

**PLAN STUDIÓW – STUDIA STACJONARNE I STOPNIA**

**Kierunek: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA**

**obowiązuje od 2009/2010**

SPIS TREŚCI

<b>PODSTAWOWY PLAN STUDIÓW STUDIA STACJONARNE I STOPNIA KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA</b> .....	<b>3</b>
<b>A. PRZEDMIOTY KSZTAŁCENIA OGÓLNEGO</b> .....	<b>6</b>
A1. JĘZYK OBCY.....	6
A2. OCHRONA WŁASNOŚCI INTELEKTUALNEJ .....	6
A3. BEZPIECZEŃSTWO PRACY I ERGONOMIA .....	6
A4. PRZEDMIOT WYBIERALNY (PSYCHOLOGIA I SOCJOLOGIA PRACY/ETYKA) .....	7
A4.1. <i>Psychologia i socjologia pracy</i> .....	7
A4.2. <i>Etyka</i> .....	7
A5. PRZEDMIOT WYBIERALNY (KOMUNIKACJA INTERPERSONALNA / EKONOMIA).....	8
A5.1. <i>Komunikacja interpersonalna</i> .....	8
A5.2. <i>Ekonomia</i> .....	8
A6. WYCHOWANIE FIZYCZNE.....	8
<b>B. PRZEDMIOTY PODSTAWOWE</b> .....	<b>9</b>
B1. MATEMATYKA.....	9
B2. FIZYKA .....	9
B3. CHEMIA .....	10
B4. INFORMATYKA .....	10
B5. TECHNOLOGIE INFORMACYJNE .....	11
B6. PRZEDMIOT WYBIERALNY (CHEMIA FIZYCZNA / KINETYKA REAKCJI CHEMICZNYCH).....	11
B6.1. <i>Chemia fizyczna</i> .....	11
B6.2. <i>Kinetyka reakcji chemicznych</i> .....	11
B7. PRZEDMIOT WYBIERALNY (FIZYKA CIAŁA STAŁEGO / METODY STATYSTYCZNE).....	12
B7.1. <i>Fizyka ciała stałego</i> .....	12
B7.2. <i>Metody statystyczne</i> .....	12
<b>C. PRZEDMIOTY KIERUNKOWE</b> .....	<b>13</b>
C1. NAUKA O MATERIAŁACH .....	13
C1.1. <i>Struktura materiałów</i> .....	13
C1.2. <i>Zjawiska strukturalne w materiałach</i> .....	14
C2. MATERIAŁY INŻYNIERSKIE.....	15
C3. KOMPUTEROWE WSPOMAGANIE PROJEKTOWANIA MATERIAŁÓW .....	16
C4. METODYKA BADANIA MATERIAŁÓW .....	16
C4.1. <i>Badania struktury materiałów</i> .....	16
C4.2. <i>Badania własności materiałów</i> .....	17
C5. TECHNOLOGIE PROCESÓW MATERIAŁOWYCH .....	18
C5.1. <i>Technologie wytwarzania materiałów</i> .....	18
C5.2. <i>Technologie przetwórstwa materiałów</i> .....	19
C6. MECHANIKA I WYTRZYMAŁOŚĆ MATERIAŁÓW .....	20
C6.1. <i>Podstawy mechaniki</i> .....	20
C6.2. <i>Wytrzymałość materiałów</i> .....	20
C6.3. <i>Mechanika płynów</i> .....	21
C7. PROJEKTOWANIE I GRAFIKA INŻYNIERSKA .....	22
C7.1. <i>Grafika Inżynierska</i> .....	22
C7.2. <i>Podstawy Konstrukcji Maszyn</i> .....	22
C7.3. <i>Podstawy eksploatacji maszyn i materiałów</i> .....	23
C8. ELEKTROTECHNIKA I ELEKTRONIKA .....	23
C9. TERMODYNAMIKA TECHNICZNA.....	24
C9.1. <i>Podstawy Termodynamiki</i> .....	24
C9.2. <i>Wymiana ciepła</i> .....	24

## PLAN STUDIÓW – STUDIA STACJONARNE I STOPNIA

Kierunek: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

C10. ZINTEGROWANE SYSTEMY ZARZĄDZANIA .....	25
C11. PRZEDMIOTY WYBIERALNE .....	25
C11.1. Zarządzanie jakością / Planowanie badań i analiza wyników badań .....	25
C11.1.1. Zarządzanie jakością .....	25
C11.1.2. Planowanie badań i analiza wyników badań .....	26
C11.2. Recykling i ochrona środowiska w technologiach materiałowych / Technologie recyklingu w przemyśle motoryzacyjnym .....	26
C11.2.1. Recykling i ochrona środowiska w technologiach materiałowych .....	26
C11.2.2. Technologie recyklingu w przemyśle motoryzacyjnym .....	27
C11.3. Mechanika materiałów / Mechanika materiałów kompozytowych .....	27
C11.3.1. Mechanika Materiałów .....	27
C11.3.2. Mechanika materiałów kompozytowych .....	27
C11.4. Ekonomika przedsiębiorstw / Ekonomika materiałów .....	28
C11.4.1. Ekonomika przedsiębiorstw .....	28
C11.4.2. Ekonomika materiałów .....	28
C11.5. Mechanika pękania / Tribologia .....	29
C11.5.1. Mechanika pękania .....	29
C11.5.2. Tribologia .....	29
C11.6. Nanostruktury i nanomateriały / Nanotechnologie .....	30
C11.6.1. Nanostruktury i nanomateriały .....	30
C11.6.2. Nanotechnologie .....	30
C11.7. Materiałowe bazy danych / Charakterystyki materiałowe .....	31
C11.7.1. Materiałowe bazy danych .....	31
C11.7.2. Charakterystyki materiałowe .....	31
<b>PLANY SPECJALNOŚCI .....</b>	<b>32</b>
<b>SPECJALNOŚĆ: MATERIAŁY KONSTRUKCYJNE .....</b>	<b>34</b>
1. NOWOCZESNE STOPY TECHNICZNE .....	34
2. KOMPOZYTY .....	34
3. MATERIAŁY FUNKCJONALNE .....	35
4. KONTROLA JAKOŚCI MATERIAŁÓW .....	35
SEMINARIUM DYPLOMOWE .....	36
PRACA DYPLOMOWA .....	36
<b>SPECJALNOŚĆ: INŻYNIERIA SPAJANIA MATERIAŁÓW .....</b>	<b>37</b>
1. METODY SPAJANIA MATERIAŁÓW .....	37
2. INŻYNIERIA POWIERZCHNI .....	37
3. ZAAWANSOWANE TECHNOLOGIE WYTWARZANIA MATERIAŁÓW .....	38
4. KONTROLA JAKOŚCI MATERIAŁÓW .....	38
SEMINARIUM DYPLOMOWE .....	39
PRACA DYPLOMOWA .....	39

**PODSTAWOWY PLAN STUDIÓW**  
**STUDIA STACJONARNE I STOPNIA**  
**Kierunek: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA**

obowiązuje od 2009/10



PODSTAWOWY PLAN STUDIÓW - STUDIA STACJONARNE I STOPNIA  
KIERUNEK: Inżynieria Materiałowa

obowiązuje od roku akademickiego 2009/2010

PRZEDMIOTY	jednostka organizacyjna	Suma godzin	Suma					I					II					III					IV					V					VI					VII				
			W	C/S	L	P	Lk	Pkt	W	C/S	L	P	Lk	Pkt	W	C/S	L	P	Lk	Pkt	W	C/S	L	P	Lk	Pkt	W	C/S	L	P	Lk	Pkt	W	C/S	L	P	Lk	Pkt				
<b>A. PRZEDMIOTY KSZTAŁCENIA OGÓLNEGO</b>		<b>300</b>	<b>90</b>	<b>210</b>			<b>17</b>																																			
A1. Język obcy	O3	150		150			10					2																														
A2. Ochrona własności intelektualnej	M-2	15	15				2																																			
A3. Bezpieczeństwo pracy i ergonomia	F-4	15	15				1																																			
A4. Przedmiot wybieralny (Psychologia i socjologia pracy/ Etyka)	O5	30	30				2	30				2																														
A5. Przedmiot wybieralny (Komunikacja interpersonalna / Ekonomia)	F-4	30	30				2																																			
A6. Wychowanie fizyczne	O4	60		60																																						
<b>B. PRZEDMIOTY PODSTAWOWE</b>		<b>360</b>	<b>180</b>	<b>120</b>	<b>30</b>		<b>31</b>																																			
B1. Matematyka	F2	120	60	60			11	30	30					5	30	30	E		6																							
B2. Fizyka	F1	60	30	15	15		5								30	15	15		5																							
B3. Chemia	C1	60	30	15	15		7	30	15	15	E		7																													
B4. Informatyka	M7	30	15				15	2							15				15	2																						
B5. Technologie informacyjne	M7	30	15				15	2	15																																	
B6. Przedmiot wybieralny (Chemia fizyczna / Kinetyka reakcji chem.)	C3	30	15	15			2								15	15			2																							
B7. Przedmiot wybieralny (Fizyka ciała stałego/ Metody statystyczne)	M2	30	15	15			2								15	15			2																							
<b>C. PRZEDMIOTY KIERUNKOWE</b>		<b>1 500</b>	<b>735</b>	<b>255</b>	<b>375</b>	<b>105</b>	<b>30</b>	<b>124</b>																																		
<b>C1. Nauka o materiałach</b>		<b>180</b>	<b>90</b>	<b>45</b>	<b>45</b>		<b>17</b>																																			
C1.1. Struktura materiałów	M2	45	30	15			6	30	15	E		6																														
C1.2. Zjawiska strukturalne w materiałach	M2	135	60	30	45		11								30	15	15		5																							
<b>C2. Materiały inżynierskie</b>	M2/M1	<b>210</b>	<b>75</b>	<b>45</b>	<b>90</b>		<b>20</b>								<b>30</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>E</b>	<b>6</b>																							
<b>C3. Komputerowe wspomaganie projektowania materiałów</b>	M2/M3	<b>60</b>	<b>30</b>			<b>15</b>	<b>15</b>	<b>6</b>																																		
<b>C4. Metodyka badania materiałów</b>		<b>150</b>	<b>60</b>	<b>30</b>	<b>60</b>		<b>12</b>																																			
C4.1. Badania struktury materiałów	M2	75	30	15	30		6								30	15	30	E	6																							
C4.2. Badania własności materiałów	M2	75	30	15	30		6								30	15	30	E	6																							
<b>C5. Technologie procesów materiałowych</b>		<b>225</b>	<b>105</b>	<b>120</b>			<b>21</b>																																			
C5.1. Technologie wytwarzania materiałów	M2	90	45	45			7								45		45	E	7																							
C5.2. Technologie przetwórstwa materiałów	M2/M1/M6	135	60	75			14																																			
<b>C6. Mechanika i wytrzymałość materiałów</b>		<b>120</b>	<b>60</b>	<b>45</b>	<b>15</b>		<b>9</b>																																			
C6.1. Podstawy mechaniki	M1	30	15	15			2	15	15			2																														
C6.2. Wytrzymałość materiałów	M1	60	30	15	15		4								30	15	15		4																							
C6.3. Mechanika płynów	M5	30	15	15			3																																			
<b>C7. Projektowanie i grafika inżynierska</b>		<b>150</b>	<b>60</b>			<b>75</b>	<b>15</b>	<b>10</b>																																		
C7.1. Grafika inżynierska	M3	60	15			45	4	15			45	4																														
C7.2. Podstawy konstrukcji maszyn	M3	60	30			15	15	4							30			15	15	4																						
C7.3. Podstawy eksploatacji maszyn i materiałów	M8/M4	30	15			15	2																																			
<b>C8. Elektrotechnika i elektronika</b>	M4	<b>60</b>	<b>30</b>		<b>30</b>		<b>4</b>																																			
<b>C9. Termodynamika techniczna</b>		<b>60</b>	<b>30</b>	<b>30</b>			<b>4</b>																																			
C9.1. Podstawy termodynamiki	M5	30	15	15			2							15	15				2																							
C9.2. Wymiana ciepła	M5	30	15	15			2																																			
<b>C10. Zintegrowane systemy zarządzania</b>	M6	<b>45</b>	<b>30</b>	<b>15</b>			<b>3</b>																																			
<b>C11. Przedmioty wybieralne</b>		<b>240</b>	<b>165</b>	<b>45</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>18</b>																																			
C11.1. Zarządzanie jakością / Planowanie badań i analiza wyników badań	M6/M2	30	15			15	2																																			
C11.2. Recykling i och.środ.w.tech. materiał. / Technologie rec.w przemyśle motor.	M2/M4	30	30				4																																			
C11.3. Mechanika materiałów / Mechanika materiałów kompozytowych	M3	45	30	15			4								30	15			4																							
C11.4. Ekonomia przedsiębiorstw / Ekonomia materiałów	M6/M2	30	30				2																																			
C11.5. Mechanika pekania/ Tribologia	M2/M4	45	30		15		3								30		15		3																							
C11.6. Nanostruktury i nanomateriały / Nanotechnologie	M2/M3	30	15	15			2																																			
C11.7. Materiałowe bazy danych/ Charakterystyki materiałowe	M2	30	15	15			2																																			
<b>Praktyka</b>		<b>4tyg</b>					<b>1</b>																																			
		<b>W</b>	<b>1 005</b>				<b>165</b>					<b>180</b>																														

## A. PRZEDMIOTY KSZTAŁCENIA OGÓLNEGO

### A1. *Język obcy*

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: I – C30; 2 pkt.  
II – C30; 2 pkt.  
III – C30; 2 pkt.  
IV – C30; 2 pkt.  
V – C30; 2 pkt.

### A2. *Ochrona własności intelektualnej*

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: VII – W15; pkt. 2

WYKŁADY: Własność intelektualna (przemysłowa, autorska). Polskie prawo własności przemysłowej. Światowy system ochrony własności przemysłowej – WIPO. Informacja patentowa, publikacje patentowe. Własność przemysłowa w działalności przedsiębiorstwa. Prawo autorskie i prawa pokrewne. Prawo konkurencji.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	dr inż. Dariusz Mierzwiński
Jednostka organizacyjna:	Instytut Inżynierii Materiałowej (M-2)

### A3. *Bezpieczeństwo pracy i ergonomia*

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: VI – W15; pkt. 1

WYKŁADY: Cel i zakres ochrony pracy w instytucjach i zakładach przemysłowych. System ochrony pracy i nadzoru BHP w Polsce i Unii Europejskiej. Organizacja pracy w świetle podstawowych zasad bezpieczeństwa i higieny pracy. Zagrożenia występujące w środowisku działalności zawodowej człowieka. Klasyfikacja zagrożeń. Czynniki stwarzające zagrożenia dla zdrowia i życia ludzi; czynniki mechaniczne (czynniki wynikające z użytkowaniem i obsługą maszyn i urządzeń, transportem, obróbką mechaniczną, przetwarzaniem itp.), czynniki chemiczne (środki i substancje niebezpieczne i szkodliwe, środki toksyczne itp.), czynniki fizyczne (temperatura, hałas, drgania, prąd elektryczny, pole magnetyczne, promieniowanie jonizujące). Zagrożenia związane z określoną działalnością zawodową; zagrożenia w przemyśle maszynowym, hutnictwie, transporcie, przemyśle hutniczym itp. Skutki pracy w warunkach niebezpiecznych i szkodliwych, praca na wysokościach, choroby zawodowe. Zagrożenia współczesnego Świata. Komputer i jego wpływ na zdrowie psychiczne i fizyczne człowieka. Zagrożenia związane z otaczającym człowieka środowiskiem. Zagrożenia klimatyczne, zagrożenia biologiczne. Wypadki w czasie pracy. Pierwsza pomoc. Podstawy ergonomii. Relacje między człowiekiem (pracownikiem), warsztatem pracy (maszyna, urządzenie, narzędzie) a środowiskiem pracy (otoczenie). Organizacja pracy i dostosowywanie sprzętu i narzędzi z punktu widzenia fizjologii i psychiki człowieka. Profilaktyka, odnowa biologiczna. Szkolenie z zakresu BHP. Środki ochrony osobistej i zbiorowej. System zarządzania bezpieczeństwem i higiena pracy. Najważniejsze akty prawne regulujące sprawy związane z bezpieczeństwem pracy.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	dr hab. inż. Wojciech Wojciechowski, prof. PK
Jednostka organizacyjna:	Instytut (M-2)

#### **A4. Przedmiot wybieralny (Psychologia i socjologia pracy/Etyka)**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: I – W30; 2 pkt.

