Własności kinematyczne. Koła i opony. Współpraca koła z nawierzchnią. Przyczepność wzdłużna i poprzeczna. Układy hamulcowe. Przebieg procesu hamowania. Klasyfikacja układów hamulcowych. Wymagania. Hamulce bębnowe. Hamulce tarczowe. Układy sterujące hamulcami. Układy kierownicze. Zależności kinematyczne w układzie kierowniczym. Mechanizmy zwrotnicze. Przekładnie kierownicze. Wspomaganie układu kierowniczego. Zawieszenia. Zawieszenia zależne i niezależne. Sprężyste elementy zawieszzeń: resory piórowe, drążki skrętne, sprężyny śrubowe, elementy pneumatyczne. Amortyzatory hydrauliczne. Zawieszenia aktywne.</p>
70	Silniki spalinowe	K1A_W07, K1A_W11, K1A_U17	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe pojęcia i definicje oraz podział tłokowych silników spalinowych.</li> <li>• Ogólna budowa i zasada działania tłokowych silników spalinowych.</li> <li>• Teoretyczne, porównawcze i rzeczywiste obiegi tłokowych silników spalinowych.</li> <li>• Podstawowe, konstrukcyjne i termodynamiczne parametry pracy silnika spalinowego.</li> <li>• Budowa i mechanika podstawowych układów silnika spalinowego (tłokowo-korbowy, rozrządu).</li> <li>• Pozyskiwanie pracy mechanicznej i bilans energetyczny silnika spalinowego.</li> <li>• Sterowanie mocy silnika – jakościowa i ilościowa regulacja obciążenia.</li> <li>• Układy zasilania i paliwa silnikowe oraz układy osprzętu.</li> <li>• Charakterystyki parametrów energomechanicznych i porównanie składu spalin silników ZI i ZS.</li> <li>• Nowe rozwiązania oraz zastosowanie silników spalinowych.</li> </ul>

71	Teoria ruchu samochodu	K1A_W09, K1A_U08	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe pojęcia związane z parametrami energomechanicznymi (moc, moment obrotowy, prędkość) urządzeń mechanicznych w świetle osiągnięć człowieka</li> <li>• Warunki ruchu samochodu na drodze – rodzaje manewrów i zjawiska na styku opony z jezdnią</li> <li>• Układ przeniesienia napędu samochodu – cel stosowania, budowa i działanie podzespołów</li> <li>• Transformacja mocy i momentu silnika spalinowego na koła samochodu</li> <li>• Opory ruchu samochodu i własności trakcyjne samochodu</li> <li>• Podstawy fizyczne podstawowych ruchów samochodu: procesy rozpędzania i hamowania</li> <li>• Sposoby wyznaczania oporów ruchu samochodu</li> <li>• Wpływ masy samochodu na procesy rozpędzania i hamowania</li> <li>• Drogowe (przebiegowe) zużycie paliwa samochodu</li> <li>• Optymalizacja układu napędowego samochodu</li> </ul>
72	Eksploatacja silników i samochodów	K1A_W07, K1A_W11, K1A_W19, K1A_U18, K1A_U23	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie. Eksploatacyjne parametry i wskaźniki pracy silnika oraz ruchu samochodu. Wskaźniki techniczno-ekonomiczne samochodów. Punkt i pole pracy silnika.</li> <li>• Eksploatacyjne charakterystyki silników spalinowych: prędkościowe, obciążeniowe, regulacyjne, uniwersalne, specjalne. Elastyczność silnika.</li> <li>• Efekty użyteczne pozyskiwane z silnika spalinowego. Obieg rzeczywisty. Praca i sprawność energetyczna: obiegu, wewnętrzna i efektywna. Efektywność procesów konwersji energii w silniku.</li> <li>• Silnik spalinowy jako podstawowa jednostka napędowa samochodu. Przetwarzanie charakterystyk podaży parametrów eksploatacyjnych silnika przez elementy układu napędowego samochodu. Przełożenia i moment obrotowy na kołach. Siła napędowa i moc na kołach samochodu. Zapotrzebowanie siły i mocy na kołach napędzających. Równanie ruchu samochodu.</li> <li>• Energochłonność ruchu samochodu – zużycie paliwa. Podstawowe związki między zużyciem paliwa a parametrami silnika, samochodu i drogi. Czynniki eksploatacyjne a zużycie paliwa.</li> </ul>
73	Inżynieria i aparatura procesowa	K1A_W06, K1A_W11, K1A_U08, K1A_U15	Gazy doskonałe, półdoskonałe, rzeczywiste (definicje), własności czynników rzeczywistych, opadanie cząstek stałych w płynach, odpylanie grawitacyjne, cyklony i elektrofiltry, filtracja cieczy, mieszanie, absorpcja.
74	Gas engines	K1A_W07, K1A_W11, K1A_W17, K1A_U05, K1A_U17	Basic terms used in fuel gas systems. The types and properties of gaseous fuels used as a fuel to powering internal combustion engines. Construction of systems for the distribution and storage of gaseous fuels. Construction of reciprocating gas engines. Constructions of fuel gas system for LPG, CNG and LNG. Possibilities of hydrogen usage as an engine fuel. The types of internal combustion engines powered with gas fuel regarding to its usage and construction. Stationary gas engines, systems with pilot dose of liquid fuel, spark ignited systems, burning of lean air-gas mixtures.
75	Przedmioty obieralne	K1A_W08, K1A_W11, K1A_U08	zależnie od wybranego przedmiotu
76	Procesy wewnętrzne w silnikach spalinowych	K1A_W07, K1A_W11, K1A_U08, K1A_U17	Obiegi tłokowych silników spalinowych, charakterystyki eksploatacyjne silników przy różnych obciążeniach, ilościowa i jakościowa regulacja pracy silników spalinowych, zapłon i przebieg spalania mieszanki palnej w silnikach (ZI) oraz (ZS), stopień wypalenia paliwa, jego zmiany w obrębie cyklu, generacja ciepła oraz efektywność konwersji energii, wykorzystanie wykresu indykatorowego do oceny przebiegu spalania, produkty spalania paliwa oraz powstawanie substancji szkodliwych, procesy przepływowe w obrębie podukładów; wymiana ładunku, wymiana ciepła w obrębie podukładów silnika, chłodzenie silnika, energia odpadowa i jej wykorzystanie.

77	Badania pojazdów	K1A_W12, K1A_W13, K1A_U07, K1A_U17	Pojęcia podstawowe. Elementy składowe zagadnienia badawczego. Rodzaje badań samochodów i silników. Planowanie eksperymentu. Stanowiska badawcze silników i samochodów: rodzaje i wymagania. Analiza błęd pomiarowego. Niepewności w pomiarach bezpośrednich. Metody badań samochodów i ich zespołów. Badania drogowe właściwości ruchowych samochodów. Badania eksploatacyjne. Laboratoryjne badania samochodów i zespołów. Badania diagnostyczne. Podstawy diagnostyki technicznej. Diagnostyka kompletnego pojazdu. Badania właściwości trakcyjnych samochodu. Badania prędkości i przyspieszeń. Badania siły napędowej i oporów ruchu. Badania kierowności i stateczności. Badania hałaśliwości pracy samochodu. Badania zdolności pojazdu do pokonywania wzniesień i przeszkód. Próba wybiegu. Stanowiskowe badania zespołów samochodu. Badania samochodu na hamowni podwoziowej.
78	Techniki wytwarzania pojazdów	K1A_W06, K1A_W08, K1A_U08, K1A_U12, K1A_U16	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe pojęcia związane z technikami wytwarzania elementów maszyn i zespołów samochodu</li> <li>• Techniki wytwarzania silnika i jego elementów</li> <li>- techniki wytwarzania elementów złożenia tuleja cylindrowa (kadłub)-tłok-pierścienie tłokowe</li> <li>- techniki wytwarzania wałów korbowych, łożysk ślizgowych i korbowodów</li> <li>- techniki wytwarzania elementów układu rozrządu</li> <li>- techniki wytwarzania elementów układów wylotowych</li> <li>- produkcja elementów osprzętu silników spalinowych</li> <li>- składanie silnika spalinowego</li> <li>• Materiały konstrukcyjne na elementy silników spalinowych</li> <li>• Wybrane techniki wytwarzania zespołów samochodu (produkcja nadwozi, produkcja elementów układu zawieszenia, produkcja innych zespołów)</li> <li>• Montaż samochodu – zajęcia w fabryce samochodów</li> <li>• Systemy zarządzania jakością w procesach technologicznych</li> </ul>
79	Obsługa i procesy zużyciowe	K1A_W09, K1A_W11, K1A_U08	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe pojęcia, elementy i oddziaływania systemu trybologicznego</li> <li>• Ogólna charakterystyka procesów zużyciowych</li> <li>• Rodzaje zużycia elementów i par współpracujących; fazy działania systemu trybologicznego</li> <li>• Trwałość i niezawodność elementów konstrukcyjnych; charakterystyczne parametry opisowe trwałości i niezawodności układów; podstawowe rozkłady niezawodności elementów</li> <li>• Zużycie wybranych elementów i układów silników spalinowych i samochodów</li> <li>• Wpływ smarowania na zużycie części i układów silników spalinowych i samochodów</li> <li>• Podstawy metodologiczne badania zużycia elementów i par współpracujących silników spalinowych</li> <li>• Wpływ zużycia elementów na parametry pracy i ekologię silników spalinowych</li> <li>• Cele i rodzaje obsługi technicznej samochodów (codzienna, okresowa, sezonowa)</li> <li>• Obsługa i diagnostyka wybranych układów silnika spalinowego i samochodu</li> <li>• Zagrożenia dla środowiska związane z obsługą pojazdów</li> </ul>
80	Fundamentals of numerical modelling	K1A_W02, K1A_W03, K1A_W17, K1A_U02, K1A_U06	Numerical methods, modelling process, numerical mesh, mesh quality, validation and verification methods.
81	Podstawy chłodnictwa	K1A_W11, K1A_U08, K1A_U17, K1A_U18	Zasady działania, obiegi termodynamiczne teoretyczne i rzeczywiste dla parowych jednostopniowych urządzeń chłodniczych. Obiegi teoretyczne dwustopniowych sprężarkowych urządzeń chłodniczych. Czynniki chłodnicze – podział, oznaczenia, wskaźniki ekologiczne, zamienniki, zakresy stosowania, uwarunkowania prawne. Chłodziwa – rodzaje, właściwości, kryterium doboru, zastosowanie. Zasady obliczania obciążenia chłodniczego dla urządzeń chłodniczych. Odzysk ciepła skraplania czynnika chłodniczego w układach chłodniczych. Budowa i zasada działania ziębiarki absorpcyjnej. Warunki eksploatacji klimatyzacji samochodowej.