##### **A4.1. Psychologia i socjologia pracy**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: I – W30; 2 pkt.

WYKŁADY: Współczesne psychologiczne koncepcje pracy – przegląd wybranych teorii i ich zastosowań. Procesy urbanizacyjne i społeczne a kondycja psychiczna współczesnego człowieka. Współczesny „homo faber” – specyfika polska i europejska. Psychologiczne podstawy pracy w różnych grupach i organizacjach społecznych. Techniki efektywnej pracy. Zjawisko pracoholizmu i jego konsekwencje. Wypalenie zawodowe. Stres społeczny w miejscu pracy – teoria stresu, techniki radzenia sobie ze stresem, wpływ stresu na efektywność procesu pracy. Rywalizacja w miejscu pracy i jej psychiczne funkcje. Frustracja społeczna i frustracja zawodowa. Rodzaj pracy a predyspozycje psychiczne. Badanie predyspozycji zawodowych. Psychologiczne aspekty różnych form pracy inżyniera. Podstawowe pojęcia i teorie współczesnej socjologii pracy. Ujęcia teoretyczne i socjotechniki. Europejska i amerykańska socjologia pracy – wybrane zagadnienia, przegląd aplikacji. Teoria w zderzeniu z codziennością. Społeczne konsekwencje procesów zachodzących w formach i organizacji pracy. Niedostosowanie społeczne a praca, zjawisko mobilności zawodowej, presja społeczna a społeczna kondycja jednostek. Grupy społeczne w miejscu pracy – procesy grupowe, stratyfikacja, relacje, zależności społeczne. Nowe formy życia społecznego w miejscu pracy. Praca a czas wolny. Familizacja, klubbing, rytualizacja, nowe typy więzi. Socjologiczne podstawy doboru kadry i tworzenia efektywnych zespołów zadaniowych. Teorie roli kierowniczej. Rywalizacja w miejscu pracy, anomia, strategie awansu. Konflikty w miejscu pracy – geneza, rodzaje, strategie rozwiązywania. Zjawisko „toksycznej pracy” – ujęcie teoretyczne i specyfika polska. Mobbing i jego rodzaje, strategie radzenia sobie z mobbingiem. Społeczna specyfika pracy inżyniera. Aktywne poszukiwanie pracy. Społeczna przemiany współczesnych rynków pracy.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	dr Iwona Butmanowicz-Dębicka
Jednostka organizacyjna:	Instytut Ekonomii, Socjologii i Filozofii (F-4)

##### **A4.2. Etyka**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: I – W30; 2 pkt.

WYKŁADY: Moralność i etyka. Status teorii etycznych w porównaniu do teorii naukowych. Główne kategorie i sposoby ugruntowania etyki. Działanie i podmiot moralny: racjonalność i sumienie, wolność i odpowiedzialność. Mapa etyki współczesnej: najważniejsze kierunki i trendy. Etyka cnót. Etyka skutków, utilitaryzm. Etyka deontologiczna (obowiązków) i jej odmiany. Etyka idealnych wartości. Najważniejsze standardy etyczne dla praktyki gospodarczej i inżynierskiej: sprawiedliwość dystrybucyjna, bezstronność, uczciwość i lojalność, respekt dla godności pracowników, odpowiedzialność. Społeczna rola inżyniera; profesjonalizm. Kodeksy etyki inżynierskiej, kodeks europejskiego stowarzyszenia inżynierów (FEANI), wewnętrzne kodeksy firm. Elementy etyki inżyniera. Kompetencja i stałe doskonalenie zawodowe. Nadrzędna zasada bezpieczeństwa i dobra publicznego. Uczciwość i realizm w zawodowych orzeczeniach i szacunkach. Wymóg poufności i zachowania tajemnicy zawodowej. Konflikty interesów. Miejsce pracy: bezpieczeństwo i warunki, etyka kierowania. Relacje z innymi inżynierami: współpraca, uczciwa konkurencja, otwartość na krytykę, dbałość o status zawodu. Model praktycznego rozumowania moralnego. Szczególna rola zasady odpowiedzialności. Studia przypadków: katastrofy i wypadki.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	dr Marek Pyka
Jednostka organizacyjna: Instytut	Pojazdów Samochodowych i Silników Spalinowych (M-4)

### **A5. Przedmiot wybieralny (Komunikacja interpersonalna / Ekonomia)**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA  
Semestr – wymiar godzin; punkty: II – W30; 2 pkt.

#### **A5.1. Komunikacja interpersonalna**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA  
Semestr – wymiar godzin; punkty: II – W30; 2 pkt.

WYKŁADY: Społeczeństwo informatyczne. Co to jest komunikacja, jej cele, cechy, modele teoretyczne. Autoprezentacja - aspekty psychologiczne. Komunikacja werbalna. Komunikacja niewerbalna. Wystąpienia publiczne. Grupy społeczne - aspekty psychologiczne i socjologiczne. Przebieg procesów komunikacji w grupie i organizacji. Konflikty społeczne. Podstawy zasad negocjacji, wybrane techniki negocjacyjne. Charakterystyka przemian na współczesnym rynku pracy. Przygotowanie CV, listu motywacyjnego. Rozmowa kwalifikacyjna. Charakterystyka współczesnego rynku mediów. Cele i zadania public relation – działania i techniki promocyjne.  
Forma zaliczenia: test.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	dr Jacek Jaśtał
Jednostka organizacyjna:	Instytut F-4

#### **A5.2. Ekonomia**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA  
Semestr – wymiar godzin; punkty: II – W30; 2 pkt.

WYKŁADY: Proces gospodarowania i jego elementy. Podmioty procesu gospodarowania – gospodarstwo domowe, przedsiębiorstwa (formy własności prywatnej w biznesie), państwo. Mechanizmy gospodarki rynkowej. Rynek pracy, uczestnicy rynku pracy, czynniki kształtujące zatrudnienie bezrobocie – rodzaje, przyczyny, stopa bezrobocia, aktywność w poszukiwaniu zatrudnienia. Pieniądz i współczesny system bankowy – istota pieniądza w gospodarce (pojęcie, funkcje, rodzaje), system bankowy w Polsce i na świecie, miękka i twarda polityka Banku Centralnego, banki komercyjne (depozyty, kredyty). Rynek finansowy, instrumenty rynku pieniężnego i kapitałowego, instytucje rynku finansowego, GPW w Warszawie. Polityka fiskalna państwa, budżet, dług publiczny. Wahania koniunktury gospodarczej i ich przyczyny. Rola państwa w gospodarce, rozwój lokalny a globalizacja. Zarządzanie małym i średnim przedsiębiorstwem – koszty i ich rodzaje, rachunek wyników, bilans, biznesplan.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	dr hab. Victor Shevchuk, prof. PK,
Jednostka organizacyjna:	Instytut Ekonomii, Socjologii i Filozofii (F-4)

### **A6. Wychowanie fizyczne**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA  
Semestr – wymiar godzin; punkty: I – C30  
II – C30



## B. PRZEDMIOTY PODSTAWOWE

### B1. *Matematyka*

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: I – W30, C30; 5 pkt.  
II – W30, C30, E; 6 pkt.

WYKŁADY: Pojęcia wstępne, liczby zespolone. Ciągi liczbowe. Szeregi liczbowe. Macierze, wyznaczniki i układy równań liniowych. Geometria analityczna. Granica i ciągłość funkcji. Rachunek różniczkowy funkcji jednej zmiennej. Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych. Rachunek całkowy funkcji jednej zmiennej. Całki wielokrotne. Równania różniczkowe. Szeregi funkcyjne. Całki krzywoliniowe i powierzchniowe. Elementy geometrii różniczkowej.

ĆWICZENIA: Tematyka ćwiczeń zgodna z tematyką wykładów. Elementy rachunku prawdopodobieństwa. Wstęp do metod statystycznych. Statystyczne metody estymacji. Weryfikacja hipotez statystycznych. Programowanie liniowe. Elementy programowania nieliniowego.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Dr hab. Teresa Winiarska, prof. PK
Jednostka organizacyjna:	Instytut Matematyki (F-2)

### B2. *Fizyka*

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: II – W30, C15, L15; 5 pkt.

WYKŁADY: Teorie fizyczne i ich podział. Oddziaływania fundamentalne. Mechanika klasyczna: Względność ruchu. Zasada względności Galileusza. Równania ruchu Newtona – warunki początkowe – przykłady. Siły zachowawcze i niezachowawcze. Energia potencjalna. Symetrie w przyrodzie – zasady zachowania. Mechanika relatywistyczna: Postulaty Einsteina. Transformacja Lorentza. Kinematyka. Pęd i energia relatywistyczna. Relatywistyczne równania ruchu. Fizyka statystyczna: Rozkład Maxwella-Boltzmanna. Zjawiska transportu – tarcie wewnętrzne, przewodnictwo cieplne, przewodnictwo elektryczne, dyfuzja. Pole elektromagnetyczne: Pole elektryczne. Prawo Coulomba. Zasada superpozycji. Prawo Gaussa. Równanie Poissona. Dielektryki liniowe. Energia pola elektrycznego. Różniczkowe prawo Ohma. Równanie ciągłości. Pole magnetyczne. Siła elektrodynamiczna. Prawo Biota-Savarta. Prawo Gaussa dla magnetyzmu. Prawo Ampère'a i jego uzupełnienie. Indukcja elektromagnetyczna – prawo Faradaya. Energia pola magnetycznego. Równania Maxwella – postać różniczkowa i całkowa. Materiałowe równania ośrodków. Zjawiska falowe: Równanie falowe. Fale elektromagnetyczne. Widmo fal elektromagnetycznych. Wybrane zagadnienia z optyki. Promieniowanie cieplne. Kwantowa natura światła – dowody eksperymentalne. Fale de Broglie'a. Doświadczenie Davissona-Germera. Podstawy matematyczne mechaniki kwantowej. Zasada nieoznaczoności Heisenberga. Równanie Schrödingera. Rozwiązywanie równania Schrödingera dla wybranych potencjałów. Kwantowy oscylator harmoniczny. Kwantowanie momentu pędu. Atom wodoru. Spin elektronu. Zakaz Pauliego. Atomy wieloelektronowe. Statystyki kwantowe. Fermiony i bozony.

ĆWICZENIA: Zadania obliczeniowe i przykłady z następujących zagadnień związanych z wykładem: kinematyczny opis ruchu, rozwiązywanie prostych, dynamicznych równań ruchu postępowego, obliczanie pracy i energii, zasady zachowania, zastosowania rozkładu Maxwella-Boltzmanna, skrócenie Lorentza, dylatacja czasu, relatywistyczne dodawanie prędkości, energia i pęd relatywistyczny, obliczanie natężenia i potencjału pola elektrycznego, zastosowanie prawa Gaussa, obliczanie indukcji pola magnetycznego przy użyciu prawa Ampère'a i prawa Biota-Savarta, zastosowanie prawa Faradaya, siły elektrodynamiczne, ruch cząstki naładowanej w polu magnetycznym, fale elektromagnetyczne, promieniowanie ciała doskonale czarnego, efekt Comptona, promieniowanie X, dualizm korpuskularno – falowy, przykłady rozwiązania równania Schrödingera dla nieskończonej, prostokątnej studni potencjału i bariery potencjału.

LABORATORIA: 5 ćwiczeń spośród następujących tematów: Badanie pola elektrycznego metodą wanny elektrolitycznej, Oscyloskop katodowy, Wyznaczanie współczynnika lepkości dynamicznej cieczy, Siatka dyfrakcyjna, Badanie pola magnetycznego za pomocą hallotronu, Analiza spektralna gazów, Zastosowanie fotoogniwa do pomiarów fotometrycznych, Pomiar oporu elektrycznego i wyznaczanie oporu właściwego metali, Badanie drgań tłumionych wahadła torsyjnego, Wyznaczanie naprężeń za pomocą tensometru oporowego, Badanie transportu i wymiany ciepła, Wyznaczanie modułu Younga metodą rozciągania drutu i strzałki ugięcia pręta.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	dr inż. Duraj Ryszard
Jednostka organizacyjna:	Instytut Fizyki (F-1)

### B3. Chemia

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: I – W30, C15, L15, E; 7 pkt.

WYKŁADY: Chemia ogólna: Podstawowe prawa chemiczne (prawo zachowania masy, materia, mol, jednostka masy atomowej). Atom – cząsteczka. Budowa atomu, opis elektronów za pomocą liczb kwantowych, pojęcie orbitalu, wiązania chemiczne (kowalენტne, jonowe, koordynacyjne, wodorowe, metaliczne). Hybrydyzacja. Reakcje chemiczne – roztwory: równowaga chemiczna, typy reakcji chemicznej, równanie reakcji chemicznej, roztwory właściwe i koloidalne, stężenia roztworów, równowagi jonowe w wodnych roztworach (dysocjacja, iloczyn jonowy wody – pH, hydroliza, iloczyn rozpuszczalności, roztwory buforowe), reguła faz Gibbsa, roztwory ciał stałych – ciecz i ciecz – ciecz (wrzenie i krzepnięcie roztworów, destylacja), twardość wody. Utlenienie i redukcja: Bilansowanie reakcji utlenienia i redukcji, szereg napięciowy metali, korozja. Podstawy chemii organicznej: Nazewnictwo, grupy funkcyjne.

ĆWICZENIA: Przykłady zadań w zakresie treści wykładów.

LABORATORIA: Omówienie przepisów BHP i programu ćwiczeń. Pokaz szkła i sprzętu laboratoryjnego. Wykonanie ćwiczenia: typy reakcji chemicznych. Obliczenia chemiczne – stężenia procentowe i molowe. Sporządzanie roztworów. Reaktywność metali. Korozja i pasywacja metali. Identyfikacja tworzyw metalicznych.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	prof. dr hab. Andrzej Stokłosa
Jednostka organizacyjna:	Instytut Chemii i Technologii Nieorganicznej (C-1)

### B4. Informatyka

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: II – W15, Lk15; 2 pkt.

WYKŁADY: Własności algorytmów: poprawność, skuteczność i efektywność. Program komputerowy: algorytm + struktura danych. Programowanie strukturalne i obiektowe. Programy kompilowane oraz interpretowane (przykłady C++, HTML, Java, makropolecenia). Arytmetyka komputera: reprezentacja liczby, działania arytmetyczne w systemie binarnym. Metody obliczeniowe: numeryczne i symboliczne. Bazy danych – systemy bazodanowe (klient-serwer, rozproszone, multimedialne). Pojęcie sztucznej inteligencji: sieci neuronowe i algorytmy genetyczne.