82	Praktyka zawodowa (4 tygodnie)	K1A_W14, K1A_W15, K1A_U09, K1A_U19, K1A_U21, K1A_K01, K1A_K03	Zakres tematyki ściśle związany ze studiowanym kierunkiem
83	Nowoczesne technologie wytwarzania	K1A_W06, K1A_W08, K1A_U10, K1A_U12, K1A_U16	Podstawowe pojęcia i definicje. Proces produkcji samochodów przez producentów samochodowych. Zrozumienie wymagań klienta. Produkowanie JIT (just in time), JIS (just in sequence). Kiedy rozpoczynamy planowanie procesu? Przełożenie wymagań klienta na planowanie procesu. Podstawy Lean Manufacturing (5S – porządek, standaryzacja, gniazdo produkcyjne, balans gniazda produkcyjnego, Value Stream Mapping, identyfikacja strat). Statystyczna kontrola procesu, (w jakim celu stosujemy, karty kontrolne, rodzaje kart kontrolnych). Podstawy Six Sigma (podstawy statystyki, zdolność procesu, różnice w osiągnięciach procesów – testowanie hipotez statystycznych). Projekt produktu a stabilność procesu. Podstawy Design for Six Sigma. APQP jako narzędzie wspomagające przygotowanie robust produkt & robust process. Procedury zatwierdzania procesu produkcyjnego przez klienta.
84	Bezpieczeństwo i komfort w samochodzie	K1A_W19, K1A_U09, K1A_U18, K1A_U23, K1A_K02	Obiektywna oraz subiektywna ocena komfortu samochodu, przeznaczenie, jakość eksploatacji i sposób użytkowania. Znaczenie i główne aspekty bezpieczeństwa uwzględniane w rozwiązaniach konstrukcyjnych samochodów. Elementy inżynierii ruchu drogowego, istniejące zagrożenia, bezpieczeństwo i ryzyko w ruchu drogowym. Przyczyny oraz skutki różnych zdarzeń drogowych; sposoby zapobiegania i minimalizowania powstających strat materiałowych oraz osobowych. Parametry ilościowe skutków różnych zdarzeń drogowych.
85	Seminarium specjalnościowe	K1A_W18, K1A_U01, K1A_U04, K1A_U20, K1A_K08	Zagadnienie etyki badań naukowych oraz problematyka plagiatu. Zasady przekazu informacji, dyskusji i obrony tez i wniosków. Opracowanie indywidualnego tematu seminaryjnego z zakresu wybranych zagadnień zaproponowanych przez prowadzącego. Prezentacja multimedialna i dyskusja zagadnienia w grupie seminaryjnej. Omówienie zasad pisania pracy – projektu inżynierskiego, z zaznaczeniem podstawowych jego elementów. Przygotowanie i prezentacja referatu z zakresu wykonywanego projektu inżynierskiego wraz z dyskusją.
86	Projekt inżynierski	K1A_W06, K1A_W16, K1A_U01, K1A_U03, K1A_U23	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Omówienie sposobu pisania pracy inżynierskiej, a także formułowania tez i celu pracy oraz wniosków.</li> <li>• Przedstawienie informacji na temat wykonywanego projektu inżynierskiego.</li> <li>• Dyskusja nad prowadzonym projektem inżynierskim.</li> <li>• Wykonywanie pomiarów, obliczeń lub analiz niezbędnych do realizacji projektu inżynierskiego</li> </ul>
<b>SPECJALNOŚĆ: NAPĘDY LOTNICZE</b>			
87	Turbinowe silniki lotnicze	K1A_W07, K1A_W08, K1A_W11	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Historia rozwoju turbinowych silników lotniczych.</li> <li>• Obiegi termodynamiczne Joule’a i Joule’a – Braytona. Obliczenia parametrów obiegów porównawczych i rzeczywistych dla silników turbinowych.</li> <li>• Klasyfikacja lotniczych silników turbinowych.</li> <li>• Sprężarki silników lotniczych. Reakcyjność, jednostkowa praca sprężania, rodzaje strat i sprawności stopnia sprężającego.</li> <li>• Rodzaje i charakterystyczne cechy paliw lotniczych stosowanych w silnikach turbinowych. Komory spalania.</li> <li>• Ekspandery silników lotniczych. Reakcyjny stopień turbiny osiowej. Jednostkowa praca rozprężania gazu w stopniu turbiny. Rodzaje strat i sprawność stopnia reakcyjnego turbiny.</li> <li>• Podzespoły pomocnicze silników turbinowych. Podzespoły rozruchowe, paliwowe i zapłonowe.</li> <li>• Automatyka i sterowanie silników turbinowych</li> </ul>

88	Termodynamika silników lotniczych	K1A_W07, K1A_W11, K1A_U08, K1A_U15	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe wielkości i jednostki miar: układ SI, masa, ilość i strumień substancji, ciśnienie (bezwzględne, manometryczne, statyczne), praca, ciepło, energia, moc, OZT, temperatura, wielkości właściwe, gęstość, lepkość, energia wewnętrzna, entalpia, entropia, udziały składnikowe.</li> <li>• Zasady i prawa termodynamiczne, zasada zachowania substancji.</li> <li>• I zasada termodynamiki – zasada zachowania energii: sformułowanie ogólne, przypadki szczególne, sposoby przekazywania energii, energia układu, PM I rodzaju, praca bezwzględna, techniczna i użyteczna, moc napędowa pompy, ciepło doprowadzone, energia strumienia – entalpia, ciśnienie dynamiczne, IZT dla układu zamkniętego, bilans maszyny przepływowej, sprawność wewnętrzna i mechaniczna.</li> <li>• Rodzaje urządzeń cieplnych i ich sprawności (efektywności): silnik cieplny, chłodziarka (ziębiarka), pompa grzejna (pompa ciepła).</li> <li>• Gazy doskonałe i półdoskonałe: definicje, termiczne równanie stanu (prawo Clapeyrona), kaloryczne równania stanu, pojemności cieplne właściwe, wykładnik adiabaty, prawo ekwipartycji energii, obliczanie entalpii i entropii, ładowanie zbiornika.</li> <li>• Przemiany termodynamiczne: izoterma, izobara, izochora, politropa, adiabata odwracalna g.d., przemiany nieodwracalne – dławienie, mieszanie (dyfuzja), adiabata nieodwracalna.</li> <li>• Obiegi termodynamiczne: definicja i rodzaje, układ T,S (T,s), charakterystyczne pola na wykresach p,V oraz T,S,</li> <li>• obieg Carnota i jego sprawność (efektywność), wykresy obiegu Braytona, Joule’a, Otto, Diesla oraz Seiligera-Sabathego.</li> <li>• Termodynamika pary wodnej: reguła faz Gibbsa, wykres p,T, izobaryczny proces odparowania H<sub>2</sub>O, ciśnienie i temperatura nasycenia, stopień suchości, entalpia parowania, tablice parowe, wykresy parowe – p,v, T,s, i,s,</li> <li>• wyznaczanie objętości, entalpii i entropii właściwej dla ciekłej wody, pary nasyconej mokrej oraz pary przegrzanej,</li> <li>• przemiana adiabatyczna i dławienie pary wodnej.</li> <li>• Elektrownie i elektrociepłownie parowe: schemat elektrowni węglowej, obieg Clausiusa-Rankine’a – przebieg przemian w układzie T,s oraz i,s, sprawność obiegu C-R, siłowni parowej i elektrowni węglowej, możliwości podwyższania sprawności obiegu C-R i siłowni parowej, elektrociepłownie z turbinami przeciwprężnymi i kondensacyjno-upustowymi.</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spalania paliw węglowych i węglowodorowych: pojęcia podstawowe, skład paliw, zapotrzebowanie powietrza do spalania, stosunek nadmiaru powietrza, skład spalin suchych i wilgotnych, energia chemiczna paliw – wartość opałowa i ciepło spalania.</li> <li>• II zasada termodynamiki: przykładowe sformułowania szczegółowe, sformułowania ogólne – zasada wzrostu entropii, PM II rodzaju, definicje egzergii, egzergia termiczna, prawo Gouy’a-Stodoli.</li> <li>• Gazy wilgotne: równanie termiczne i kaloryczne, wykres entalpia-stopień zawilżenia, izobaryczne przemiany gazu wilgotnego, chłodnia kominowa, klimatyzacja.</li> <li>• Ziębiarki i pompy ciepła: obieg Lindego, czynniki ziębnicze, wykres logarytm ciśnienia-entalpia, obiegi wielostopniowe ziębiarek, ziębiarki absorpcyjne.</li> <li>• Siłownie parowe: sposoby zwiększania sprawności obiegu Clausiusa Rankina, siłownie jądrowe, elektrociepłownie. Tłokowe silniki spalinowe, obiegi Otto i Diesla i ich sprawności. Silniki turbobogazowe: obieg Barytona z regeneracją, obieg Ericssena, silniki turbodrzutowe.</li> </ul>
89	Komputerowe systemy projektowania napędów lotniczych	K1A_W02, K1A_W03, K1A_W09, K1A_U02, K1A_U19	Charakterystyka i cechy programów do modelowania matematycznego maszyn i urządzeń w napędach lotniczych. Główne typy napędów lotniczych i ich warunki pracy. Modelowanie i charakterystyki sprężarek, turbin, komór spalania, dysz wylotowych w silnikach lotniczych. Algorytmy obliczeń charakterystyk napędów lotniczych

90	Paliwa i spalanie w silnikach lotniczych	K1A_W07, K1A_W11, K1A_W12, K1A_U08, K1A_K03	<p>Znaczenie spalania w gospodarce człowieka.          Ekologiczne skutki procesów spalania.          Paliwa naturalne i sztuczne: stałe, gazowe i ciekłe; zasoby i rezerwy, skład elementarny, własności, wskaźniki użytkowe.          Podstawy termochemii. Równowaga termodynamiczna. Adiabatyczne temperatury spalania. Podstawy kinetyki chemicznej.          Klasyfikacja procesów spalania.          Teoria zapłonu: samozapłon, zapłon wymuszony, mechanizmy zapłonu, granice zapłonu.          Spalanie paliw gazowych: detonacja i deflagracja, spalanie laminarne i turbulentne, prędkość spalania, spalanie kinetyczno-dyfuzyjne, dyfuzyjne, kinetyczne, bezpłomieniowe.          Spalanie paliw ciekłych: charakterystyka procesu, spalanie pojedynczej kropli paliwa, spalanie strugi kropel.          Wprowadzenie do spalania paliw stałych.          Niskoemisyjne techniki spalania.          Komory spalania silników lotniczych.</p>
91	Tłokowe silniki lotnicze	K1A_W07, K1A_W08, K1A_W11, K1A_U17	<p>Budowa oraz zasada działania tłokowych silników spalinowych. Silniki spalinowe o zapłonie iskrowym stosowane w lotnictwie. Silniki o zapłonie samoczynnym stosowane w lotnictwie. Obiegi termodynamiczne silników tłokowych. Parametry wewnętrzne oraz eksploatacyjne silników tłokowych. Układy zasilania silników tłokowych. Układy wylotu spalin silników tłokowych.. Systemy odladzania układu dolotowego silnika spalinowego. Doładowanie oraz turbodoładowanie silników spalinowych. Bilans energii silnika spalinowego. Charakterystyki eksploatacyjne silników spalinowych.</p>
92	Systemy diagnostyki i sterowania silników lotniczych.	K1A_W03, K1A_U08	<p>Wprowadzenie do zagadnień diagnostyki technicznej silników lotniczych. Procesy i sygnały diagnostyczne jako źródło informacji o stanie technicznym silnika lotniczego jak i jego układów. Metodyka budowy systemu diagnostycznego od założeń funkcjonalnych po zarządzanie danymi z pomiarów i wnioskowanie.          Diagnostyka procesów roboczych w pracy silników lotniczych Pomiar parametrów pracy silników lotniczych. Diagnostyka procesów towarzyszących w pracy silników lotniczych. Ocena procesów wibroakustycznych (drgania i hałas generowany przez silnik lotniczy), pomiar procesów zużycia. Diagnostyka: wibroakustyczna, termowizyjna. Pomiary specjalne silników lotniczych. Monitorowanie stanu technicznego urządzeń i agregatów.          Proste układy sterowania i diagnostyki. Parametry charakteryzujące stany pracy silników lotniczych. Stany pracy silnika lotniczego: uruchomienie, start, przyspieszenie, praca ustalona, zwalnianie, zatrzymanie. Układy wykonawcze i urządzenia zabezpieczające związane z układem zasilania i sterowania silnika lotniczego. Przykładowe schematy układów paliwowych różnych silników. Sterowanie silnikiem turbo-odrzutowym z uwzględnieniem sterowania dyszą wlotową i wylotową silnika, tzw. odwracacze i wektorowanie ciągu. Dopalacze. System sterowania FADEC</p>
93	Przedmiot obieralny	K1A_W08, K1A_W11, K1A_U08	<p>zależnie od wybranego przedmiotu</p>
94	Drgania i dynamika silników lotniczych	K1A_W01, K1A_W08, K1A_U08, K1A_U15	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematyka cząstek – ruch cząstek i jego opis.</li> <li>• Kinetyka cząstek – siła, przyspieszenie, praca energia, pęd, moment pędu, zasada zachowania pędu i krętu.</li> <li>• Kinematyka ciała sztywnego na płaszczyźnie.</li> <li>• Kinetyka ciała sztywnego na płaszczyźnie – siła i przyspieszenie, praca i energia, pęd i kręt, zasada zachowania pędu i krętu.</li> <li>• Drgania – drgania nietłumione swobodne, drgania nietłumione wymuszone, drgania tłumione swobodne, drgania tłumione wymuszone.</li> <li>• Metody energetyczne analizy drgań.</li> <li>• Drgania skrętne wału. Obroty krytyczne.</li> <li>• Częstości własne oraz formy modalne</li> <li>• Drgania tarcz wirnikowych.</li> <li>• Pomiary drgań.</li> </ul>

95	Układy pomocnicze napędów lotniczych	K1A_W07, K1A_U18	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Budowa i zasada działania sprężarek (definicja sprężarki, podział sprężarek, parametry pracy, konstrukcja, zastosowanie, określanie sprawności, sprężanie wielostopniowe),</li> <li>• Zasady podobieństwa przepływu gazu przez sprężarkę (warunki podobieństwa przepływu, wskaźniki charakterystyczne sprężarek),</li> <li>• Analiza przepływu w stopniu sprężarki wirnikowej (trójkąty prędkości, podstawowe równanie maszyn przepływowych, współczynniki strat, przepływy konfuzorowe i dyfuzorowe),</li> <li>• Promieniowy stopień sprężarkowy (koło wirnikowe, podstawowe wielkości geometryczne kół wirnikowych, straty w stopniu sprężarki promieniowej),</li> <li>• Osiowy stopień sprężarkowy (przepływ przez płaską palisadę profili, geometria profilu i palisady, podstawowe wielkości geometryczne stopnia sprężarki osiowej),</li> <li>• Współpraca sprężarek z odbiornikiem (charakterystyki pracy sprężarek, współpraca sprężarki z siecią sprężonego gazu, równoległa współpraca sprężarek, szeregową współpracą sprężarek, regulacja i regulacyjność różnych typów sprężarek),</li> <li>• Podstawowe zjawiska przepływów w maszynach hydraulicznych i rurociągach. Zasady działania pomp wirowych i wyporowych,</li> <li>• Typy układów pompowych i przykłady ich charakterystycznych zastosowań oraz zasady eksploatacji.</li> <li>• Obliczenia charakterystyk rurociągów i zasady doboru pomp.</li> <li>• Omówienie zjawiska kawitacji, kawitacja w pompach i rurociągach oraz umiejętność obliczeń, maksymalnej wysokości ssania pomp</li> </ul>
96	Bezpieczeństwo konstrukcji lotniczych	K1A_W09, K1A_W19, K1A_U09, K1A_U18, K1A_U23	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Niezawodność elementów powłokowych.</li> <li>• Wskaźniki i metody oceny niezawodności obiektów.</li> <li>• Procesy zużycia i zniszczenia.</li> <li>• Bezpieczeństwo pracy elementów zawierających pęknięcia</li> <li>• Typowe awarie i uszkodzenia elementów powłokowych.</li> <li>• Wytrzymałość i obciążenie jako wielkości losowe.</li> <li>• Prawdopodobieństwo uszkodzenia obiektu.</li> <li>• Podstawy analizy ryzyka.</li> </ul>
97	Podstawy projektowania śmigieł i napędów str.	K1A_W02, K1A_W05, K1A_W06, K1A_U02, K1A_U24	Przegląd różnych systemów napędu stosowanych w lotnictwie. Wprowadzenie do dynamiki gazów. Teoria stopnia sprężarkowego oraz turbinowego. Definicja sprawności stopnia, reakcyjności oraz trójkąty prędkości. Praca stopnia przy zmiennym obciążeniu. Charakterystyka pracy profilu lotniczego dedykowanego do napędów śmigłowych. Teoria śmigła oraz podstawowe wskaźniki charakteryzujące napędy śmigłowe. Sprawność napędów śmigłowych oraz możliwość jej poprawy. Charakterystyka napędów typu propfan.
98	Fundamentals of aerodynamics	K1A_W01, K1A_W07, K1A_W17, K1A_U05, K1A_U15	Basic concepts and definitions used in aerodynamics. Basic equations including continuity and Bernoulli equation and its application. Boundary layer description and its properties. Dimensional analysis and modelling. Lift force generation mechanism: Zukowski theorem. Potential flows, basic potential flow types and its superposition. Application of potential flow theory in aerodynamics. Airfoil characteristics. Balance and stability of the aircraft. Introduction to compressible flows, basic equations. Flow through nozzles. Supersonic flows, normal and oblique shocks.
99	Praktyka zawodowa (4 tygodnie)	K1A_W14, K1A_W15, K1A_U09, K1A_U19, K1A_U21, K1A_K01, K1A_K03	Zakres tematyki ściśle związany ze studiowanym kierunkiem
100	Projektowanie wybranych węzłów konstruk.	K1A_W02, K1A_W05, K1A_W06, K1A_U12, K1A_U24	Poszczególne elementy wybranych konstrukcji turbinowych silników lotniczych, aerodynamika wlotów i wylotów turbinowych silników lotniczych, aerodynamika wentylatorów i sprężarek, aerodynamika turbin gazowych, procesy projektowania dysz wlotowych i wylotowych oraz wybranych elementów maszyn przepływowych (wentylatorów i części nisko- i wysokociśnieniowych sprężarek oraz turbin), narzędzia projektowe.