LABORATORIA KOMPUTEROWE: Aplikacje użytkowe MS Office: Word, Excel, Power Point. Współpraca i komunikacja między aplikacjami. Grafika wektorowa i rastrowa, język HTML z elementami CSS i PHP do tworzenia stron WWW. Elementy języka Visual Basic for Application, wzbogacające aplikacje użytkowe o automatyczne, zdefiniowane przez użytkownika procedury. Obliczenia numeryczne na bazie programu *MathCad*, *Mathematica* – operacje elementarne, operacje wektorowe i macierzowe, wykresy płaskie i przestrzenne, rozwiązywanie równań, błędy numeryczne, operacje analityczne, interpolacja, aproksymacja. Bazy danych – projektowanie prostej bazy relacyjno-obiektowej.

Osoby odpowiedzialne za przedmiot:	Prof. dr hab. Leszek Wojnar
Jednostka organizacyjna:	Instytut Informatyki Stosowanej (M-7)

**B5. Technologie informacyjne**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: I – W15, Lk15; 2 pkt.

WYKŁADY: Pojęcie technik informacyjnych i ich przydatności w pracy inżyniera. Istota działania komputera: integracja warstwy logicznej (logika matematyczna) i elektronicznej ( tranzystor – bramki logiczne – układy scalone). Sprzęt i podstawowe funkcje oprogramowania. Architektura komputera oraz użytkowe urządzenia peryferyjne – funkcje użytkowe. Systemy operacyjne (Unix, MS Windows, MAC OS, Linux) i oprogramowanie użytkowe. Sieci komputerowe: rodzaje sieci, model OSI, usługi sieciowe. Korzyści i zagrożenia związane z korzystaniem z sieci komputerowych. Podstawy technik multimedialnych: typologia tekstu, przetwarzanie obrazów – grafika rastrowa i wektorowa, animacja, dźwięk, elementy DTP. Bazy danych: modele, schematy logiczne i fizyczne, diagramy ER, podstawowe przykłady zastosowań.

LABORATORIA KOMPUTEROWE: Aplikacje użytkowe MS Office: Word, Excel, Power Point, Access. Współpraca oraz komunikacja pomiędzy aplikacjami. Elementy języka Visual Basic for Application wzbogacające aplikacje pakietu MS Office o automatyczne, zdefiniowane przez użytkownika automatyczne procedury. Grafika wektorowa i rastrowa. Przetwarzanie obrazów cyfrowych: podstawowe filtracje, maski, fotomontaż. Wykorzystanie obrazu w dokumentach drukowanych oraz prezentacjach multimedialnych. Podstawy języka HTML z elementami CSS i PHP. Tworzenie prostych stron internetowych. Korzystanie z baz danych.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Prof. dr hab. inż. Leszek Wojnar
Jednostka organizacyjna:	Instytut M-7

**B6. Przedmiot wybieralny (Chemia fizyczna / Kinetyka reakcji chemicznych)**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: III – W15, C15; 2 pkt.

**B6.1. Chemia fizyczna**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: III – W15, C15; 2 pkt.

WYKŁADY: Wiązania chemiczne w cząsteczkach i ciałach stałych. Podstawy spektroskopii. Charakterystyka stanów skupienia. Podstawy termodynamiki chemicznej. Elementy termochemii. Kryteria przebiegu procesu i stanu równowagi. Równowagi ciało stałe – gaz. Redukcja i utlenianie ciał stałych. Równowagi fazowe. Podstawy elektrochemii. Zjawiska powierzchniowe.

ĆWICZENIA: Obliczenia zmian energii wewnętrznej, entalpii, pracy, ciepła w przemianach termodynamicznych, Prawo Hessa i Kirchhoffa – obliczenia termodynamiczne. Obliczenia zmian entropii i potencjałów chemicznych, samorzutność procesu, zakresy istnienia faz – układy T, p. Równowagi fazowe w układach jedno i wieloskładnikowych.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Prof. dr hab. Andrzej Stokłosa
Jednostka organizacyjna:	Instytut Inżynierii Chemicznej i Procesowej (C-3)

**B6.2. Kinetyka reakcji chemicznych**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: III – W15, C15; 2 pkt.

WYKŁADY: Elementy termodynamiki. Stan równowagi. Kryteria przebiegu procesu. Przemiany fazowe, kryteria i kinetyka przemian fazowych. Mechanizm i kinetyka reakcji z udziałem ciał stałych. Elementy chemii procesowej. Procesy metalurgiczne. Procesy elektrochemiczne. Kinetyka zjawisk powierzchniowych.

ĆWICZENIA: Obliczenia entalpii ciepła i pracy w przemianach termodynamicznych. Obliczenia potencjałów termodynamicznych, równowaga i samorzutność procesu. Obliczenia kinetyki procesów chemicznych.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Prof. dr hab. Andrzej Stokłosa
Jednostka organizacyjna:	Zakład Chemii Fizycznej C-5

### **B7. Przedmiot wybieralny (Fizyka ciała stałego / Metody statystyczne)**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: III – W15, C15; 2 pkt.

#### **B7.1. Fizyka ciała stałego**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: III – W15, C15; 2 pkt.

WYKŁADY: Struktura atomowa ciał stałych – ciała krystaliczne i amorficzne, wiązania atomowe. Struktura krystaliczna – parametry sieci krystalicznej. Podstawowe rodzaje sieci. Proste struktury krystaliczne. Zjawisko dyfrakcji w kryształach – prawo Bragga. Sprężystość kryształów. Energia wewnętrzna i ciepło właściwe ciał stałych. Stany elektronowe liniowej sieci krystalicznej. Pasmowa struktura poziomów elektronowych. Kryształy półprzewodnikowe. Właściwości magnetyczne ciał stałych – ferromagnetyzm, diamagnetyzm i paramagnetyzm. Zjawisko nadprzewodnictwa. Zjawiska optyczne w ciałach stałych.

ĆWICZENIA: Przykłady i rozwiązywanie zadań w zakresie krystalografii, ciepła właściwego ciał stałych, zjawiska dyfrakcji w kryształach, właściwości magnetycznych oraz optycznych ciał stałych.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Dr inż. Janusz Walter
Jednostka organizacyjna:	Instytut Inżynierii Materiałowej (M-2)

#### **B7.2. Metody statystyczne**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: III – W15, C15; 2 pkt.

WYKŁADY: Podstawowe pojęcia statystyczne: zbiorowości statystyczne – generalna (populacja), próbna (próbka); zbiorowości jedno- i wielowymiarowe; cechy ilościowe – ciągłe i dyskretne oraz cechy jakościowe; skale: przedziałowa, porządkowa i nominalna. Opisowe metody statystyczne analizy danych empirycznych: tabela liczebności (częstości), rozkład empiryczny – histogram, diagram, krzywa częstości, rodzaje rozkładów – rozkład ciągły i dyskretny, cechy rozkładów – jedno-, bi- i wielomodalność, miary skośności i spłaszczenia; miary położenia, miary niedokładności, estymacja punktowa parametrów populacji. Rozkłady teoretyczne: dwumianowy, Poissona, normalny (Gaussa-Laplace'a), normalny standaryzowany, Studenta, chi-kwadrat, Fishera-Snedecora. Wnioskowanie z zastosowaniem metod statystyki matematycznej: estymacja przedziałowa, testowanie statystyczne – istota, procedura testowania, wnioskowanie, obszary zastosowań, ograniczenia. Testy nieparametryczne – testy zgodności. Testy parametryczne: średniej w populacji, jednorodności wariancji, różnicy średnich z dwóch populacji dla prób niezależnych i prób zależnych. Analiza wariancji w klasyfikacji pojedynczej, podwójnej i wielokrotnej; podstawy teoretyczne i strona praktyczna. Obszary zastosowań. Testy post-hoc. Wykres Pareto. Podstawy analizy zależności: korelacja – jej miary i właściwości; regresja liniowa i nieliniowa z zastosowaniem metody najmniejszych kwadratów, dla funkcji jednej zmiennej i wielu zmiennych, liniowych ze względu na współczynniki. Miary oceny funkcji regresji: błędy aproksymacji, współczynnik determinacji  $R^2$ , test F adekwatności funkcji, test t-Studenta istotności współczynników funkcji, test F istotności modelu funkcji. Przedziały ufności dla współczynników funkcji aproksymującej, wartości pojedynczych wyników i ich średnich. Wykładane treści ilustrowane są praktycznymi przykładami z wykorzystaniem wspomaganie komputerowego.

ĆWICZENIA: (1) Analiza danych pomiarowych. Statystyki próby. Estymacja parametrów populacji. Tabela liczebności, histogram, miary asymetrii i skośności. (2) Testy zgodności z rozkładem normalnym; normalne wykresy prawdopodobieństwa. (3) Testy parametryczne: wartości średniej w populacji oraz różnicy między średnimi dla zmiennych ilościowych: przy założeniu jednorodności wariancji oraz przy założeniu niejednorodności wariancji; różnicy między medianami dla zmiennych jakościowych. (4) Badania związku dwóch zmiennych metodami korelacyjnymi: kształt, siła i istotność statystyczna zależności; regresja liniowa oraz ocena istotności modelu liniowego i istotności współczynników oraz ich przedziałów ufności; wyznaczenie błędów predykcji: bezwzględnych i względnych procentowych. (5) Wyznaczenie krzywej regresji metodą najmniejszych kwadratów, z zastosowaniem różnych funkcji nieliniowych jednej zmiennej – liniowych ze względu na współczynniki; ocena funkcji regresji za pomocą współczynnika korelacji  $R^2$ ; wyznaczenie błędów predykcji: bezwzględnych i względnych procentowych. (6) Ocena wpływu wielkości wejściowej na wielkość wyjściową z zastosowaniem analizy wariancji pojedynczej; ocena wpływu dwóch wielkości wejściowych na wielkość wyjściową na podstawie wyników pomiarów bez powtórzeń, z zastosowaniem analizy wariancji podwójnej oraz analiza. (7) Ocena wpływu dwóch wielkości wejściowych oraz ich interakcji na wielkość wyjściową na podstawie wyników pomiarów z powtórzeniami, z zastosowaniem analizy wariancji podwójnej.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Dr inż. Andrzej Sułkowski
Jednostka organizacyjna:	Instytut Inżynierii Materiałowej (M-2)

## C. PRZEDMIOTY KIERUNKOWE

### C1. Nauka o materiałach

#### C1.1. Struktura materiałów

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: I – W30, C15, E; 5 pkt.

WYKŁADY: Materia i jej składniki. Oddziaływania międzyatomowe i międzycząsteczkowe - rodzaje wiązań. Struktura faz skondensowanych. Sieć krystaliczna i jej elementy. Podstawy krystalografii i krystalochemii. Układy krystalograficzne i rodzaje sieci. Położenia, kierunki i płaszczyzny sieciowe. Oznaczanie struktur krystalicznych. Struktura krystaliczna metali. Struktury o najgęstszym ułożeniu atomów. Struktury krystaliczne materiałów ceramicznych. Struktura i własności materiałów amorficznych i nanostrukturalnych. Defekty struktury krystalicznej. Monokryształy i polikryształy, Materiały jedno i wielofazowe. Granice rozdziału faz i ich właściwości. Polimorfizm. Anizotropia własności. Elementy i cechy morfologiczne mikrostruktury materiałów inżynierskich – podstawowe parametry stereologiczne mikrostruktury oraz ich wpływ na właściwości materiałów.

ĆWICZENIA: Parametry sieci krystalicznej, charakterystyka elementarnych komórek sieciowych - A1, A2, A3. Wskaźnikowanie kierunków i płaszczyzn sieciowych. Elementy mikrostruktury materiałów inżynierskich ze szczególnym uwzględnieniem stopów metali. Zależności między składem chemicznym, strukturą i właściwościami materiałów inżynierskich.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Dr hab. inż. Stanisław Pytel, prof. PK
Jednostka organizacyjna:	Instytut Inżynierii Materiałowej (M-2)

### **CI.2. Zjawiska strukturalne w materiałach**

KIERUNEK:	INŻYNIERIA MATERIAŁOWA		
Semestr – wymiar godzin; punkty:	II – W30, C15, L15;	2 pkt.	
	III – W30, C15, L30, E;	5 pkt.	

**WYKŁADY:** Zjawisko dyfuzji w materiałach metalowych – mechanizmy i prawa dyfuzji. Stany skupienia materii. Przemiany fazowe. Krystalizacja. Siły pędne zmian strukturalnych. Zarodkowanie homogeniczne i heterogeniczne. Wzrost kryształów podczas krzepnięcia. Krystalizacja stopów-segregacja składu chemicznego, struktura odlewu. Wykresy fazowe – reguła faz Gibbsa. Dwuskładnikowe wykresy fazowe – nieograniczona i ograniczona rozpuszczalność składników w stanie stałym, przemiana eutektyczna i eutektoidalna, przemiana perytektyczna. Właściwości stopów dwuskładnikowych. Wykres fazowy Fe-C. Wieloskładnikowe wykresy fazowe. Techniczne znaczenie wykresów równowagi fazowej. Przemiany fazowe w stanie stałym. Zarodkowanie i wzrost kryształów aktywowane cieplnie. Podstawy teoretyczne obróbki cieplnej stopów metali – przemiany dyfuzyjne i bezdyfuzyjne, wykres CTP, mechanizm przemiany bainitycznej i martenzytycznej. Zjawiska strukturalne zachodzące w materiałach metalowych w wyniku oddziaływania energii mechanicznej – sprężystość i plastyczność. mechanizmy odkształcenia plastycznego, strukturalne aspekty umocnienia, zależność Halla-Petcha. Wpływ prędkości i temperatury odkształcania na mechaniczne właściwości materiałów. Dekohezja tworzyw konstrukcyjnych. Strukturalne aspekty naruszenia spójności tworzyw o budowie jedno- lub wielofazowej – mikromechanizmy pęknięcia w zależności od morfologii struktury, stanu naprężeń, prędkości odkształcania oraz temperatury. Warunki pracy i mechanizmy zużycia i dekohezji materiałów – zmęczenie, pełzanie, zużycie trybologiczne i korozyjne.

**ĆWICZENIA:** Zastosowanie praw dyfuzji. Analiza fazowa i strukturalna układów równowagi fazowej stopów dwuskładnikowych – reguła faz i dźwigni, roztwory stałe nieograniczone, całkowity brak rozpuszczalności w stanie stałym, ograniczona rozpuszczalność w stanie stałym z przemianą eutektyczną, ograniczona rozpuszczalność w stanie stałym z przemianą perytektyczną, ograniczona zmienna rozpuszczalność w stanie stałym, układy równowagi ze związkiem chemicznym, układy równowagi z fazami międzymetalicznymi, ograniczona rozpuszczalność w stanie ciekłym, przemiany w stanie stałym. Układy równowagi fazowej stopów trójskładnikowych. Układ żelazo-cementyt. Konstrukcja i zastosowanie wykresów CTP. Podstawowe definicje właściwości materiałów inżynierskich. Zasady doboru materiałów w projektowaniu inżynierskim uwzględniające ich właściwości fizykochemiczne, technologiczne oraz ekonomiczne.