101	Zagadnienia środowiskowe silników lotniczych	K1A_W01, K1A_W05, K1A_W08, K1A_W14, K1A_U16, K1A_U19	<p>Podstawy analizy w pełnym cyklu istnienia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawy termodynamiki</li> <li>• Zastosowanie analizy egzergetycznej do oceny efektów ekologicznych</li> <li>• Podstawy rachunku zużycia skumulowanego</li> <li>• Koszt egzergetyczny</li> <li>• Algorytm oceny termo-ekologicznej dla oceny skutków ekologicznych</li> <li>• Optymalizacja termo-ekologiczna</li> <li>• Zastosowanie algorytmów zaawansowanej analizy egzergetycznej w lotnictwie</li> </ul>
102	Internal processes modeling of aircraft	K1A_W07, K1A_W11, K1A_W17, K1A_U01, K1A_U05	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aircraft population systems</li> <li>• Principles of thermodynamics</li> <li>• Compressible flows</li> <li>• Air craft gas turbine engine and parametric cycle analysis: introduction to Brayton Cycle (ideal and real cycles), compressor and turbine performance characteristic, combustion process analysis, fuels</li> <li>• Engine performance analysis</li> <li>• Turbomachinery</li> <li>• Inlets, nozzles and combustion systems</li> </ul>
103	Pomiary silników lotniczych	K1A_W06, K1A_W12	<p>Pojęcie systemu pomiarowego, jego charakterystyka i zadania. Systemy pomiarowe badawcze, pomiarowo-kontrolne i pomiarowo-diagnostyczne.</p> <p>Tory pomiarowe wielkości fizycznych, ich struktury i błędy. Dokładność, powtarzalność, stabilność i liniowość. Analiza źródeł błędów. Podstawowe właściwości przetworników pomiarowych. Właściwości statyczne i dynamiczne przetworników.</p> <p>Czujniki i przetworniki pomiarowe wielkości fizycznych. Czujniki parametryczne i generacyjne. Pomiary: temperatury, ciśnienia, przepływu, sił i momentów.</p> <p>Stanowiska do badania silników lotniczych.</p> <p>Pomiary realizowane na hamowniach.</p> <p>Diagnozowanie lotniczych silników turbinowych.</p>
104	Seminarium specjalnościowe	K1A_W18, K1A_U01, K1A_U04, K1A_U20, K1A_K08	<p>Podanie ogólnych zasad opracowania określonych problemów do prezentacji oraz udziału w dyskusji nad tymi problemami.</p> <p>Zaproponowanie poszczególnym uczestnikom seminarium tematyki referatów kierunkowych, problemowych oraz repetytoryjnych.</p> <p>Kierowanie dyskusją oraz ocena przygotowania i prezentacji referatów oraz aktywności uczestników seminarium w dyskusji</p>
105	Projekt inżynierski	K1A_W06, K1A_W16, K1A_U01, K1A_U03, K1A_U23	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Omówienie sposobu pisania pracy inżynierskiej, a także formułowania tez i celu pracy oraz wniosków.</li> <li>• Przedstawienie informacji na temat wykonywanego projektu inżynierskiego.</li> <li>• Dyskusja nad prowadzonym projektem inżynierskim.</li> <li>• Wykonywanie pomiarów, obliczeń lub analiz niezbędnych do realizacji projektu inżynierskiego</li> </ul>
<b>SPECJALNOŚCI ZORIENTOWANE PROJEKTOWO (14 ECTS zamiast 12 ECTS za zamienione przedmioty na sem. 5 i 6)</b>			
106	Projekt przemysłowy	K1A_W06, K1A_W09, K1A_U08, K1A_U11, K1A_K04	



**SPECJALNOŚĆ: III-VI sem**

107	Język angielski	K1A_W11, K1A_U01, K1A_U03, K1A_U05	Ćwiczenia: tematyka/słownictwo, funkcje komunikacyjne i struktury gramatyczne zgodne z „Europejskim Systemem Opisu Kształcenia Językowego” na poziomie biegłości językowej B2 w oparciu o język specjalistyczny – techniczny
108	Elementy polityki gospodarczej, marketingu i prawa gospodarczego	K1A_W11, K1A_W14, K1A_W15, K1A_W16, K1A_W19, K1A_U21, K1A_K03, K1A_K06	Wykład: Podstawy prawne działalności gospodarczej ze szczególnym uwzględnieniem przepisów kodeksu cywilnego, kodeksu pracy oraz kodeksu spółek handlowych. Pojęcie działalności gospodarczej. Formy prowadzenia działalności gospodarczej. Podstawy zarządzania przedsiębiorstwem, struktury organizacyjne przedsiębiorstw. Sposoby finansowania działalności gospodarczej: kredyt, pożyczka, leasing, factoring. Rynek i jego funkcje, instytucje rynkowe. Pieniądz i jego funkcje. Podatki i ich funkcje, System bankowy. Koszty i ich charakterystyka. Informacja w działalności gospodarczej, benchmarking. Podaż, popyt, cena, cenowa elastyczność popytu. Podstawy marketingu, marketing przemysłowy. Zarządzanie cyklem życia produktu. Identyfikacja potrzeb konsumenta, badania marketingowe. Marka oraz pojęcie znaku towarowego. Produkt i jego charakterystyka, Wyroby komplementarne i substytucyjne. Dywersyfikacja dostawców oraz odbiorców. Reklama oraz promocja produktów. Definicja dystrybucji i jej podstawowe narzędzia, logistyka. Ogólne zasady aktywizacji sprzedaży. Komunikacja, public relations.
109	Ekologia i zarządzanie środowiskiem	K1A_W15, K1A_U19, K1A_K02	Wykład: Pojęcie i kierunki w ekologii. Ekosystem. Ekologia a ochrona środowiska. Strategiczny charakter ochrony środowiska. Rodzaje i charakterystyka zanieczyszczeń. Prewencyjne technologie ochrony środowiska. Historia koncepcji zrównoważonego rozwoju (ZR). Pojęcie ZR. Operacyjny model ZR. Utopijny charakter koncepcji ZR. Wskaźniki ZR. Charakterystyka czystszej produkcji (CP) i efektywności. Zasady CP i efektywności. Metody wspomagające realizację CP. Podejścia do problemu CP. Pojęcie redukcji i minimalizacji odpadów (MO). Analiza technik (MO). Fazy procedury MO. Wskaźniki ekonomiczno-finansowe. Pojęcie cyklu życia produktu i metodologia oceny cyklu życia produktu. Międzynarodowe dokumenty ochrony środowiska. Dyrektywa IPPC. Pozwolenie zintegrowane. Najlepsze dostępne techniki. Dokumenty referencyjne najlepszych dostępnych technik. Zarządzanie środowiskiem a zarządzanie środowiskowe. Charakterystyka systemu zarządzania środowiskowego (SZŚ). Sformalizowane i niesformalizowane SZŚ. SZŚ wg ISO 14001. SZŚ wg EMAS. Podobieństwa i różnice systemu ISO 14001 i EMAS.
110	Systemy zarządzania jakością	K1A_W13, K1A_W15, K1A_W19, K1A_U21	Wykład: Pojęcia podstawowe z zakresu problematyki jakości oraz terminologia związana z systemem zarządzania jakością w oparciu o normę ISO 9000, podstawy prawne systemu badań i certyfikacji. Geneza norm zarządzania jakością, wymagania norm ISO serii 9000, rodzina norm wspomagających serię ISO 9000, proces produkcyjny, podejście procesowe, zasady dokumentowania systemu jakości, elementy systemu jakości, auditing, etapy wdrażania i certyfikacji systemu jakości. Inne systemy zarządzania jakością.

111	Matematyka	K1A_W02, K1A_U13, K1A_W14	<p>Wykład:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementy logiki.</li> <li>• Liczby zespolone.</li> <li>• Macierze i wyznaczniki.</li> <li>• Układy równań.</li> <li>• Wektory.</li> <li>• Geometria analityczna w przestrzeni</li> <li>• Rachunek różniczkowy funkcji jednej zmiennej</li> <li>• Rachunek całkowy funkcji jednej zmiennej.</li> <li>• Rachunek różniczkowy funkcji dwu zmiennych.</li> <li>• Całka podwójna.</li> <li>• Całka potrójna.</li> <li>• Równania różniczkowe zwyczajne.</li> </ul> <p>Ćwiczenia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementarne zadania z logiki.</li> <li>• Działania na liczbach zespolonych.</li> <li>• Działania na macierzach. Wyznaczanie wyznaczników.</li> <li>• Rozwiązywanie układów równań liniowych.</li> <li>• Działania na wektorach.</li> <li>• Proste i płaszczyzny.</li> <li>• Obliczanie granic ciągów liczbowych.</li> <li>• Funkcja ciągła.</li> <li>• Obliczanie pochodnych.</li> <li>• Zastosowanie rachunku różniczkowego.</li> <li>• Metody wyznaczania całki nieoznaczonej.</li> <li>• Obliczanie całki oznaczonej.</li> <li>• Zastosowanie całki oznaczonej.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ekstrema funkcji dwu zmiennych.</li> <li>• Całka podwójna.</li> <li>• Całka potrójna.</li> </ul>			
112	Numerical methods	K1A_W02, K1A_U02, K1A_U19, K1A_U21, K1A_K03	<p>Wykład:</p> <p>Interpolacja funkcji. Całkowanie numeryczne. Aproksymacja funkcji. Układy równań liniowych. Przybliżone metody rozwiązywania równań. Dyskretne metody rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych.</p>

113	Statystyka matematyczna i planowanie eksperymentu	K1A_W01, K1A_U07, K1A_U15, K1A_U21	<p>Wykład: Elementy rachunku prawdopodobieństwa. Dane o podstawowe normy statystyczne. Metody opisu statystycznego. Technik losowania prób. Cecha statystyczna. Rozkład cechy. Szereg pozycyjny. Szereg rozdzielczy. Parametry rozkładu cechy. Rozkład empiryczny – histogram. Zmienna losowa ciągła i dyskretna. Rozkład prawdopodobieństwa zmiennej losowej dyskretnej. Gęstość prawdopodobieństwa zmiennej losowej ciągłej. Dystrybuanta zmiennej losowej. Rozkłady teoretycznej zmiennej losowej. Przedział ufności. Estymacja przedziałowa parametrów. Hipotezy statystyczne parametryczne i nieparametryczne. Weryfikacja hipotez parametrycznych. Weryfikacja hipotez nieparametrycznych. Statystyczna miara współzależności zjawisk. Analiza wariancji. Analiza dynamiki zjawisk. Analiza szeregów czasowych. Indeksy statystyczne. Cele statystycznego planowania eksperymentów. Czynniki i zmienne stanu. Macierz planowania. Własności macierzy planowania. Plany dwupoziomowe 1-go rzędu. Plany trójpoziomowe. Plany kompozycyjne.</p> <p>Laboratorium: Budowa histogramu i obliczanie podstawowych statystyk. Zmienna losowa ciągła i dyskretna. Rozkłady teoretyczne zmiennej losowej dyskretnej. Rozkład teoretyczny zmiennej losowej ciągłej. Estymacja przedziałowa parametrów. Weryfikacja hipotez statystycznych parametrycznych. Weryfikacja hipotez statystycznych nieparametrycznych. Metody analizy współzależności. Plany czynnikowe dwupoziomowe – 2N. Plany II rzędu – 3N. Plany ułamkowe – 2N-P.</p>
114	Drgania w układach fizycznych	K1A_W01, K1A_W03, K1A_W09, K1A_W08, K1A_U19, K1A_K04	<p>Wykład: Analiza harmoniczna. Metody matematyczne w opisie drgań. Układy zastępcze, stopnie swobody, współrzędne uogólnione. Siły w ruchu drgającym. Tworzenie równań ruchu układów dyskretnych i ciągłych. Sposoby i przyczyny wzbudzenia drgań w układach fizycznych. Oddziaływanie drgań na środowisko. Teoria przetworników sejsmicznych. Sposoby izolacji i eliminacji przekazywanych drgań. Specyficzne zjawiska towarzyszące drganiom w układach fizycznych. Metody analizy widmowej i modalnej. Częstości własne i postacie drgań. Drgania samowzbudne i parametryczne. Drgania nieliniowe. Przybliżone metody wyznaczania częstości drgań własnych. Symulacje drgań układów mechanicznych z zastosowaniem specjalistycznego oprogramowania</p>
115	Język programowania	K1A_W02, K1A_U02, K1A_U08, K1A_K01	<p>Wykład Przedmiot „Język programowania” obejmuje zagadnienia rozwiązywania problemów inżynierskich poprzez umiejętne wykorzystanie narzędzia, jakim jest język programowania. Zakres tematyczny wykładu zawiera: analizę problemu na przykładach ściśle związanych z kierunkiem studiowania i poszukiwanie metody (metod) jego rozwiązywania, projektowanie algorytmów według wybranej metody rozwiązywania problemu – budowanie schematów blokowych, podstawy programowania w języku C++ (struktura programu, typy danych, deklaracje zmiennych i stałych, operatory i wyrażenia, instrukcje, funkcje), wybrane algorytmy i ich programy (np. sortowanie, przeszukiwanie).</p>
116	Bazy danych	K1A_U01, K1A_U19, K1A_K01, K1A_K08	<p>Wykład: Ewolucja systemów baz danych. Tradycyjne systemy oparte na przetwarzaniu plików. Architektura systemu DBMS. Role w środowisku bazy danych. Zalety i wady DBMS. Trójwarstwowa architektura ANSI-SPARC. Języki baz danych. Modele danych i modelowanie konceptualne. Struktura wielodostępnego SZBD. Terminologia modelu relacyjnego. Diagramy związków encji. Zasady projektowania. Modelowanie więzów. Zbiory słabych encji. Podstawy modelu relacyjnego. Od diagramów związków encji do projektów relacyjnych. Zależności funkcyjne. Pojęcie klucza. Reguły dotyczące zależności funkcyjnych. Normalizacja. Perspektywy. Projektowanie relacyjnych schematów baz danych. Zależności wielowartościowe. Algebra działań na relacjach. Wprowadzenie do języka SQL. Proste zapytania w języku SQL. Podzapytania. Agregowanie. Modyfikacje bazy danych. Definiowanie schematu relacji w języku SQL. Baza danych: planowanie, projektowanie i administracja.</p>
117	Metody sztucznej inteligencji	K1A_W02, K1A_U01, K1A_U02, K1A_U08, K1A_U19, K1A_K01	<p>Wykład: W ramach wykładu studenci zapoznają się przykładami zastosowań sztucznej inteligencji, metodami przeszukiwania pola możliwych rozwiązań, sposobami reprezentacji danych i wiedzy, zbiorami i relacjami przybliżonymi oraz rozmytymi mechanizmami wnioskowania a także metodami pozyskiwania wiedzy. Główny nacisk jest położony na budowę i funkcjonowanie systemów doradczych.</p>