**LABORATORIA:** Badania własności mechanicznych-statyczna próba rozciągania, pomiary twardości badania udarności. Ocena parametrów stereologicznych fazowej budowy stopów metali. Wpływ wielkości ziarna na granicę plastyczności metali równanie Halla-Petcha. Krystalizacja metali i stopów – analiza termiczna stopów dwuskładnikowych krzywe ostygania, metoda różnicowa analizy termicznej. Rodzaje faz w stopach dwuskładnikowych. Badania fraktograficzne materiałów inżynierskich – klasyfikacja i cechy charakterystyczne przełomów o zróżnicowanej topografii. Badania mikroskopowe mikrostruktury bainitycznej i martenzytycznej w stalach. Badania wybranych właściwości fizyko-chemicznych materiałów konstrukcyjnych. Badania zjawiska rekrytalizacji w metalach oraz stopach. Badania właściwości struktur wielofazowych. Badania mikroskopowe materiałów metalowych poddawanych konwencjonalnej lub rekrytalizującej obróbce cieplno-plastycznej.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Dr hab. inż. Stanisław Pytel, prof. PK
Jednostka organizacyjna:	Instytut Inżynierii Materiałowej (M-2)

## C2. Materiały inżynierskie

KIERUNEK:	INŻYNIERIA MATERIAŁOWA		
Semestr – wymiar godzin; punkty:	III – W30, C15, L30, E;	6	pkt.
	IV – W30, C15, L30, E;	7	pkt.
	V – W15, C15, L30, E;	2	pkt.

WYKŁADY: Podstawowe grupy materiałów inżynierskich oraz technologie kształtowania Struktura i własności stali niestopowych (konstrukcyjnych, maszynowych i na urządzenia ciśnieniowe), niskowęglowych (do obróbki plastycznej na zimno) i narzędziowych. Rola domieszek, zanieczyszczeń i wtrąceń niemetalicznych w stalach niestopowych oraz pierwiastków stopowych w stalach stopowych. Stale stopowe – konstrukcyjne, maszynowe, na urządzenia ciśnieniowe, na elementy łożysk tocznych, do pracy w podwyższonej temperaturze, żaroodporne, żarowytrzymałe, zaworowe, odporne na korozję i ścieranie, do pracy w obniżonej temperaturze, o szczególnych właściwościach magnetycznych oraz stosowane na narzędzia szybkoobrotowe do pracy na gorąco i na zimno. Nadstopy i stopy wysokożarowytrzymałe. Odlewnicze stopy żelaza - staliwa i żeliwa niestopowe i stopowe. Metale nieżelazne i ich stopy. Metale: lekkie, ciężkie, trudno topliwe, szlachetne, rzadkie, alkaliczne i ziem alkalicznych. Materiały ceramiczne. Ceramika inżynierska i porowata. Cermetale inżynierskie. Materiały ceramiczne o specjalnych zastosowaniach. Szkła i ceramika szklana. Materiały węglowe. Fullereny i nanorurki węglowe. Materiały spiekane i wytwarzane metodami metalurgii proszków. Spiekane i supertwarde materiały narzędziowe. Materiały polimerowe. Materiały kompozytowe o osnowie polimerowej, metalowej, ceramicznej i węglowej oraz warstwowe. Materiały: funkcjonalne, przewodzące prąd elektryczny, półprzewodnikowe, nadprzewodzące, o szczególnych właściwościach magnetycznych oraz stosowane w optyce i optoelektronice, fotonice i elektronice. Intermetaliki. Stopy metali o małej rozszerzalności cieplnej. Materiały: porowate, amorficzne i nanostrukturalne. Inżynierskie materiały inteligentne, w tym stosowane w systemach mikro- i nanoelektromechanicznych. Materiały biomedyczne. Znaczenie materiałów inżynierskich w postępie cywilizacyjnym. Perspektywy zastosowań materiałów inżynierskich; oceny uwarunkowań ekonomicznych stosowania różnych materiałów inżynierskich.

CWICZENIA: Klasyfikacja i oznaczania podstawowych grup materiałów inżynierskich ( stopów metali, ceramiki inżynierskiej, materiałów polimerowych, kompozytów). Zasady doboru materiałów inżynierskich przy wytwarzaniu produktów technicznych. Zadania w zakresie porównywania własności technologicznych oraz użytkowych podstawowych rodzajów materiałów inżynierskich. Ekonomiczne oraz ekologiczne aspekty zastosowania materiałów inżynierskich w wytwarzaniu produktów.

LABORATORIA: Badania mikrostruktury i właściwości: stali niestopowych, surówek i żeliw, konstrukcyjnych stali stopowych, narzędziowych stali stopowych, stopów metali nieżelaznych, stali o polepszonej skrawalności, stopów łożyskowych, stali konstrukcyjnych do pracy w obniżonej temperaturze, stali konstrukcyjnych do pracy w podwyższonej temperaturze, stali i stopów o szczególnych właściwościach, materiałów ceramicznych, cermetali inżynierskich, materiałów ceramicznych o specjalnych zastosowaniach. Szkła i ceramiki szklanej, materiałów spiekanych i wytwarzanych metodami metalurgii proszków, spiekanych materiałów narzędziowych. Identyfikacja materiałów polimerowych. Własności użytkowe polimerów: Odporność materiałów niemetalowych na zużycie. Udarność materiałów polimerowych, Sprężystość i sztywność tworzyw w próbie zginania. Starzenie i wodochłonność polimerów, oznaczanie gęstości. Podstawowe własności mechaniczne materiałów i kompozytów polimerowych: Własności polimerów przy quasistatycznym rozciąganiu, Wyznaczanie energii dyssypacji z pętli histerezy mechanicznej. Oznaczanie właściwości cieplnych - próba Vicata, Wulkanizacja i lepkość mieszanek gumowych. Zmęczenie i właściwości dynamiczne materiałów polimerowych. Połączenia nierozłączne tworzyw sztucznych. Klejenie. Wytrzymałość połączeń klejowych. Spajanie polimerów. Struktura materiałów polimerowych i kompozytów.

Osoba odpowiedzialna przedmiot:	Dr hab. inż. Stanisław Pytel, prof. PK
Jednostka organizacyjna:	Instytut Inżynierii Materiałowej (M-2)

### **C3. Komputerowe wspomaganie projektowania materiałów**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA  
Semestr – wymiar godzin; punkty: VI — W30, P15, Lk15; 6 pkt.

WYKŁADY: Znaczenie i waga materiałów w projektowaniu inżynierskim; podstawowe definicje i różnice pomiędzy projektowaniem i doбором materiałów; zagadnienia optymalizacji. Czynniki decydujące o doborze materiałów inżynierskich. Kształtowanie struktury i własności metali i stopów. Kształtowanie struktury i własności tworzyw ceramicznych, polimerów i materiałów kompozytowych. Materiały specjalne (węglowe, biomateriały, dla elektroniki i optyki), materiały funkcjonalne, płyny elektro- i magneto-reologiczne – klasyfikacja cech istotnych w procesie projektowania. Przegląd systemów komputerowych stosowanych w projektowaniu materiałów.

PROJEKTY: Wyznaczanie naprężeń resztkowych w procesie wytwarzania płyt kompozytowych metodą RTM (Resin Transfer Moulding). Wykorzystanie pakietu numerycznego Mathcad. Samodzielna praca studentów przy stanowiskach komputerowych. Indywidualne zadania projektowe dla studentów. Budowa sieci neuronowych w problemach prognozowania własności mechanicznych stali konstrukcyjnych. Wykorzystanie pakietów numerycznych do budowy sieci neuronowych. Samodzielna praca studentów przy stanowiskach komputerowych. Indywidualne zadania projektowe dla studentów dotyczące prognozowania twardości stali, temperatur  $A_{c1}$ ,  $A_{c3}$ , temperatury początku przemiany martenzytycznej. Zastosowanie pakietu MES ABAQUS do analizy procesów wytłaczania. Samodzielna praca studentów przy stanowiskach komputerowych. Indywidualne zadania projektowe dla studentów

LABORATORIA : Samodzielne wykonanie przez studentów próbek z MK o różnej konfiguracji i udziale objętościowym umocnienia. Przeprowadzenie badań wytrzymałościowych na rozciąganie i ściskanie. Porównanie z wynikami obliczeń. Wyznaczenie numeryczne krzywych zniszczenia typu FPF dla różnych konfiguracji.

Osoba odpowiedzialna przedmiot:	Prof. dr hab. inż. Aleksander Muc
Jednostka organizacyjna:	Instytut Konstrukcji Maszyn (M-3)

### **C4. Metodyka badania materiałów**

#### **C4.1. Badania struktury materiałów**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA  
Semestr – wymiar godzin; punkty: II — W30, C15, L30, E; 6 pkt.

WYKŁADY: Podstawowe pojęcia ilościowego opisu mikrostruktury materiałów. Istota metod stereologicznych. Badanie udziału objętościowego, powierzchni właściwej oraz liczebności cząstek. Zliczanie obiektów na płaszczyźnie oraz ocena długości linii. Estymacja rozkładów wielkości elementów strukturalnych. Podstawowe elementy oceny statystycznej wyników badań strukturalnych. Przygotowanie próbek do badań ilościowych. Automatyzacja pomiarów – sprzęt i oprogramowanie do analizy struktury. Cyfrowa rejestracja struktury. Podstawowe filtry i przekształcenia używane w badaniach struktury materiałów. Możliwości i ograniczenia metod analizy obrazu. Normalizacja manualnych oraz automatycznych metod ilościowej oceny struktury materiałów. Mikroskopia elektronowa: Techniki badawcze wykorzystujące wiązkę elektronów. Budowa mikroskopów elektronowych. Podstawy optyki elektronowej. Powstawanie obrazu w mikroskopach elektronowych. Mikroskop transmisyjny – obraz w jasnym i ciemnym polu widzenia, kontrast dyfrakcyjny i fazowy. Zasady dyfrakcyjne powstawania obrazu w mikroskopie, zdolność rozdzielcza mikroskopu. Zastosowanie metod skaningowej mikroskopii elektronowej w badaniach materiałów inżynierskich. Mikroanalizator rentgenowski: widma promieniowania rentgenowskiego, mikroanaliza składu chemicznego. Dyfraktometr rentgenowski – budowa i zastosowanie, jakościowa i ilościowa analiza fazowa, precyzyjny pomiar stałych sieciowych, zasady określenia tekstury .

ĆWICZENIA: Przykłady zastosowania parametrów stereologicznych do ilościowej oceny stopów technicznych. Ocena błędów metody i porównywalność wyników stereologicznych. Porównanie metod jakościowych i ilościowych w badaniach strukturalnych. Związki parametrów stereologicznych struktury oraz jej własności. Przykłady innych metod ilościowego badania struktury: fraktografia ilościowa, mikroanaliza rentgenowska, badania dyfrakcyjne.



LABORATORIA: Ocena rozkładu wielkości ziaren w stopie jednofazowym. Ocena stopnia zanieczyszczenia stali wtrąceniami niemetalicznymi. Rozkłady kształtu i wielkości wydzieleni fazy rozproszonej w materiałach metalowych. Ocena porowatości materiałów spiekanych. Przygotowanie preparatów do badania metali przy zastosowaniu transmisyjnego mikroskopu elektronowego. Badania fraktograficzne przy zastosowaniu skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM). Metody ilościowe mikroanalizy rentgenowskiej. Badania fazowej budowy materiałów i składu chemicznego faz metodą EDS. Jakościowa analiza fazowa substancji jednofazowej za pomocą dyfraktometru rentgenowskiego. Jakościowa analiza fazowa substancji wielofazowej za pomocą dyfraktometru rentgenowskiego. Określenie ilości austenitu szczątkowego w zahartowanej stali za pomocą dyfraktometru rentgenowskiego jako przykład ilościowej analizy fazowej. Wykorzystanie metody dyfraktometrycznej do określenia tetragonalności martenzytu w zahartowanej stali konstrukcyjnej. Precyzyjny pomiar parametrów sieci krystalograficznej za pomocą dyfraktometru rentgenowskiego. Pomiar makronaprężeń za pomocą dyfraktometru rentgenowskiego.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Dr hab. inż. Stanisław Pytel, prof.PK
Jednostka organizacyjna:	Instytut Inżynierii Materiałowej (M-2)

#### **C4.2. Badania własności materiałów**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: III – W30, C15, L30; 6 pkt.

WYKŁADY: Badania własności mechanicznych materiałów inżynierskich. Badanie zmęczeniowe w warunkach pełzania, korozji i zużycia trybologicznego. Analiza cieplna materiałów. Metody badania materiałów oparte o pomiary rezystywności elektrycznej, właściwości magnetycznych, akustycznych i tarcia wewnętrznego. Spektroskopia efektu Moesbauera i anihilacji pozytonów. Neutronografia. Stosowanie promieniowania synchrotronowego do badania materiałów. Badania ciągliwości metodami doświadczalnej mechaniki pękania. Metodyka badania cienkich powłok i powłok. Próby technologiczne i odbiorcze materiałów. Ogólna charakterystyka właściwości trybologicznych materiałów. Zasady doboru materiałów pracujących w warunkach tarcia. Badania nieniszczące materiałów inżynierskich. Charakterystyka stanowisk badawczych i ich oprzyrządowania do badania własności materiałów.

ĆWICZENIA: Przykłady zastosowania parametrów doświadczalnej mechaniki pękania do obliczeń konstrukcyjnych. Ocena właściwości mechanicznych stopów metali na podstawie wyników z prób konwencjonalnych i na podstawie małoinwazyjnej metody SPT. Analiza wyników badań dylatometrycznych. Przykłady zastosowań wyników prób technologicznych. Analiza właściwości wytrzymałościowych oraz odporności na pęknięcie materiałów po wieloletniej eksploatacji oraz po procesie rewitalizacji. Zasady opracowania warunków technicznych wytwarzania i odbioru. Opracowanie badań nieniszczących dla wskazanej grupy wyrobów hutniczych i odlewów lub zespołu spawanego

LABORATORIA: Zastosowanie badań dylatometrycznych do wyznaczania temperatury przemian fazowych w stopach metali oraz wartości współczynnika rozszerzalności cieplnej. Badania materiałów na pełzanie. Badania zmęczenia cieplnego materiałów. Badania mikroskopowe materiałów w stanie dostawy oraz po wieloletniej eksploatacji. Badania korozji naprężeniowej. Metody badań korozji naprężeniowej. Badania fraktograficzne przy zastosowaniu skaningowej mikroskopii elektronowej. Identyfikacja oraz klasyfikacja przełomów materiałów inżynierskich. Metody badań proszków. Określanie powierzchni właściwej metodą przepuszczalności. Badania prasowalności. Metody badań połączeń spawanych oraz odkuwek. Badania wizualne, penetracyjne, magnetyczno-proszkowe, ultradźwiękowe i radiograficzne.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Dr inż. Józef Kłaput
Jednostka organizacyjna:	Instytut Inżynierii Materiałowej (M-2)

## **C5. Technologie procesów materiałowych**

### **C5.1. Technologie wytwarzania materiałów**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: IV – W45, L45, E; 7 pkt.