118	Napędy elektryczne	K1A_W03, K1A_U08, K1A_K01	<p>Wykład:          Pojęcia podstawowe: sygnały, napięcie i prąd elektryczny, indukcja i natężenie pola magnetycznego, indukcja elektromagnetyczna, elementy obwodu elektrycznego – klasyfikacja, moc i energia, obwód elektryczny: klasyfikacja, stacjonarność liniowość, prawa Kirchhoffa. Elementy pasywne i aktywne. Analiza złożonych liniowych obwodów elektrycznych prądu stałego i prądu sinusoidalnie zmiennego Moce dla przebiegów sinusoidalnych i warunki dopasowania odbiornika do źródła napięcia sinusoidalnego. Zjawiska rezonansowe w obwodach elektrycznych i elektronicznych. Obwody 3-fazowe. Transformator zasada działania, właściwości oraz aspekty ekonomiki energetycznej. Napędu elektryczny - podstawowe pojęcia, stabilność, regulacja. Maszyny bocznikowa prądu stałego: własności ruchowe, zasada działania, charakterystyki mechaniczne, regulacja prędkości obrotowej, rozruch, hamowanie, energoelektroniczne układu zasilania i regulacji. Silnik szeregowy prądu stałego: własności ruchowe, zasada działania, charakterystyki mechaniczne, regulacja prędkości obrotowej, rozruch, hamowanie. Trójfazowa maszyna asynchroniczna z wirnikiem pierścieniowym oraz klatkowym: własności ruchowe, zasada działania, charakterystyki robocze, stabilność pracy, bilans mocy, moment obrotowy, regulacja prędkości obrotowej (układy energoelektroniczne), rozruch, hamowanie. Maszyny asynchroniczne zasilane jednofazowo: własności ruchowe, zasada działania, układ połączeń, kompatybilność elektromagnetyczna, (komutacja)</p>
119	Techniki mikroprocesorowe	K1A_W03, K1A_U08, K1A_K01	<p>Wykład:          Podział elektroniki. Elementy pasywne. Elementy półprzewodnikowe (dioda, tranzystor bipolarny, IGBT, polowy). Źródła napięcia i prądu i ich wykorzystanie w modelowaniu elementów półprzewodnikowych. Wzmacniacz operacyjny, typowe układy z tranzystorem bipolarnym oraz wzmacniaczem operacyjnym. Podstawy techniki cyfrowej: podstawy matematyczne, stany logiczne, bramki logiczne, technologie układów TTL i CMOS, układy kombinacyjne i sekwencyjne, układy programowalne CPLD i FPGA. Przetworniki A/C i C/A. Pamięci półprzewodnikowe (RAM, EPROM, EEPROM, FLASH), elementy do komunikacji z użytkownikiem w systemach mikroprocesorowych (wyświetlacze LED, LCD, klawiatura). Technika mikroprocesorowa: cele i zadania, architektura mikroprocesora i mikrokontrolera, mikrokontroler MCS51 – struktura, bloki funkcjonalne, lista rozkazów, podstawy programowania. Mikroprocesory AVR. Język assembler mikroprocesorów AVR. Transmisja szeregową – idea, standardy i protokoły. Procesory sygnałowe DSP – idea i realizacja. Sterowniki PLC jako uniwersalne systemy mikroprocesorowe, idea, podstawy programowania. Mikroprocesorowe sterowanie silnikami elektrycznymi - generacja sygnałów PWM, drajwery tranzystorów, falowniki. Pomiar wielkości elektrycznych i nieelektrycznych - przetworniki pomiarowe. Współczesne zasilacze elektroniczne. Projektowanie obwodów drukowanych na przykładzie oprogramowania Altium Designer.</p> <p>Laboratorium:          Podstawy projektowania układów cyfrowych, 2) Zasady programowania sterowników mikroprocesorowych.</p>
120	Termodynamika techniczna	K1A_W07, K1A_U01, K1A_U08, K1A_K01	<p>Wykład:          gazy doskonałe, półdoskonałe, rzeczywiste (definicje), równanie stany, równanie Clapeyrona, zasada zachowania ilości substancji, udziały molowe i gramowe, I zasada termodynamiki, bilans energii, sposoby doprowadzania energii do układu, praca bezwzględna, użyteczna, mechaniczna, techniczna energia wewnętrzna, entalpia, pojemność cieplna, definicja entropii, izobara, izentropa, politropa, dławienie, adiabata nieodwracalna, obiegi termodynamiczne, transformatory ciepła, stany skupienia, izobaryczny proces parowania, objętość właściwa pary nasyconej i przegrzanej, przemiany charakterystyczne pary nasyconej i przegrzanej, obieg porównawczy siłowni parowej elektrociepłowni parowe, termiczne równanie stanu gazu wilgotnego, entalpia i energia wewnętrzna gazu wilgotnego, wykres i,X powietrza wilgotnego, izobaryczne przemiany powietrza wilgotnego, stechiometria spalania, skład paliw, spalanie całkowite i zupełne, wartość opałowa , bilans energii</p> <p>Ćwiczenia:          przykłady obliczeniowe z zakresu przedmiotu</p>

121	Podstawy automatyki i robotyki	K1A_W01, K1A_W03, K1A_U01, K1A_U08, K1A_U21, K1A_K01	<p>Wykład:</p> <p>Podstawowe pojęcia i określenia automatyki. Podział układów automatycznej regulacji (ar). Układy otwarte i zamknięte. Sprzężenie zwrotne. Opis analityczny członów i układów ar. Metody modelowania. Różniczkowe równania ruchu. Klasyfikacja wymuszeń. Przekształcenie Laplace'a. Podstawowe człony układów ar: bezinercyjne, rzędu pierwszego, rzędu drugiego, całkujące, różniczkujące, opóźniające. Charakterystyki członów układów ar: statyczne, dynamiczne, czasowe, częstotliwościowe, amplitudowe i fazowe. Transmitancja operatorowa członu układu ar. Schematy blokowe układów ar. Działania na schematach blokowych. Obiekty sterowania. Transmitancje operatorowe układów jednowymiarowych i wielowymiarowych. Transmitancja widmowa układu. Klasyfikacja i opis obiektów sterowania. Regulatory. Struktura i podział regulatorów. Klasyfikacja regulatorów: proporcjonalne, całkujące, proporcjonalno – całkujące, proporcjonalno – różniczkujące, proporcjonalno – całkująco – różniczkujące. Transmitancja operatorowa regulatora PID. Odpowiedź regulatora na zadany, standardowy, sygnał uchybu regulacji. Podstawowe pojęcia i określenia robotyki. Historia robotyki. Systematyzacja, struktura i klasyfikacja manipulatorów i robotów. Napędy robotów. Układ sterujący robotem – struktura funkcjonalna. Chwyty robotów i ich klasyfikacja.</p>
122	Wytrzymałość materiałów	K1A_W01, K1A_W06, K1A_U07, K1A_U15, K1A_U19, K1A_K01	<p>Wykład:</p> <p>Podstawowe pojęcia wytrzymałości materiałów. Pręt rozciągany i ściskany. Pręt skręcany o przekroju kołowym. Zginanie równomierne belki. Pręt ścinany. Metoda elementów skończonych dla pręta rozciąganego. Stateczność pręta. Stan naprężenia. Stan odkształcenia. Sprężystość liniowa i uogólnione prawo Hooke'a. Hipotezy wyteżenia. Złożone przypadki wytrzymałości pręta. Metody energetyczne i ich zastosowanie do układów prętowych. Podstawy liniowej teorii sprężystości. Płyty i powłoki. Plastyczność i pełzanie.</p>
123	Mechanika płynów	K1A_W01, K1A_W07, K1A_U08, K1A_U14, K1A_K01	<p>Wykłady:</p> <p>Wprowadzenie do mechaniki płynów. Klasyfikacja płynów i ich własności. Teoria pola. Pływanie ciał zanurzonych w cieczy całkowicie i częściowo. Równowaga i stateczność pływania. Podział sił działających w płynach. Wypór. Zasada Archimedesesa. Ciśnienie hydrostatyczne. Prawo Eulera. Statyka płynów. Różniczkowe równania równowagi płynu. Prawo Pascala. Równowaga w potencjalnym polu sił masowych, sił ciężkości. Równowaga względna płynu podczas postępowego i obrotowego ruchu naczynia. Rozkład ciśnień na ściany naczyń i ciał stałych zanurzonych w cieczy w jednorodnym polu sił ciężkości. Zasada pomiaru ciśnień statycznych. Manometry cieczowe. Napór płynów na ściany płaskie i zakrzywione naczyń. Napór płynów na ciała w nich zanurzone. Podstawowe pojęcia i twierdzenia kinematyki płynów: tor elementu płynu i linie prądu, włókno prądu i rurka prądu. Przyspieszenie elementu płynu. Pochodna lokalna, unoszenia i wędrowną. Pochodna substancjalna. Operator Stokesa. Metody badań ruchu: metoda Lagrange'a i metoda Eulera. Różniczkowe równania ruchu płynów nielepkich. Warunki brzegowe i początkowe. Różniczkowe równania ruchu płynów lepkich. Równania Naviera – Stokesa. Klasyfikacja przepływów. Liczba Reynoldsa. Przepływy laminarne i turbulentne. Podstawowe równania mechaniki płynów. Równanie ciągłości. Różniczkowe równania ruchu płynów nielepkich. Równanie Bernoulliego.</p>
124	Obróbka powierzchniowa	K1A_W01, K1A_W10, K1A_U16, K1A_K01	<p>Wykład:</p> <p>Ogólne podstawy obróbki powierzchniowej, obróbka cieplna powierzchniowa, przygotowanie powierzchni podłoża przed obróbką powierzchniową, technologie nakładania powłok, metody mechaniczne i cieplno-mechaniczne wytwarzania warstw powierzchniowych, metody cieplne wytwarzania warstw powierzchniowych, metody cieplno-chemiczne wytwarzania warstw powierzchniowych, metody elektrochemiczne i chemiczne wytwarzania warstw powierzchniowych, wytwarzanie warstw powierzchniowych metodami CVD i PVD, nowoczesne metody obróbki powierzchniowej.</p>