**WYKŁADY:** Ogólna charakterystyka technologii odlewów. Charakterystyka surowców i materiałów niemetalowych. Surowce podstawowe i pomocnicze materiały formierskie. Ocena, badania jakości i zakres stosowania podstawowych i pomocniczych materiałów formierskich i surowców. Surowce i materiały do produkcji narzędzi i przyrządów formierskich. Metody oceny i badań jakości surowców i materiałów do produkcji narzędzi i przyrządów formierskich. Zasady wykorzystania własności surowców i materiałów niemetalowych przy ich doborze do wytwarzania form odlewniczych. Charakterystyka własności i zakres zastosowania materiałów metalowych do wytwarzania form, narzędzi i przyrządów formierskich. Metalurgia oraz surowce do produkcji materiałów wsadowych, dodatków stopowych modyfikujących i rafinujących. Charakterystyka własności i metody badania jakości materiałów wsadowych, modyfikujących i rafinujących. Metalurgia tworzyw odlewniczych i ich własności. Podział i ogólna charakterystyka tworzyw odlewniczych. Własności, metody badań jakości i zakres zastosowania odlewniczych stopów żelaza z węglem. Własności, metody badań jakości i zakres zastosowania odlewniczych stopów metali nieżelaznych. Zasady wykorzystania specyficznych własności stopów odlewniczych w projektowaniu konstrukcji odlewów. Metody wytwarzania proszków metali. Mechaniczne metody wytwarzania proszków metali ze stanu stałego, ciekłego. Specjalne metody wytwarzania proszków metali. Właściwości chemiczne, fizyczne i technologiczne proszków. Przygotowanie proszków do prasowania. Zjawiska występujące podczas prasowania. Czynniki wpływające na gęstość wyprasek. Ciśnienie wypychania, rozprężenie wyprasek. Rozkład gęstości w wypraskach. Technologie formowania proszków, prasowanie w sztywnych matrycach, zagęszczanie wibracyjne, izostaticzne i wysokociśnieniowe, wyciskanie past proszkowych, kształtowanie wtryskowe, prasowanie dynamiczne i wybuchowe, natryskiwanie. Urządzenia do prasowania i zasady projektowania matryc. Teoretyczne podstawy procesów spiekania kształtek w fazie stałej i w fazie ciekłej. Aktywowane spiekanie. Atmosfery i piece wykorzystywane w technologii spieków. Infiltracja. Wytwarzanie spieków o specjalnych właściwościach. Metody badań właściwości spiekanych materiałów.

**LABORATORIA:** Wprowadzenie, program i zakres zajęć laboratoryjnych, warunki zaliczania. Badania i ocena jakości podstawowych i pomocniczych materiałów formierskich i rdzeniowych. Badania i ocena jakości mas formierskich i rdzeniowych. Metody wykorzystania własności drewna do konstrukcji modeli rdzennic odlewniczych. Projekt i wykonanie modeli i rdzennic. Zaprojektowanie i wykonanie formy odlewniczej. Topienie i kontrola jakości tworzyw odlewniczych w procesie kształtowania odlewu, jego struktury i własności. Badania wybranych, użytkowych własności odlewów. Badania jakości warstwy wierzchniej odlewów. Badanie wybranych właściwości fizycznych i technologicznych proszków (oznaczenie metodą analizy sitowej ziarnistości proszku, oznaczenie sypkości i gęstości nasypowej proszków wytworzonych różnymi metodami oraz oznaczenie kształtu wybranych cząstek proszku). Projektowanie narzędzi do prasowania (dobór warunków prasowania, projekt matrycy i stempli, dobór oprzyrządowania do prasowania). Prasowanie proszków (prasowanie kształtek z różnych mieszanek przy różnych ciśnieniach prasowania, oznaczenie gęstości i spoistości wyprasek). Spiekanie w fazie stałej i w fazie ciekłej mieszanek Fe-Cu. Badania właściwości spieków. Projektowanie właściwości wyrobów z proszków metali z uwzględnieniem programu firmy Höganäs.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Prof. dr hab. inż. Jan Kazior
Jednostka organizacyjna:	Instytut Inżynierii Materiałowej (M-2)

### **C5.2. Technologie przetwórstwa materiałów**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA  
Semestr – wymiar godzin; punkty: V – W30, L30, E; 7 pkt.  
VI – W30, L45, E; 7 pkt.

WYKŁADY: Ogólna charakterystyka obróbki plastycznej. Kształtowane materiały i wyroby. Zjawiska towarzyszące odkształceniom plastycznym. Warunki termodynamiczne procesów. Odkształcenia graniczne i dekohezja. Tarcie w procesach obróbki plastycznej. Przegląd technologii: procesy walcowania, ciągnięcia, wyciskania, kucia, tłoczenia, wyoblania i zgniatania obrotowego, nagniatania. Kształtowanie plastyczne materiałów spiekanych i rozdrobnionych. Podstawy fizyczne i rodzaje procesów spajania. Metody łączenia i cięcia metali. Budowa złącza spawanego. Spawanie gazowe i cięcie tlenowe. Spawanie łukowe elektrodami otulonymi. Spawanie w osłonach gazów. Metody MIG, MAG i TIG. Napawanie regeneracyjne i technologiczne. Zgrzewanie elektryczne oporowe. Zgrzewanie tarciove. Specjalne metody zgrzewania. Materiały dodatkowe do spawania i napawania. Cele obróbki cieplnej. Podstawowe operacje, zabiegi i czynności w obróbce cieplnej. Czynniki wpływające na szybkość grzania. Piece, ośrodki grzejne i atmosfery ochronne. Mechanizm oziębiania w cieczech. Czynniki wpływające na szybkość chłodzenia. Naprężenia ostateczne i odkształcenia w obróbce cieplnej. Technologiczność konstrukcji wyrobów obrabianych cieplnie. Technologie wyżarzania, hartowania, odpuszczania, utwardzania cieplnego. Przemiany stanów, cechy reologiczne i zjawiska fizyczne występujące podczas przetwarzania polimerów. Uplastycznianie polimerów. Przegląd metod przetwórstwa polimerów: wytłaczanie, wtryskiwanie, termoformowanie próżniowe i mechaniczne. Laminowanie kompozytów polimerowych. Wytwarzanie preimpregnatów kompozytowych. Prasowanie tłoczy i kompozytów polimerowych. Wpływ warunków przetwórstwa polimerów na własności otrzymywanych wyrobów. Technologia ceramiczna (dla ceramiki tradycyjnej i technicznej). Przygotowanie surowców ceramicznych (surowce ceramiczne – systematyka, przetwarzanie surowców ceramicznych, sposoby przygotowania surowców w zależności od właściwości surowca, np. rozdrabnianie, uszlachetnianie itd.). Przygotowanie mas ceramicznych (podział mas ceramicznych, właściwości mas ceramicznych). Formowanie z mas ceramicznych (systematyka metod formowania w zależności od: własności reologicznych mas ceramicznych, geometrii wytwarzanej części ceramicznej). Suszenie (problematyka procesu suszenia kształtek ceramicznych, metody suszenia). Wypalanie/Spiekanie (przemiany zachodzące w materiałach ceramicznych w trakcie procesu wysokotemperaturowego, aspekt termodynamiczny procesu wypalania materiałów ceramicznych, podstawowe parametry procesu wypalanie/spiekanie, cykl wypalania tradycyjnych materiałów ceramicznych, spiekanie zaawansowanych materiałów ceramicznych, jednoskładnikowe oraz wybrane pseudopodwójne układy równowagi fazowej – interpretacja). Obróbka końcowa wyrobów ceramicznych (kształtowo-wymiarowa, łączenie i uszlachetnianie).

LABORATORIA: Badania materiałów do obróbki plastycznej: wyznaczenie krzywej wzmocnienia i współczynników anizotropii. Badania technologiczne. Badania procesów tłoczenia. Badania procesów wyciskania i kucia matrycowego. Zagrożenia występujące przy spawaniu. Spawanie łukowe ręczne elektrodami otulonymi. Spawanie w osłonach gazów. Instrukcja technologiczna spawania. Badanie złącz spawanych. Spawalność stali – wyznaczenie wskaźników spawalności, próby warsztatowe. Badanie hartowności stali. Badanie odkształceń części stalowych obrabianych cieplnie. Badanie wpływu wielkości ziarna na udarność stali. Formowanie polimeryzacyjne elementów z tworzyw sztucznych. Wytłaczanie profili z tworzyw sztucznych. Wtryskiwanie kształtek z termoplastów. Badania własności gumy.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Dr hab. inż. Stanisław Okoński, prof. PK
Jednostka organizacyjna:	Instytut Inżynierii Materiałowej (M-2)

## **C6. Mechanika i wytrzymałość materiałów**

### **C6.1. Podstawy mechaniki**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: I – W15, C15; 2 pkt.

WYKŁADY: Aksjomaty statyki, więzy i rodzaje. Redukcja dowolnego przestrzennego układu sił. Warunki równowagi, środek sił równoległych. Równowaga układów z tarcie, kinematyka punktu we współrzędnych kartezjańskich i krzywoliniowych, przyspieszenie styczne i normalne. Ruch obrotowy i płaski bryły, ruch złożony punktu. Podstawowe prawa mechaniki, zasada pędu, zasada krętu, praca i moc siły zmiennej, zasada zachowania energii mechanicznej. Równania różniczkowe ruchu układu punktów materialnych, zasada ruchu źródła masy. Dynamika bryły w ruchu obrotowym, dynamika bryły w ruchu płaskim. Drgania układu o jednym stopniu swobody własne i wymuszone. Strata energii kinetycznej przy zderzeniu plastycznym.

ĆWICZENIA: Rozwiązywanie układów płaskich złożonych. Warunki równowagi układów przestrzennych. Przyspieszenie styczne i normalne punktu. Obliczanie prędkości i przyspieszeń w ruchu płaskim bryły. Praca i moc siły zmiennej, zasada zachowania energii, zasada ruchu środka masy. Dynamika bryły w ruchu obrotowym, reakcje dynamiczne.

Osoby odpowiedzialne za przedmiot:	Prof. dr hab. Józef Nizioł
Jednostka organizacyjna:	Instytut Mechaniki Stosowanej (M-1)

### **C6.2. Wytrzymałość materiałów**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: III – W30, C15, L15; 4 pkt.

WYKŁADY: Założenia klasycznej wytrzymałości materiałów. Definicja naprężenia, przemieszczenia, odkształcenia. Przykłady zagadnień jednowymiarowych wytrzymałości: ścięcie techniczne, skręcanie prętów kołowych, zginanie prętów prostych (hipotezy płaskich przekrojów dla skręcania i zginania – odkształcenia, naprężenia). Wyznaczanie przemieszczeń metodą całkowania równania różniczkowego linii ugięcia belki. Warunek wytrzymałości i sztywności. Energia odkształceń sprężystych rozciągania, skręcania, zginania. Twierdzenie Castigliano o energii sprężystej. Energetyczna metoda wyznaczania przemieszczeń w układach sprężystych (pręty, belki, ramy). Metoda superpozycji. Sprężyste zagadnienia statycznie niewyznaczalne (pręty belki, ramy). Podstawy klasycznej wytrzymałości złożonej: stan naprężenia i odkształcenia (zapis macierzowy), redukcja macierzy do kierunków głównych (pojęcie niezmienników). Obliczanie wartości głównych za pomocą równania kubicznego i kół Mohra. Warunki równowagi wewnętrznej, warunki brzegowe, związki przemieszczeń i odkształceń. Równania fizyczne materiału idealnie sprężystego Hooke'a (postać macierzowo-wektorowa), energia sprężystości. Wyteżenia materiału: wybrane hipotezy wyteżenia. Przykłady: zbiorniki cienkościenne, zginanie ze skręcaniem, zginanie ze ścinaniem, rurociągi grubościennne w stanie sprężystym, rurociągi wielowarstwowe, naprężenia termiczne. Podstawy obliczeń wytrzymałościowych nowoczesnych materiałów. Klasy symetrii materiałów konstrukcyjnych (ortotropia, poprzeczna izotropia, pełna izotropia). Przykłady prostych zagadnień sprężysto-kruchych: ograniczenie zakresu sprężystego, elementy mechaniki uszkodzeń i mechaniki pękania. Przykłady prostych zagadnień sprężysto-plastycznych: klasyczne podstawy idealnej plastyczności, zastosowanie do zginania belek i cylindrów grubościennych. Plastyczne przystosowanie, zniszczenie niskocyklowe. Modele wzmocnienia plastycznego. Przykłady zagadnień reologicznych: obliczenia dla modeli liniowo/lepkosprężystych (analogia sprężysto/lepkosprężysta).

ĆWICZENIA: Przykłady obliczeń wytrzymałościowych sprężystych zagadnień jednowymiarowych: ścięcie techniczne, skręcanie i zginanie prętów, ramy. Wyznaczanie przemieszczeń z równania różniczkowego linii ugięcia belki. Wyznaczanie przemieszczeń w układach sprężystych metodą energetyczną. Rozwiązywanie sprężystych zagadnień hiperstatycznych (układy prętowe, belki, ramy). Analiza złożonego stanu naprężenia i odkształcenia: wartości główne, koła Mohra, niezmienniki, warunki równowagi, warunki brzegowe, równania geometryczne, przykłady płaskiego stanu naprężenia i odkształcenia, stany jednoosiowe. Równania fizyczne materiału Hooke'a (zapis macierzowy), obliczanie energii sprężystości. Zastosowanie wybranych hipotez wyteżeniowych w analizie złożonych stanów naprężenia: zbiorniki ciśnieniowe, rurociągi, pręty zginane/skręcane, belki zginane/ścinane, obliczanie naprężeń termicznych.

Przykłady obliczeń wytrzymałościowych dla materiałów wykazujących ortotropię lub poprzeczną izotropię (żelazo, beton zbrojony, drewno, kompozyty kierunkowe). Przykłady prostych zagadnień mechaniki uszkodzeń i pęknięcia. Przykłady prostych zagadnień sprężysto-plastycznych (belki, zbiorniki, rurociągi), nośność sprężysta i graniczna, wzmocnienie plastyczne. Przykłady zagadnień reologicznych: obliczanie odkształceń przy stałym naprężeniu, relaksacja naprężeń przy stałym odkształceniu. Przykłady wyznaczania czasu zniszczenia, typu plastycznego i/lub kruchego.

LABORATORIA: Statyczna próba rozciągania metali: rodzaje próbek do badań, typowe wykresy rozciągania, podstawowe modele fizyczne ciał stałych, odkształcenia sprężyste i plastyczne, naprężenia charakteryzujące własności mechaniczne (wyrażna i umowna granice plastyczności, wytrzymałość na rozciąganie), wyznaczanie modułu Younga. Obserwacja powstawania i rozwoju stref plastycznych. Próba ściskania: pole naprężeń w ściskanej próbce, wytrzymałość na ściskanie. Wpływ temperatury na charakterystyki materiałów polimerowych w próbie rozciągania. Wpływ prędkości odkształcenia na charakterystyki materiałowe; badania udarowe, próba udarności metali i jej znaczenie dla oceny kruchości metali i kontroli procesów technologicznych. Badanie wytrzymałości zmęczeniowej metali: zjawisko zmęczenia materiałów, powstawanie i cechy złomu zmęczeniowego, metody badań wytrzymałości zmęczeniowej – wykres Wöhlera, wyznaczanie trwałej wytrzymałości zmęczeniowej metodą Lehra. Badanie własności reologicznych materiałów: podstawowe zjawiska reologiczne – pełzanie i relaksacja, wyznaczanie krzywych pełzania dla poliamidu, modele mechaniczne i dobór parametrów na podstawie krzywych pełzania. Weryfikacja doświadczalna teorii skręcania prętów o przekroju kołowo-symetrycznym; doświadczalna weryfikacja teorii zginania prętów prostych, wyznaczanie ugięć belki. Zastosowanie tensometrii elektrooporowej do pomiarów statycznych i dynamicznych w konstrukcjach oraz wyznaczanie naprężeń w jednoosiowym i płaskim stanie naprężenia.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	prof. zw. dr hab. inż. Jacek Skrzypek
Jednostka organizacyjna:	Instytut Mechaniki i Podstaw Konstrukcji Maszyn (M-1)

### C6.3. *Mechanika płynów*

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: IV – W15, C15; 3 pkt.

WYKŁADY: Podstawowe pojęcia i definicje, makroskopowe własności płynu. Siły działające na płyn. Ciśnienie hydrostatyczne. Równania równowagi płynu Eulera. Równowaga płynu w polu grawitacyjnym ziemskim. Kinematyka płynów: objętościowe i masowe natężenie przepływu płynu, równanie ciągłości. Dynamika płynu doskonałego. Różniczkowe równania ruchu płynu doskonałego Eulera. Równanie Bernoulli'ego i jego interpretacja fizyczna i geometryczna. Dynamika płynów rzeczywistych. Przepływy laminarne i turbulenty przez kanały zamknięte i otwarte. Równania Naviera-Stokesa. Podobieństwa zjawisk przepływowych. Prawo Hagen-Poiseuille'a. Opory przepływu – wykres Nikuradse. Równanie Bernoulli'ego dla strumienia cieczy rzeczywistej, straty lokalne.

ĆWICZENIA: Równania równowagi Eulera – całkowanie równań. Równowaga względna i bezwzględna w potencjalnym polu sił masowych. Napór cieczy na powierzchnie płaskie i zakrzywione. Wypór hydrostatyczny. Stateczność pływania ciał całkowicie zanurzonych w cieczy. Stateczność pływania ciał częściowo wynurzonych z cieczy – metacentrum. Jednowymiarowe przepływy płynu doskonałego. Zastosowania równania Bernoulli'ego. Wpływ cieczy ze zbiorników. Przepływy laminarne i turbulenty płynu rzeczywistego w kanałach zamkniętych i otwartych. Straty wywołane tarciem wewnętrznym. Straty miejscowe.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Prof. dr hab. inż. Zbigniew Matras
Jednostka organizacyjna:	Instytut Aparatury Przemysłowej i Energetyki (M-5)

## **C7. Projektowanie i grafika inżynierska**

### **C7.1. Grafika Inżynierska**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: I – W15, P45; 4 pkt.

**WYKŁADY:** Podstawy geometrii wykreślnej: Przestrzeń euklidesowa – pojęcia pierwotne, aksjomaty, definicje. Rzut równoległy i prostokątny – zasada rzutowania, niezmienniki rzutowania. Odwzorowanie przestrzeni w rzutach Monge’a. Rzutowanie prostokątne brył. Transformacja układu rzutni i jej zastosowania. Przekroje i przebicia wielościanów, stożka, walca. Przekroje brył w rzucie aksonometrycznym (w tym również – izometrycznym). Podstawy zapisu konstrukcji: Zasady rzutowania metodą europejską i amerykańską, rodzaje rysunków, formaty arkuszy rysunkowych, rodzaje linii i ich zastosowanie, widoki i przekroje – rodzaje przekrojów, oznaczanie przekrojów, widoki i przekroje przedmiotów symetrycznych. Gwinty – rodzaje, oznaczenia i przykładowe zastosowania. Zasady tworzenia rysunkowej dokumentacji technicznej. Wymiarowanie i tolerowanie wymiarów i kształtów. Oznaczanie cech i stanu powierzchni elementów. Tworzenie rysunków wykonawczych i złożeniowych. Korzystanie z norm: PN, EN i DIN.

**PROJEKTY:** Płaskie konstrukcje geometryczne. Rzutowanie prostokątne brył. Określanie widoczności w rzutach. Metoda transformacji układu rzutni i jej zastosowania. Przekroje i przebicia wielościanów. Przenikanie brył obrotowych o osiach przecinających się. Przekroje brył w rzucie aksonometrycznym (w tym również - izometrycznym).

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	prof. dr hab. inż. Stanisław Michałowski
Jednostka organizacyjna:	Instytut Konstrukcji Maszyn (M-3)

### **C7.2. Podstawy Konstrukcji Maszyn**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: IV – W30, P15, Lk15; 4 pkt.

**WYKŁADY:** Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawowymi pojęciami i definicjami z zakresu podstaw konstrukcji maszyn oraz z wpływem doboru materiałów na projektowane maszyny i urządzenia. Podstawowe pojęcia i definicje; zasady konstruowania; przykłady zagadnień optymalizacji w PKM; dobór i projektowanie materiałów konstrukcyjnych – ich wpływ na konstrukcje; rodzaje obciążeń; współczynniki bezpieczeństwa; wytrzymałość statyczna i zmęczeniowa; degradacja wytrzymałości i sztywności dla obciążeń cyklicznych; wykresy: Wohlera, Smitha i Haigha; koncentracja naprężeń; tolerancje, pasowania i chropowatość; obliczenia wałów i osi – zagadnienia statyczne i dynamiczne, dobór materiału; tarcie – rodzaje teorii, wpływ różnorodnych czynników na wartości współczynnika tarcia; łożyska ślizgowe i toczne – wady, zalety, rozwiązania konstrukcyjne, rodzaje materiałów; połączenia rozłączne i nierozłączne: śrubowe, spawane, zgrzewane, klejone, sprężyste – wady, zalety, obliczenia, dobór materiału; hamulce – podział, obliczenia, dobór materiału; sprzęgła – klasyfikacja, sposoby doboru i obliczeń; przekładnie zębate – podział, sposoby obliczeń, stosowane materiały; przekładnie pasowe; zużycie elementów maszyn – wpływ na własności mechaniczne; wpływ technologii na możliwości projektowania maszyn i urządzeń – naprężenia resztkowe, kształt konstrukcji; nanomechanika, nanotrybologia, nanomaszyny i nanourządzenia – przykłady i perspektywy zastosowań.

**PROJEKTY:** Przewidywane jest samodzielne wykonanie projektu jednostopniowej stożkowej przekładni zębatej wykonanej z tworzyw sztucznych. Celem projektu jest zapoznanie studentów z możliwością stosowania innych materiałów niż klasyczne (stal) do wytwarzania przekładni. Dokonywane jest porównanie trwałości, zużycia i wytrzymałości tworzyw sztucznych i stali oraz określany jest wpływ tych parametrów na wielkość przekładni (moduł nominalny). Każdy ze studentów otrzymuje indywidualne tematy i w ramach tych projektów wykonuje obliczenia komputerowe, rysunki wykonawcze i złożeniowe w Autocadzie.

LABORATORIA : Przeprowadzenie obliczeń numerycznych poziomych zbiorników ciśnieniowych wykonanych materiałów kompozytowych. Wyjaśnienie kwestii wpływu konfiguracji laminatu tworzącego ściankę zbiornika na jego grubość. Obliczenia przeprowadzone są w oparciu o programy numeryczne opisane w pracy: A. Muc „Projektowanie kompozytowych zbiorników ciśnieniowych”, Wydawnictwo Politechnika Krakowska, Kraków 1999. Wykonanie rysunków elementów zbiornika (króćce) w Autocadzie. Każdy ze studentów otrzymuje indywidualne tematy i wykonuje obliczenia komputerowe i rysunki.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	prof. dr hab. inż. Aleksander Muc
Jednostka organizacyjna:	Instytut Konstrukcji Maszyn (M-3)

### **C7.3. Podstawy eksploatacji maszyn i materiałów**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: VI – W15, P15; 2 pkt.

WYKŁADY: Podstawowe definicje, klasyfikacje i kierunki rozwoju eksploatacji. Systemy eksploatacji maszyn i pojazdów: system sterowania eksploatacji, system realizowania eksploatacji, system decyzyjno-planistyczny, system ewidencyjno-sprawozdawczy, system użytkowania pojazdów, system obsługi pojazdów. Eksploatacja środków transportu: zarządzanie, organizacja, użytkowanie, utrzymanie. Modele eksploatacji: cybernetyczny, prakseologiczny, trójstanowy, metoda Nadlera. Fazy istnienia maszyn i pojazdów: faza wartościowania, faza projektowania i konstruowania, faza wytwarzania, faza eksploatacji. Prognozowanie trwałości eksploatacyjnej maszyn. Analiza ekonomiczna eksploatacji: podstawowe miary eksploatacji, efektywność eksploatacji. Analiza kosztów: rentowność eksploatacji. Okresy eksploatacji: fizyczny, ekonomiczny, optymalny. Cykle międzypoprządkowe; sztywne, elastyczne. Powstawanie i redukcja hałasu w eksploatacji maszyn i pojazdów. Wspomaganie komputerowe badań jakości eksploatacji: wykresy sieciowe, spektroskopia w podczerwieni, atomowa spektrometria absorbcyjna, monitoring zużycia elementów maszyn. Prognozowanie intensywności zużycia elementów maszyn i pojazdów. Środki smarne – systemy smarownicze.

PROJEKTY: Model cybernetyczny systemu eksploatacji. Tworzenie lokalnej bazy danych. Budowa przykładowych modeli zarządzania systemem eksploatacji. System informacyjny w eksploatacji. Wiodące procesy zużycia elementów maszyn

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	dr hab. inż. Paweł Piec, prof. PK
Jednostka organizacyjna:	Instytut Pojazdów Szynowych (M-8)

### **C8. Elektrotechnika i elektronika**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: V – W15; L15; 2 pkt.

VI – W15, L15; 2 pkt.

WYKŁADY: Obwody elektryczne prądu stałego. Pole elektryczne i magnetyczne. Rozwiązywanie liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego. Prądy zmienne, pojęcia podstawowe, metoda symboliczna, wykresy wskazowe. Pomiar mocy i energii w obwodach jednofazowych. Obwody elektryczne zawierające elementy R, L, C. Rezonans elektryczny napięć i prądów. Własności magnetyczne ciał. Obwody z elementami sprzężonymi magnetycznie. Transformator. Układy trójfazowe - trójprzewodowe i czteroprzewodowe. Pomiar mocy w układach trójfazowych. Kompensacja mocy biernej. Układy prostownikowe: prostowniki jednofazowe i trójfazowe. Komutatorowe maszyny elektryczne prądu stałego. Maszyny synchroniczne. Silniki asynchroniczne: klatkowe i pierścieniowe. Silniki krokowe. Metody regulacji prędkości obrotowej silników prądu stałego i przemiennego. Zastosowanie materiałów w elektronice (półprzewodniki samoistne i domieszkowane). Zasada działania i charakterystyki przyrządów półprzewodnikowych: diod oraz tranzystorów i tyrystorów. Wzmacniacz tranzystorowy w układzie OE, OC, OB oraz wzmacniacz różnicowy. Wzmacniacze mocy klasy A, B, C. Sprzężenie zwrotne: rodzaje, przykłady zastosowań. Wzmacniacz operacyjny: zasada działania, parametry, zastosowanie w układach liniowych i nieliniowych. Generatory przebiegów sinusoidalnych (RC, LC i kwarcowe) oraz niesinusoidalnych. Przykłady realizacji generatorów, generator funkcyjny. Zastosowanie zaworów elektrycznych w energoelektronice, układy prostowników sterowanych. Stabilizatory napięcia i prądu. Wybrane półprzewodnikowe układy cyfrowe: bramki, realizacja funkcji logicznych, podstawowe prawa algebry Boola, realizacja i minimalizacja funkcji logicznych, przerzutniki.

Cyfrowe bloki funkcjonalne: liczniki, kodery, dekodery, multipleksery, demultipleksery, przetworniki A/C i C/A. Technika mikroprocesorowa: architektura mikrokomputera jednokładowego – pamięć ROM, RAM, porty wejścia-wyjścia, timery. Programatory.

LABORATORIA: Pomiar podstawowych parametrów elektrycznych: R, L, C różnymi metodami. Badanie transformatora 1-fazowego. Pomiar mocy czynnej, biernej i pozornej w układach 1- i 3-fazowych oraz kompensacja mocy biernej. Układy prostownikowe 1- i 3-fazowe. Badania silnika i prądnicy prądu stałego z komutatorem elektromechanicznym. Pomiar charakterystyk krzemowych elementów elektronicznych: diod, tranzystorów i tyrystora. Parametry i zastosowanie wzmacniacza operacyjnego w układach liniowych i nieliniowych. Symulacja układów analogowych i cyfrowych w środowisku LabVIEW: wzmacniacz tranzystorowy, podstawowe elementy cyfrowe, przerzutniki, cyfrowe bloki funkcjonalne. Badanie podstawowych układów energoelektronicznych. Sterownik mikroprocesorowy: architektura mikrokomputera jednokładowego, odczyt i programowanie stanu portów, pomiar sygnałów analogowych za pomocą mikrokontrolera, sterowanie silnikiem krokowym i silnikiem prądu stałego.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot: dr hab. inż. Józef Struski, prof. PK  
Jednostka organizacyjna: Instytut Pojazdów Samochodowych i Silników Spalinowych (M-4)

## C9. *Termodynamika techniczna*

### C9.1. *Podstawy Termodynamiki*

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: II – W15, C15; 2 pkt.

WYKŁADY: Pojęcia podstawowe termodynamiki: układ, otoczenie, osłona bilansowa. Stan układu: parametry stanu, równanie stanu w postaci ogólnej, zerowa zasada termodynamiki. Przemiana termodynamiczna. Praca bezwzględna, techniczna i użyteczna przemiany. Ciepło przemiany, ciepło właściwe. I zasada termodynamiki. Funkcje stanu układu określające energię substancji: energia wewnętrzna, entalpia. Pojęcie entropii. II zasada termodynamiki. Stan gazu doskonałego: równanie stanu i równania kaloryczne. Przemiany fazowe substancji prostych. Punkt potrójny i krytyczny. Energia przemian fazowych. Równania stanu i kaloryczne dla różnych stanów skupienia. Roztwory gazu doskonałego. Prawo Leduca i Daltona. Parametry i funkcje stanu roztworu. Stan gazu wilgotnego. Parametry stanu gazu wilgotnego. Równanie stanu i równania kaloryczne gazu wilgotnego. Wykres i-X Moliera. Elementy wymiany ciepła: przewodzenie konwekcja i promieniowanie.

ĆWICZENIA: Parametry stanu: ilość substancji, ciśnienie, przepływ, równanie stanu gazu doskonałego. Jednostki wielkości termodynamicznych. Obliczenia pracy przemiany termodynamicznej. Obliczenia ciepła przemiany termodynamicznej. Obliczenie funkcji stanu, bilans energii układu termodynamicznego. Obliczenia parametrów i bilans energii dla pary wodnej nasyconej i przegrzanej. Obliczenia parametrów i bilans energii dla gazu wilgotnego. Praca z wykresem Moliera i-X.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot: Dr hab. inż. Piotr Cyklis, prof. PK  
Jednostka organizacyjna: Instytut Aparatury Przemysłowej i Energetyki (M-5)

### C9.2. *Wymiana ciepła*

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: III – W15, C15; 2 pkt.