125	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	K1A_W01, K1A_W06, K1A_U16, K1A_K01	L: Podstawy fizykochemii i reologii polimerów oraz kompozytów o osnowie polimerowej. Podział materiałów polimerowych i określenie możliwości przetwórczych, technologii dla danej grupy tworzyw. Rodzaje i własności mechaniczne, reologiczne i użytkowe tworzyw sztucznych. System wytwórczy i jego organizacja. Wyrób i jego cechy: funkcjonalne, użytkowe, handlowe. Jakość wyrobu. Proces wytwarzania i cechy go charakteryzujące. Ogólna charakterystyka techniki wytwarzania z uwagi na uzyskiwane cechy wyrobu i wymagania stawiane przez proces wytwórczy. Metody kalandrowania - budowa układów walcowniczych stosowanych w przetwórstwie tworzyw sztucznych; proces prasowania – budowa form, cykl pracy, parametry technologiczne. Omówienie wtryskiwania i wytłaczania tworzyw sztucznych z uwzględnieniem parametrów technologicznych, budowy układów formujących, napędowych i uplastyczniających charakteryzujących obie technologie. Omówienie formowania próżniowego – zastosowanie, parametry technologiczne, szczegółowe omówienie metody pozytywowej i negatywowej formowania. Metody łączenia tworzyw sztucznych. Produkcja kompozytów polimerowych i przetwórstwo polimerów napełnianych – prasowanie, laminowanie ręczne, wtrysk reaktywny, produkcja rur i zbiorników laminatowych. Zastosowanie polimerów i kompozytów polimerowych w różnych dziedzinach życia codziennego.
126	Obróbka plastyczna	K1A_W05, K1A_U12, K1A_U16, K1A_K01	W: Aktualny stan i kierunki rozwoju obróbki plastycznej. Przykłady wybranych procesów produkcyjnych w różnych dziedzinach techniki. Rozwinięcie pojęć: plastyczność, odkształcalność. Omówienie procesów technologicznych obróbki plastycznej. Omówienie wskaźników odkształcenia plastycznego oraz zasada stałej objętości. Przybliżenie pojęć naprężenie uplastyczniające, opór plastyczny. Omówienie doświadczenia Karmana. Omówienie krzywej odkształcalności granicznej, zakresu temperatury obróbki plastycznej, temperatury homologicznej. Struktura funkcjonalna procesu wytwórczego - przykłady. Podstawowe procesy i technologie przetwarzania różnych postaci energii. Podział walcarek ze względu na liczbę walców w klatce roboczej. Omówienie sposobów walcowania – walcowanie wzdłużne, skośne i okresowe.
127	Foundry Engineering	K1A_W06, K1A_W10, K1A_U01, K1A_U05, K1A_U22, K1A_K01	Lecture: Casting, mold and pattern designing rules. Molding sand. Theoretical basics of casting processes: crystallization and solidification of castings. Casting shrinkage and casting defects caused by this phenomenon. Basics of casting production management. Classification of castings production methods. Permanent molds casting: die casting, pressure die casting, continuous casting. Casting alloys. Typical methods of molds manufacturing. Precise casting including investment casting. Foundry furnaces and cast iron melting process. Quality of cast iron. Methods of liquid metals analysis. Pneumatic conveying of materials in foundry plant.
128	Spawalnictwo	K1A_W10, K1A_U09, K1A_U12, K1A_U16, K1A_K01	Wykład: Podstawy fizyczne procesów spawalniczych. Metody spawania łukowego, plazmowego, laserowego i elektronowego. Cięcie i żłobienie gazowe, plazmowe, laserowe i strumieniem wody. Zgrzewanie elektryczne odporowe i w stanie stałym. Spawanie i zgrzewanie tworzyw termoplastycznych. Technologia spawania i zgrzewania typowych rozwiązań konstrukcyjnych złączy. Technologia spawania i zgrzewania stali C-Mn, stali niskostopowych o podwyższonej wytrzymałości, stali chromowych, stali austenitycznych i nadstopów. Technologia lutowania i klejenia metali. Technologia napawania i natryskiwania cieplnego.
129	Technologia maszyn	K1A_W06, K1A_U01, K1A_U12, K1A_U16, K1A_U24, K1A_K04	Wykład: Podstawowe pojęcia - system wytwórczy, wytwór i proces wytwarzania. Proces technologiczny i cechy go charakteryzujące. Operacja technologiczna. Zasady projektowania procesu: dane wejściowe, synteza procesu, wybór wariantu optymalnego, kryteria optymalizacji. Planowanie przebiegu procesu wytwórczego z uwzględnieniem rozmiarów produkcji, wydajności procesu, różnorodności produkowanych wyrobów. Wybrane ramowe procesy technologiczne części maszyn. Zasady doboru półfabrykatów na części różnego typu. Zagadnienia dokładności obróbki: bazy technologiczne, naddatki na obróbkę. Klasyfikacja części maszyn i typizacja procesów technologicznych. Normowanie czasu pracy. Łączenie elementów w funkcjonalną całość - montaż zespołów i maszyn. Zasady zamienności części. Opracowanie dokumentacji technologicznej. Nowoczesne technologie wytwarzania.

130	Obróbka ubytkowa i przyrostowa	K1A_W06, K1A_U16, K1A_U19, K1A_K01	Wykład: Obróbka skrawaniem. Materiały narzędziowe. Budowa narzędzia. Geometria ostrza. Kinematyka skrawania. Parametry warstwy skrawanej. Proces tworzenia się wióra. Moc i siły skrawania. Temperatura i bilans cieplny skrawania. Zużywanie się ostrza. Trwałość ostrza. Okres trwałości ostrza. Ciecze obróbkowe. Zasady doboru warunków skrawania. Optymalizacja parametrów skrawania. Chropowatość powierzchni. Podstawowe sposoby obróbki skrawaniem: toczenie, wiercenie, frezowanie, struganie, wytaczanie, pogłębianie, przeciąganie. Obróbka ścierna: szlifowanie, dogładzanie, docieranie, polerowanie. Kierunki rozwoju obróbki skrawaniem.
131	Materiały metalowe (w tym obróbka cieplna)	K1A_W01, K1A_W10, K1A_U19, K1A_K01	W: Rola materiałów metalowych we współczesnej technice jako jednej z podstawowych grup materiałów inżynierskich – projektowanie materiałowe jako cel aplikacyjny współczesnej nauki o materiałach i inżynierii materiałowej, zależność projektowania materiałowego i technologicznego produktów z materiałów metalowych. Obróbka cieplna – operacje i zabiegi obróbki cieplnej, przemiany zachodzące podczas nagrzewania i chłodzenia, rola przemian fazowych w procesach technologicznych metalowych materiałów inżynierskich, obróbka cieplno-chemiczna. Kształtowanie struktury i własności powierzchni materiałów metalowych. Główne kryteria klasyfikacja stali i oznaczenia stali. Stale niestopowe, stopowe i węglowe - rola pierwiastków stopowych w stalach, charakterystyka stali konstrukcyjnych, maszynowych i na urządzenia ciśnieniowe, stale odporne na korozję stali żaroodpornych i żarowytrzymałych, kryteria doboru stali stopowych na elementy konstrukcyjne i elementy maszyn. Stale stopowe na elementy łożysk tocznych i na narzędzia. Charakterystyka, klasyfikacja i własności metali nieżelaznych, metali lekkich, metali ciężkich, metali szlachetnych wraz z ich stopami. Inne materiały metalowe lub zawierające metale, o szczególnym przeznaczeniu lub technologii – materiały metalowe dla elektroniki i elektrotechniki, specjalne materiały metalowe, metalowe materiały inteligentne.
132	Materiały ceramiczne	K1A_W01, K1A_W10, K1A_U19, K1A_K01	W: Wiązania międzycząsteczkowe – wiązania jonowe, kowalencyjne, metaliczne, oddziaływanie typu wiązania na własności, modele rzeczywistych struktur krystalicznych oraz układy równowagi fazowej podstawowych składników materiałów ceramicznych. Technologiczne procesy kształtowania wyrobów ceramicznych – dobór surowców, oddziaływanie wielkości ziarna udziału fazy szklistej lub lepszcza na własności, usuwanie substancji poślizgowych i zwilżających, procesy spiekania i wypalania, Podział materiałów ceramicznych – ceramika porowata, inżynierska, elektrotechniczna, szkła, materiały węglowe. Charakterystyki wybranych przedstawicieli poszczególnych grup materiałów ceramicznych. Aspekty projektowania inżynierskiego uwzględniające specyfikę materiałów ceramicznych.
133	Materiały funkcjonalne	K1A_W01, K1A_W03, K1A_W10, K1A_U19, K1A_K01	L: Model pasmowy ciała stałego i wynikający z tego podział materiałów. Porównanie własności materiałów funkcjonalnych i technologie ich wytwarzania. Czynniki wpływające na własności materiałów funkcjonalnych. Przewodnictwo. Nadprzewodnictwo. Fotoprzewodnictwo, Magnetyzm. Ferro- i piezoelektryczność. Luminescencja. Zastosowanie materiałów w elektronice, optyce i optoelektronice.
134	Zasady doboru materiałów inżynierskich	K1A_W06, K1A_W11, K1A_W19, K1A_U11, K1A_K04	W: Projektowanie materiałowe jako nierozłączny element projektowania inżynierskiego produktów – elementy projektowania inżynierskiego, projektowanie konstrukcyjne, opracowanie kształtu i cech geometrycznych produktów zaspokajających ludzkie potrzeby, projektowanie materiałowe, zagwarantowanie wymaganej trwałości produktu lub jego elementów wytworzonych z materiałów inżynierskich o wymaganych własnościach technologicznych, projektowanie technologiczne, nadanie wymaganych własności poszczególnym elementom produktu. Aspekty projektowania inżynierskiego wpływające na dobór materiałów na produkty i ich elementy - funkcjonalne aspekty projektowania inżynierskiego, analiza cyklu życia produktu, socjologiczne, ekologiczne i ekonomiczne czynniki projektowania. Metody i techniki wspomaganie różnych faz i etapów procesu projektowania.
135	Badania struktury i własności materiałów	K1A_W10, K1A_U01, K1A_U07, K1A_U21, K1A_K01	W: Badania własności mechanicznych – statyczna próba rozciągania, zginania, pomiary twardości, próby udarowe, badania struktury i własności pokryw, badania metalograficzne i analiza stereologiczna – obserwacje w polu jasnym, w polu ciemnym, budowa mikroskopu świetlnego, podstawowe wady odwzorowania optycznego, preparatyka do celów mikroskopii świetlnej i skaningowej, jakościowa rentgenowska analiza fazowa - powstawanie i charakterystyka promieniowania rentgenowskiego, techniki badań rentgenowskich, aparatura do badań strukturalnych, skaningowa mikroskopia elektronowa - budowa i działanie mikroskopu skaningowego, oddziaływanie wiązki elektronów z ciałem stałym, analiza spektroskopowa w mikroobszarach, preparatyka do celów transmisyjnej mikroskopii elektronowej, transmisyjna mikroskopia elektronowa - zasady działania i budowa transmisyjnego mikroskopu elektronowego, podstawowe techniki badań, zasady tworzenia obrazu, analiza dyfrakcyjna w transmisyjnym mikroskopie elektronowym.