WYKŁADY: Podstawowe zasady i procesy wymiany ciepła. Równanie bilansu energii – pierwsza zasada termodynamiki. Mechanizmy wymiany ciepła-przewodzenie, konwekcja, promieniowanie. Jednowymiarowe ustalone przewodzenie ciepła. Prawo Fouriera. Rozkład temperatury w ścianie płaskiej walcowej i kulistej. Współczynniki przenikania ciepła przez ściankę płaską i kulistą. Przegrody wielowarstwowe. Nieustalone przewodzenie ciepła-metoda skupionej pojemności cieplnej. Wymiana ciepła przez powierzchnie ożebrowane. Sprawność żebra. Zastępczy współczynnik wnikania ciepła dla powierzchni ożebrowanej. Współczynniki przenikania ciepła przez powierzchnię rozwiniętą. Wymienniki ciepła – klasyfikacja i konstrukcja. Wymienniki współprądowe, przeciwprądowe oraz krzyżowoprądowe. Średnia logarytmiczna różnica temperatur. Temperatury końcowe czynników. Efektywność wymiennika ciepła.



ĆWICZENIA : Zadania z podstawowych zasady i procesów wymiany ciepła. Zadania z przewodzenia ciepła. Zadania z konwekcyjnej wymiany ciepła. Zadania z radiacyjnej wymiany ciepła. Zadania z podstawowych zasad wymiany masy.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Prof. zw. dr hab. inż. Jan Taler
Jednostka organizacyjna:	Instytut Aparatury Przemysłowej i Energetyki (M-5)

### **C10. Zintegrowane systemy zarządzania**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: VII – W30, C15; 3 pkt.

WYKŁADY: TQM – koncepcja kompleksowego zarządzania przez jakość, podstawy jakości. System jakości – normy serii ISO 9000. Systemy zarządzania środowiskowego – ISO 14001 i BHP OHSAS/PN-N 18001. System zarządzania bezpieczeństwem informacji ISO 27001. Społeczna odpowiedzialność biznesu SA 8000. Branżowe systemy zarządzania (TS16949, ISO 13485, HACCP i in.). Dokumentowanie systemów zarządzania.

ĆWICZENIA: Polityka jakości i cele jakości. Interpretacja wymagań norm ISO 9001, ISO 14001, PN-N 18001. Aspekty środowiskowe w systemie zarządzania środowiskowego. Aspekty bezpiecznej pracy w systemie zarządzania bhp. Identyfikacja wymagań specyficznych w branżowych systemach zarządzania. Zasady opracowywania dokumentacji.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Dr inż. Marek Rączka
Jednostka organizacyjna:	Instytut Technologii Maszyn i Automatyzacji Produkcji (M-6)

### **C11. Przedmioty wybieralne**

#### **C11.1. Zarządzanie jakością / Planowanie badań i analiza wyników badań**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: V – W15, P15; 2 pkt.

##### **C11.1.1. Zarządzanie jakością**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: V – W15, P15; 2 pkt.

WYKŁADY: Rozwój koncepcji systemu zapewnienia jakości. Podstawy systemów zarządzania jakością. Terminologia i podstawowe definicje. Analiza norm serii PN-EN ISO 9000. Procesowe podejście do zarządzania jakością. Specyfikacja zarządzania jakością przy wytwarzaniu wyrobów i konstrukcji spajanych. Wymagania jakościowe w spawalnictwie: pełne, standardowe i uproszczone (podstawowe) – analiza norm serii PN-EN 729. Systemy kwalifikowania technologii spawalniczych – analiza norm serii PN-EN ISO. Wymagania dotyczące personelu; kwalifikacje personelu wykonawczego i nadzoru; normy serii PN-EN 719 i normy ISO. Wymagania dotyczące kwalifikowania i certyfikacji personelu badań nieniszczących – analiza norm PN-EN 473. Zasady i wymagania dotyczące dokumentacji systemu zarządzania jakością. Księga Jakości.

PROJEKTY: Dla określonego typu wyrobu i określonych warunków wytwarzania ustalić wymagania jakościowe, system kwalifikowania technologii spajania, wymagania dotyczące personelu nadzoru spawalniczego, kwalifikowania personelu wykonawczego, kwalifikowania i certyfikacji personelu badań nieniszczących oraz wymagania dotyczące dokumentacji systemu zarządzania jakością.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Dr hab. inż. Wojciech Wojciechowski, prof. PK
Jednostka organizacyjna:	Instytut Inżynierii Materiałowej (M-2)

### ***C11.1.2. Planowanie badań i analiza wyników badań***

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: V – W15, P15; 2 pkt.

**WYKŁADY:** Podstawy metodyki badań doświadczalnych: koncepcje metodyczne badań – pojęcie i rola teorii eksperymentu. Charakterystyka obiektu badań. Pojęcie i budowa planu doświadczenia. Normowanie i renormowanie wartości wielkości wejściowych: cele i sposoby normowania. Podział planu na bloki. Model matematyczny obiektu badań. Wybór postaci ogólnej funkcji aproksymującej. Pojęcie i istota interakcji. Metody aproksymacji, testowanie adekwatności funkcji aproksymującej i istotności jej współczynników. Wyznaczanie przedziałów ufności dla współczynników funkcji aproksymującej, wartości pojedynczych wyników i ich średnich. Wizualizacja funkcji aproksymującej z uwzględnieniem przedziałów ufności. Systematyka planów doświadczeń z uwzględnieniem celów badań. Kryteria wyboru planu doświadczenia. Istota i charakterystyka randomizowanych planów doświadczeń; zakres i ograniczenia ich stosowalności. Statystyczna weryfikacja założeń, których spełnienie warunkuje możliwość stosowania planów randomizowanych. Analiza wariancji w analizie wyników badań uzyskanych w wyniku realizacji planów randomizowanych. Testy post-hoc. Wykres Pareto. Plany kompletne dwu- i trójwartościowe. Plany frakcyjne ich budowa i obszary zastosowań. Wnioskowanie z wyników badań wg planów frakcyjnych. Plany kompozycyjne trój- i pięciowartościowe; rodzaje, cechy, zastosowania. Mieszaniny i ograniczenia z nimi związane; warunek integralności (sumowalności), ograniczenia dolne i górne udziału składników w mieszaninie. Specyfika planowania doświadczeń w badaniach mieszanin; pojęcie i budowa sympleksów. Charakterystyka standardowych planów doświadczeń dla mieszanin. Normowanie – pseudoskładniki. Wielomiany zredukowane. Plany optymalizacyjne: rodzaje i zastosowania. Badania wg metody Taguchi’ego; specyfika planowania doświadczenia i analizy wyników; zastosowania.

**PROJEKTY:** Projekty obejmują planowanie doświadczeń i analizę symulowanych wyników badań doświadczalnych realizowanych dwufazowo: badań rozpoznawczych – opartych na planie randomizowanym, w celu określenia istotności wpływu wstępnie wytypowanych wielkości wejściowych na wielkość wyjściową oraz badań zasadniczych, w celu opracowania modelu matematycznego obiektu badań – opartych na planie umożliwiającym wyznaczenie nieliniowej funkcji aproksymującej. Czynności związane z projektem obejmują: określenie celu badań, opracowanie charakterystyki obiektu badań, dobór i opracowanie właściwego planu doświadczenia oraz analizę wyników symulowanych doświadczeń. Projekty realizowane są z wykorzystaniem wspomaganie komputerowego.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Dr inż. Andrzej Sułkowski
Jednostka organizacyjna:	Instytut Inżynierii Materiałowej (M-2)

### ***C11.2. Recykling i ochrona środowiska w technologiach materiałowych / Technologie recyklingu w przemyśle motoryzacyjnym***

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: VI – W30; 2 pkt.

#### ***C11.2.1. Recykling i ochrona środowiska w technologiach materiałowych***

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: VI – W30; 2 pkt.

**WYKŁADY:** Normy prawne regulujące gospodarkę odpadami w Polsce - obowiązki podmiotów gospodarczych. Źródła i struktura wytwarzania odpadów w Polsce. Gospodarcze wykorzystanie odpadów przemysłowych. Przyczyny powstawania i struktura odpadów z metali i tworzyw sztucznych. Rodzaje i źródła powstawania odpadów wyrobów i konstrukcji metalowych oraz polimerowych. Produkty przemysłu metalowego i hutniczego. Produkcja opakowań z tworzyw sztucznych. Tworzywa biodegradowalne i ich wpływ na gospodarkę odpadami. Unieszkodliwianie odpadów przemysłowych oraz zużytych wyrobów z metali i tworzyw sztucznych - przegląd technologii. Selektywna zbiórka - przegląd metod i technik. Metody gromadzenia odpadów i zagadnienia ich logistyki. Przebieg procesu regeneracji metali i materiałów polimerowych. Własności regenerowanych materiałów i ich przydatność na wyroby. Metody utylizacji odpadów. Społeczne i ekologiczne potrzeby recyklingu. Rodzaje recyklingu materiałów i urządzeń. Porównanie systemów gospodarki odpadami w Europie. Bilanse ekologiczne i ich rola w gospo-

darce odpadami. Przykłady regionalnych systemów segregacji i gromadzenia odpadów oraz możliwości ich zagospodarowania.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Dr hab. inż. Wojciech Wojciechowski, prof. PK
Jednostka organizacyjna:	Instytut Inżynierii Materiałowej (M-2)

### ***C11.2.2. Technologie recyklingu w przemyśle motoryzacyjnym***

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: VI – W30; 2 pkt.

WYKŁADY: Miejsce recyklingu w gospodarce odpadami. Regulacje ustawowe dotyczące recyklingu. Organizacja recyklingu. Selekcja zespołów i części. Segregacja odzyskiwanych zespołów, części i materiałów. Recykling metali. Recykling i utylizacja płynów eksploatacyjnych. Recykling tworzyw sztucznych. Recykling elementów gumowych. Recykling części elektrycznych i elektronicznych.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Dr hab. inż. Andrzej Mruk, prof. PK
Jednostka organizacyjna:	Instytut Pojazdów Samochodowych i Silników Spalinowych (M-4)

### ***C11.3. Mechanika materiałów / Mechanika materiałów kompozytowych***

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: IV – W30, C15; 4 pkt.

#### ***C11.3.1. Mechanika Materiałów***

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: IV – W30, C15; 4 pkt.

WYKŁAD: Celem wykładu jest przedstawienie opisu materiałów w postaci zależności Funkcja (naprężenie)-Funkcja (odkształcenie) grup materiałów oraz przedstawienie istniejących już rozwiązań praktycznych w konstrukcjach inżynierskich. Związek zależności mechanicznych z budową materii; opis oddziaływań dla polimerów, metali i ceramiki; potencjały oddziaływań; metody mechaniki kwantowej, fizyki ciała stałego i fenomenologiczne; możliwości określania charakterystyk  $\sigma$ - $\epsilon$ . Materiały funkcjonalne. Materiały magneto- i elektroeologiczne. Sensory i aktuatory – materiały piezoelektryczne. Materiały o strukturze gradientowej. Nanostruktury i nanomaszyny. Dobór, a projektowanie materiałów; możliwości budowy nowych materiałów kompozytowych.

ĆWICZENIA: Modelowanie własności płynów magneto- i elektroeologicznych. Płyty z sensorami i aktuatorami piezoelektrycznymi – obliczenia z zastosowaniem programu Mathcad i pakietu MES ABAQUS. Oddziaływanie i modelowanie nanorurek węglowych; nanokompozyty; projektowanie pokrycia z nanostruktur

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Prof. dr hab. inż. Aleksander Muc
Jednostka organizacyjna:	Instytut Konstrukcji Maszyn (M-3)

#### ***C11.3.2. Mechanika materiałów kompozytowych***

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: IV – W30, C15; 4 pkt.

WYKŁADY: Podział materiałów kompozytowych, zastosowania. Porównanie własności mechanicznych kompozytów. Modele mechaniczne materiałów kompozytowych. Wpływ własności powierzchni międzyfazowych. Rodzaje macierzy sztywności dla materiałów anizotropowych, transformacje. Formy i kryteria zniszczenia dla materiałów kompozytowych i konstrukcji – podejście globalne i lokalne. Efekty hygrotermiczne dla laminatów. Badania eksperymentalne własności materiałów kompozytowych. Nanorurki węglowe – podstawowe pojęcia i definicje. Nanokompozyty – rodzaje, przegląd własności mechanicznych,

ĆWICZENIA: Samodzielne rozwiązywanie zadań prezentujących: wpływ ortotropii i anizotropii na własności mechaniczne materiałów kompozytowych, wpływ konfiguracji laminatu na własności mechaniczne płyt wykonanych z wielowarstwowych laminatów jednokierunkowych, powierzenie zniszczenia warstw indywidualnych w sensie kryterium zniszczenia pierwszej warstwy (FPF – First-Ply-Failure), możliwości oceny efektów hydrotermicznych i zmęzeniowych na własności mechaniczne laminatu.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Prof. dr hab. inż. Aleksander Muc
Jednostka organizacyjna:	Instytut Konstrukcji Maszyn (M-3)

#### ***C11.4. Ekonomika przedsiębiorstw / Ekonomika materiałów***

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: VI – W30; 2 pkt.

##### ***C11.4.1. Ekonomika przedsiębiorstw***

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: VI – W30; 2 pkt.

WYKŁADY: Wprowadzenie do teorii rynkowych. Bilans jako źródło informacji o sytuacji majątkowej i finansowej firmy. Metody wyznaczania wartości zapasów. Rachunek wyników jako źródło informacji o efektach działalności firmy. Amortyzacja i jej odbicie w sprawozdaniach finansowych. Wykorzystanie informacji zawartych w sprawozdaniu z przepływów środków pieniężnych do podejmowania decyzji. Ocena sytuacji finansowej i jej wyników na podstawie sprawozdania finansowego. Strategie zarządzania firmą – biznes plan. Podstawy rachunkowości. Bilans majątkowy, majątek i kapitał firmy, zasada równowagi bilansowej. Rachunek zysków i strat, przychody a koszty firmy. Rachunek przepływu środków pieniężnych. Analiza kondycji finansowej firmy. Wykorzystanie informacji rachunkowej do podejmowania decyzji.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	dr inż. Jolanta Szadkowska-Skrzypiciel
Jednostka organizacyjna:	Instytut Technologii Maszyn i Automatyzacji Produkcji (M-6)

##### ***C11.4.2. Ekonomika materiałów***

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: VI – W30; 2 pkt.

WYKŁADY: Relacje pomiędzy jakością materiałów i ich ceną. Kryteria ekonomiczne doboru materiałów do produkcji. Technologie bezodpadowe. Zmiany materiałowe w procesie produkcji. Formy zakupów materiałowych i organizacja dostaw. Konkurencja wśród dostawców w skali globalnej. Ekonomika gospodarki materiałowej w przedsiębiorstwie. Normowanie zużycia materiałów w przedsiębiorstwie. Sterowanie zapasami materiałowymi. Gospodarka odpadami materiałowymi produkcyjnymi w postaci wyływek, ażurów, nadlewów, wiórów, szlamów i narzędziowymi oraz brakami. Systemy informatyczne zarządzania materiałami w przedsiębiorstwie – wykorzystanie współczesnego oprogramowania. Minimalizacja kosztów materiałowych w konstrukcji części maszyn oraz w technologii ich wykonania – analiza materiałochłonności indywidualnie przydzielonych wyrobów z materiałów metalicznych, ceramicznych, kompozytowych.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Dr inż. Ryszard Moszumański
Jednostka organizacyjna:	Instytut Inżynierii Materiałowej (M-2)

### **C11.5. Mechanika pękania / Tribologia**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: IV – W30, L15; 3 pkt.