136	Metrologia	K1A_W12, K1A_U17, K1A_K01	Wykład: Definicja metrologii, jej podział, znaczenie w budowie maszyn. Pojęcia podstawowe w metrologii: wielkości fizyczne i jednostki miar, pomiary. Narzędzia pomiarowe i ich klasyfikacja. Błędy wyników pomiarów. Rozwiązywanie pasowań. Działania na wymiarach tolerowanych. Łańcuchu wymiarowe. Metrologia wielkości geometrycznych. Definicje parametrów charakteryzujących geometrię elementów maszyn.
137	Zapis konstrukcji	K1A_W05, K1A_W13, K1A_U02, K1A_U06, K1A_U08, K1A_U24, K1A_K09	Wykład: Znormalizowane elementy rysunku technicznego. Formaty arkuszy rysunkowych, tabelki, podziałki znormalizowane, składanie rysunków. Rodzaje i grubości linii rysunkowych. Rzutowanie prostokątne metodą europejską. Przekroje. Urwania i przerwania. Wymiarowanie (liniowe). Sposób wymiarowania a przewidziane działanie i sposób wykonania elementu. Wymiarowanie nieliniowe. Tolerowanie wymiarów liniowych. Tolerancje kształtu i położenia. Rodzaje rysunków. Zasady oznaczania i numeracji rysunków. Zasady wypełniania wykazów elementów i tabelki. Przykłady dokumentacji rysunkowej. Połączenia części maszynowych. Oznaczanie elementów typowych. Komputerowy zapis konstrukcji.
138	Podstawy konstrukcji maszyn	K1A_W04, K1A_W06, K1A_W13, K1A_U02, K1A_U06, K1A_U08, K1A_U09, K1A_U22, K1A_U24, K1A_K01, K1A_K09	Wykład: Zajęcia z PKM realizowane są na dwóch semestrach. Wykłady obejmują następujące zagadnienia: podstawy teorii konstrukcji, proces projektowania i konstruowania, weryfikacja stanu obciążenia i naprężeń, konstruowanie połączeń elementów maszyn, elementy podatne, łożyska toczne, łożyska ślizgowe, osie i wały, połączenia osi i wałów, sprzęgła, hamulce, przekładnie zębate, przekładnie cierne, przewody rurowe i zawory, ustroje nośne. W ramach pierwszego semestru wykładu studenci zapoznają się z elementami nauki konstrukcji (zwłaszcza z podstawowymi pojęciami, przebiegiem procesu projektowo-konstrukcyjnego, racjami istnienia środka technicznego, zasadami konstrukcji, a także ze sposobem tworzenia układów kryteriów dla oceny rozwiązań projektowo-konstrukcyjnych), zagadnieniami dotyczącymi ergonomii w projektowaniu i konstruowaniu maszyn i urządzeń, wybranymi zagadnieniami wytrzymałości przy obciążeniach zmiennych oraz zdobywają wiedzę w zakresie problemów konstrukcyjnych dotyczących: połączeń gwintowych wraz z połączeniami śrubowymi z napięciem wstępnym (problem doboru dynamicznej cechy konstrukcyjnej połączenia śrubowego), elementów podatnych, łożysk tocznych oraz układów łożyskowania tocznego. W ramach drugiego semestru wykładu studenci zdobywają wiedzę w zakresie konstruowania połączeń czopowych, łożysk ślizgowych, wałów i osi, sprzęgieł i hamulców. Zapoznają się z problematyką konstruowania przekładni mechanicznych, obejmującą takie problemy konstrukcyjne, jak: konstruowanie przekładni łańcuchowych, pasowych (z pasem płaskim, pasami klinowymi i pasem zębatym) i ciernych oraz konstruowanie przekładni zębatych. Problematyka przekładni zębatych obejmuje: podstawowe zagadnienia dotyczące geometrii zazębienia ewolwentowego, opisu stanu obciążenia zazębienia, smarowania oraz zagadnień związanych z postacią konstrukcyjną przekładni.
139	Komputerowe wspomaganie projektowania (CAD)	K1A_W06, K1A_U02, K1A_U06, K1A_U24, K1A_K04	Wykład: W ramach wykładu student zapoznaje z zaawansowanymi systemami komputerowo wspomaganego projektowania CAD pozwalającymi na realizację procesu wirtualnego rozwoju produktu. Omawiane są kolejne etapy tego procesu a w szczególności etapy modelowania geometrycznego, aspekty komputerowego zapisu konstrukcji oraz komputerową wizualizację i weryfikację konstrukcji a także zagadnienia innych komputerowo wspomaganých działań na różnych etapach rozwoju produktu. Omawiane są zagadnienia związane z przygotowaniem komputerowej dokumentacji technicznej oraz przeprowadzaniem weryfikacji i wizualizacji konstrukcji.
140	Projektowanie, automatyzacja i robotyzacja procesów technologicznych	K1A_W03, K1A_W06	Wykład: Cele automatyzacji i robotyzacji procesów wytwarzania. Automatyzacja i robotyzacja obróbki skrawaniem, montażu, obróbki plastycznej. Automatyzacja sztywna i elastyczna obrabiarek i urządzeń stosowanych w produkcji (w tym rozwiązań stosowanych przy automatyzacji obrabiarek konwencjonalnych). Sposoby automatyzacji w warunkach produkcji jednostkowej, seryjnej i masowej. Projektowanie zautomatyzowanych systemów wytwórczych. Klasyfikacja maszyn i robotów przemysłowych. Metody doboru maszyn i robotów przemysłowych w systemach zautomatyzowanych.



141	Technologie przetwórstwa i łączenia materiałów metalowych i polimerowych	K1A_W06, K1A_W10, K1A_U08, K1A_U09, K1A_U16, K1A_K01	Wykład: Podstawy przetwórstwa materiałów metalowych i polimerów. Rodzaje i własności materiałów, metody ich przetwarzania. Metody łączenia materiałów polimerowych: spawanie ręczne i ekstruzyjne, klejenie na zimno i na gorąco, zgrzewanie elektrooporowe, zgrzewanie polifuzyjne, zgrzewanie doczołowe, zgrzewanie prądami wysokiej częstotliwości, zgrzewanie pojemnościowe, itd. Klasyfikacja procesów spawalniczych, rodzaje spoin i złączy spawanych. Łuk elektryczny i źródła prądu spawania. Podstawowe metody spawania: spawanie elektrodami otulonymi, łukiem krytym i spawanie elektrodużłowe, spawanie w osłonie gazów ochronnych (GTA, GMA, plazma), spawanie elektronowe i laserowe, spawanie acetylenowo-tlenowe. Technologia spawania poszczególnymi metodami. Cięcie termiczne: cięcie tlenem, plazmą, laserem. Lutowanie – fizyczne podstawy procesu, metody lutowania, luty i topniki.
142	Maszyny technologiczne sterowane numerycznie	K1A_W06, K1A_W08, K1A_U09, K1A_U12, K1A_U16, K1A_K01	Wykład: Definicje podstawowe, podział oraz podstawowe cechy i parametry maszyn ze szczególnym uwzględnieniem maszyn technologicznych. Ogólne problemy związane z budową maszyn: etapy powstawania maszyny, podstawowe zasady konstrukcji, etapy procesu projektowo-konstrukcyjnego, metody optymalizacji konstrukcji. Mechanizmy maszyn technologicznych: skrzynki prędkości, skrzynki posuwów, skrzynki gwintowe, przekładnie gitarowe, mechanizmy ruchów okresowych, mechanizmy podziałowe, mechanizmy sumujące, nawrotnice i mechanizmy ruchów prostoliniowych. Konstrukcja i obliczanie ważniejszych elementów i zespołów obrabiarek: Wymagania ogólne, sztywność statyczna, drgania, zużycie ściernie. Obliczanie: wrzecion, łożyskowań wrzecion, śrub pociągowych, przewodnic i korpusów.
143	Ergonomia i bezpieczeństwo pracy	K1A_W19, K1A_U09, K1A_K05	Wykład: Zakres prawa pracy. Zasady prawa pracy. Stosunek pracy. Umowa o pracę. Rodzaje umowy o pracę. Ustanie umownego stosunku pracy. Czas pracy. Wynagrodzenie za pracę. System ubezpieczeń społecznych. Bezpieczeństwo i higiena pracy. Przedmiot prawa autorskiego (definicja utworu). Powstanie i czas ochrony utworu. Autorskie prawa majątkowe. Autorskie prawa osobiste. Dozwolony użytek chronionych utworów. Prawo autorskie a Internet. Prawo własności przemysłowej. Patent. Wzór użytkowy. Wzór przemysłowy. Urząd patentowy.
144	Praktyka wakacyjna (produkcyjna)	K1A_W14, K1A_W15, K1A_U09, K1A_U19, K1A_U21, K1A_K01	
145	Praktyka dyplomowa	K1A_W14, K1A_W15, K1A_U09, K1A_U19, K1A_U21, K1A_K01, K1A_K03	
146	Projekt inżynierski	K1A_W06, K1A_W16, K1A_U01, K1A_U03, K1A_U23	
147	Praca własna studenta		