#### **C11.5.1. Mechanika pękania**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: IV – W30, L15; 3 pkt.

WYKŁADY: Podstawowe pojęcia w mechanice pękania, czynniki strukturalne konstrukcyjne oraz zewnętrzne wpływające na zarodkowanie i przebieg procesu dekohezji w materiałach konstrukcyjnych. Teoria Griffitha. Podstawowe schematy rozwoju szczelin, pojęcie intensywności naprężeń oraz krytycznego współczynnika intensywności naprężeń. Mechanika pękania przy uwzględnieniu odkształceń plastycznych – model Dugdale’a. Metody energetyczne w mechanice pękania – całka Rice’a. Mikrostrukturalne aspekty mechaniki pękania – charakterystyczne etapy zjawiska pękania, mechanizmy kruchego, plastyczno-kruchego oraz ciągliwego rozdzielenia tworzywa konstrukcyjnego. Nowoczesne metody eksperymentalnej oceny odporności materiałów na pęknięcie – kryteria  $K_{Ic}$ ,  $J_{Ic}$ , próba CTOD. Podstawy projektowania konstrukcji przy zastosowaniu kryteriów mechaniki pękania. Strukturalne oraz teoretyczne aspekty zmęczenia materiałów konstrukcyjnych.

LABORATORIA: Wpływ spiętrzenia naprężeń na ciągliwość stali konstrukcyjnej. Doświadczalne wyznaczanie współczynnika intensywności naprężeń  $K_{Ic}$ . Doświadczalne wyznaczanie całki  $J$  metodą kilku próbek. Zastosowanie metody podatności do wyznaczania całki  $J$ . Badania tribologiczne – wpływ substancji smarującej na zużycie zmęczeniowe par trących.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Dr hab. inż. Stanisław Pytel, prof. PK
Jednostka organizacyjna:	Instytut Inżynierii Materiałowej (M-2)

#### **C11.5.2. Tribologia**

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: IV – W30, L15; 3 pkt.

WYKŁADY: Problematyka tribologii. Klasyfikacja tarcia i zużycia. Charakterystyka zużycia części maszyn. Czynniki wpływające na właściwości tribologiczne par ciernych. Kształtowanie warstwy wierzchniej pod kątem wymagań tribologicznych. Metody zwiększenia odporności na zużycie par trących. Ogólna charakterystyka właściwości tribologicznych materiałów (materiały łożyskowe, kompozyty nisko i wysokotarciowe). Zasady kojarzenia materiałów. Skojarzenia par trących nisko- i wysokotarciowych. Znaczenie badań tribologicznych w inżynierii materiałów. Klasyfikacja badań tribologicznych (podstawowe, modelowe, eksploatacyjne). Rodzaje i charakterystyka stanowisk badawczych oraz ich oprzyrządowanie. Aparatura pomiarowa wielkości wejściowych i wyjściowych. Czynniki wpływające na wyniki badań tribologicznych. Zasady doboru stanowiska i warunków badań. Planowanie doświadczeń, program badań tribologicznych. Opracowanie wyników badań. Metody analizy zmian zachodzących w warstwie wierzchniej i strefie współpracy w procesie tarcia i zużycia par trących.

LABORATORIA: Wyznaczenie współczynnika tarcia dla wybranych skojarzeń materiałów. Ocena wpływu parametrów wejściowych na wartość współczynnika tarcia. Określenie wytrzymałości filmu smarnego dla różnych substancji smarujących. Wyznaczenie wielkości i intensywności zużycia wybranych par trących. Ocena wpływu wyboru metody badań na uzyskiwane wyniki badań. Badania modelowe łożysk ślizgowych. Określenie wpływu przygotowania próbki i przeciwpróbki na wielkość zużycia. Opracowanie wyników pomiarów z wykorzystaniem programu komputerowego. Analiza zmian zachodzących w warstwach wierzchnich elementów par trących.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Dr hab. inż. Edward Kołodziej, prof. PK
Jednostka organizacyjna:	Instytut Pojazdów Samochodowych i Silników Spalinowych (M-4)

### ***C11.6. Nanostruktury i nanomateriały / Nanotechnologie***

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: V – W15, C15; 2 pkt.

#### ***C11.6.1. Nanostruktury i nanomateriały***

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: V – W15, C15; 2 pkt.

WYKŁADY: Podstawowe pojęcia, wprowadzenie do nanomateriałów (atomy, klastery i koloidy), definicja nanoskali, metody wytwarzania nanomateriałów (mechaniczne, fizyczne – atomizacja, chemiczne), procesy typu „top-down”, procesy typu „bottom-up”. Właściwości nanomateriałów zależne od rozmiaru: mechaniczne, chemiczne, magnetyczne, optyczne, elektryczne, katalityczne. Metody kontroli parametrów nanocząstek: wielkości, kształtu, morfologii, składu chemicznego – rola środków powierzchniowo czynnych. Wybrane metody wytwarzania nanocząstek, synteza metali i tlenków metali w procesie poliol, metoda zol-żel – mechanizm reakcji redukcji prekursorów metali. Fullereny i nanorurki węglowe. Metody wytwarzania nanowarstw i nanostruktur. Przykłady zastosowania: nanodruki w elektronice, zastosowanie nanosfer, nanosześcianów w medycynie i katalizie, nanofiltry – materiały mezoporowate, inne zastosowania.

ĆWICZENIA: Tematyka ćwiczeń obejmuje: wpływ temperatury na reakcję prekursorów w procesie poliol, zasady doboru parametrów w procesie wytwarzania nanowarstw za pomocą sitodruku, nanorurki węglowe – kształt i chiralność, zasady kontroli kształtu nanocząstek, rola surfaktantów podczas wytwarzania nanocząstek, wpływ wybranych parametrów fizycznych metod wytwarzania na wielkość i właściwości nanocząstek.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Dr inż. Janusz Walter
Jednostka organizacyjna:	Instytut Inżynierii Materiałowej (M-2)

#### ***C11.6.2. Nanotechnologie***

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: V – W15, C15; 2 pkt.

WYKŁADY: Podstawowe pojęcia, definicja nanoskali, nanoskala w systemach biologicznych, przewodnictwo elektryczne nanoobjektów, właściwości optyczne nanowarstw, nanostruktury funkcjonalne – sensory, narzędzia do wytwarzania (STI) i badania nanostruktur, mikroskopia AFM, STM, MFM, TEM, nanolitografia i sitodruk. Nanotechnologia w technologiach przechowywania i transformacji energii - fotowoltaika, pamięci magnetyczne i optyczne, nanotechnologia półprzewodników, nanokompozyty, nanotechnologia w medycynie.

ĆWICZENIA: Tematyka ćwiczeń obejmuje: mikroskopię sił atomowych, badania dyfrakcyjne nanocząstek, nanokompozyty – wpływ nanorozmiaru na temperaturę spiekania, właściwości magnetyczne nanocząstek, nanokrystaliczne ogniwa słoneczne.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Dr inż. Janusz Walter
Jednostka organizacyjna:	Instytut Inżynierii Materiałowej (M-2)

### ***C11.7. Materiałowe bazy danych / Charakterystyki materiałów***

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: VI – W15, C15; 2 pkt.

#### ***C11.7.1. Materiałowe bazy danych***

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: VI – W15, C15; 2 pkt.

WYKŁADY: Zasady tworzenia materiałowych baz danych. Podstawowe rodzaje baz danych – karty materiałowe, katalogi, normy, komputerowe bazy danych materiałowych.

ĆWICZENIA: Zasady korzystania z materiałowych baz danych. Metodologia doboru materiałów w aspekcie technologicznym i konstrukcyjnym na podstawie materiałowych baz danych. Praktyczne zadania w zakresie doboru materiałów inżynierskich ze względów konstrukcyjnych oraz technologicznych

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Dr hab. inż. Stanisław Pytel, prof. PK
Jednostka organizacyjna:	Instytut Inżynierii Materiałowej (M-2)

#### ***C11.7.2. Charakterystyki materiałów***

KIERUNEK: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: VI – W15, S15; 2 pkt.

WYKŁADY: Parametry i charakterystyki funkcyjne materiałów. Własności mechaniczne i eksploatacyjne. Metody i warunki realizacji badań. Badania technologiczne - metody i wskaźniki określające zachowanie się materiałów w procesach technologicznych. Parametry konstytutywne i funkcje materiałowe. Modele materiałów. Materiały i nieściśliwe i ściśliwe, izotropowe i anizotropowe, sprężyste, lepkosprężyste, sprężysto-plastyczne, sprężysto/lepkoplastyczne. Parametry charakteryzujące procesy pełzania i zmęczenia. Parametry mechaniki pękania. Fenomenologiczne kryteria pękania ciągliwego. Dane niezbędne do zdefiniowania materiału w modelowaniu komputerowym procesów technologicznych.

SEMINARIA: Wpływ temperatury, odkształcenia i prędkości odkształcenia na zachowanie się materiałów podczas kształtowania plastycznego. Wyznaczanie naprężenia uplastyczniającego. Metody badawcze i aparatura do badań plastometrycznych. Współczynniki anizotropii. Funkcje i parametry materiałowe dla materiałów ściśliwych (spieków i proszków metali). Związki pomiędzy wskaźnikami z badań technologicznych a wynikami badań standardowych własności mechanicznych. Współczynniki pewności technologicznej jako funkcje parametrów materiałowych, geometrycznych i technologicznych.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Dr hab. inż. Stanisław Okoński, prof. PK
Jednostka organizacyjna:	Instytut Inżynierii Materiałowej (M-2)

## **Plany Specjalności**



**STUDIA STACJONARNE I STOPNIA**  
**Kierunek: Inżynieria Materiałowa**

**Specjalność: Materiały Konstrukcyjne**  
**Inżynieria Spajania Materiałów**

obowiązuje od roku akad. 2009/2010

Specjalności	Jednostka organizacyjna	suma godzin	SEMESTR																											
			Suma						V						VI						VII									
			W	C/S	L	P	Lk	Pkt	W	C/S	L	P	Lk	Pkt	W	C/S	L	P	Lk	Pkt	W	C/S	L	P	Lk	Pkt				
<b>Materiały Konstrukcyjne</b>																														
1. Nowoczesne stopy techniczne	M2	60	30		30			4	30		30	E		4																
2. Kompozyty	M2	60	30	30S				4	30	30S				4																
3. Materiały funkcjonalne	M2	60	30	30S				5							30	30S					5									
4. Kontrola jakości materiałów	M2	60	30	15S	15			6														30	15S	15			6			
5. Seminarium dyplomowe-autoprezentacja	M2	30		30				4														30					4			
Praca dyplomowa	M2							15																			15			
<b>Razem</b>		<b>270</b>	<b>120</b>	<b>105</b>	<b>45</b>			<b>38</b>	<b>60</b>	<b>30</b>	<b>30</b>			<b>8</b>	<b>30</b>	<b>30</b>					<b>5</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	<b>15</b>			<b>25</b>			
Suma godzin i punktów			270						38	120						8	60						5	90						25
Egzaminy			1+1D							1														1D						
<b>Inżynieria Spajania Materiałów</b>			W	C/S	L	P	Lk	Pkt	W	C/S	L	P	Lk	Pkt	W	C/S	L	P	Lk	Pkt	W	C/S	L	P	Lk	Pkt				
1. Metody spajania materiałów	M2	60	30		30			4	30		30	E		4																
2. Inżynieria powierzchni	M2	60	30	30S				4	30	30S				4																
3. Zaawansowane technologie wytwarzania materiałów	M2	60	30	30S				5							30	30S					5									
4. Kontrola jakości materiałów	M2	60	30	15S	15			6														30	15S	15			6			
5. Seminarium dyplomowe-autoprezentacja	M2	30		30				4														30					4			
Praca dyplomowa	M2							15																			15			
<b>Razem</b>		<b>270</b>	<b>120</b>	<b>105</b>	<b>45</b>			<b>38</b>	<b>60</b>	<b>30</b>	<b>30</b>			<b>8</b>	<b>30</b>	<b>30</b>					<b>5</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	<b>15</b>			<b>25</b>			
Suma godzin i punktów			270						38	120						8	60						5	90						25
Egzaminy			1+1D						1	1														1D						

Kierownik specjalności: dr hab. inż. Wojciech Wojciechowski

Opiekun kierunku: dr hab.inż. Stanisław Pytel, prof.PK

## **SPECJALNOŚĆ: MATERIAŁY KONSTRUKCYJNE**

### **1. Nowoczesne stopy techniczne**

KIERUNEK / SPECJALNOŚĆ: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: V – W30, L30, E; 4 pkt.

**WYKŁADY:** Metale i ich stopy jako tworzywa konstrukcyjne i narzędziowe. Stopy techniczne żelaza. Wpływ domieszek i dodatków stopowych na właściwości użytkowe i technologiczne stopów żelaza. Podział stali według struktur w stanie równowagi oraz według struktur otrzymanych przy chłodzeniu na powietrzu. Podział stopów żelaza według zastosowania oraz składu chemicznego zgodnie z normami polskimi i normami europejskimi. Stale spawalne o podwyższonej wytrzymałości, stale trudno rdzewiejące, dwufazowe stale odporne na korozję; stale utwardzane wydzieleniowo. Stale o szczególnych właściwościach. Stale narzędziowe. Tytan i stopy tytanu. Wybrane stopy metali nieżelaznych.

**LABORATORIA:** Ocena stopnia zanieczyszczenia stali. Badanie odporności korozyjnej stopów metali. Stopy metali stosowane w medycynie. Stale do pracy w podwyższonych temperaturach. Procesy rewitalizacji stali. Stale kriogeniczne. Stale narzędziowe. Wtrącenia niemetaliczne. Anizotropia stopów metali. Stopy z pamięcią kształtu. Wysokowytrzymałe stopy odlewnicze. Żarowytrzymałe nadstopy. Niskowęglowe i niskostopowe stale konstrukcyjne.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Dr hab. inż. Stanisław Pytel, prof. PK
Jednostka organizacyjna:	Instytut Inżynierii Materiałowej (M-2)

### **2. Kompozyty**

KIERUNEK / SPECJALNOŚĆ: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: V – W30, S30; 4 pkt.

**WYKŁADY:** Ogólna charakterystyka kompozytów. Materiał osnowy kompozytów. Materiały zbrojenia. Częstki zbrojące. Włókna do zbrojenia kompozytów: metalowe, ceramiczne i polimerowe. Kompozyty o osnowie metalowej umacniane dyspersyjnie. Porównanie właściwości włókien kompozytowych. Materiały wypełniające. Kompozyty proszkowe. Porowate ciała stałe i pianki. Możliwości projektowania struktury i właściwości kompozytów. Kompozyty stosowane w technice.

**SEMINARIA:** Kompozyty o osnowie metalicznej i problemy związane z wytwarzaniem tych kompozytów: zwilżalność zbrojenia przez osnowę, problem degradacji zbrojenia w temperaturach łączenia lub eksploatacji, zbrojenie włóknami (cel, rodzaje włókna), zbrojenie cząstkami (kompozyty odlewnicze, kompozyty otrzymywane metodami metalurgii proszków lub mechanical alloying), natryskiwanie materiałów kompozytowych. Kompozyty funkcjonalne. Znaczenie kompozytów we współczesnej technice

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Prof. dr hab. inż. Jan Kazior
Jednostka organizacyjna:	Instytut Inżynierii Materiałowej (M-2)

### 3. *Materiały funkcjonalne*

KIERUNEK / SPECJALNOŚĆ: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: VI – W30, S30; 5 pkt.

WYKŁADY: Podstawowe pojęcia, podział i zastosowanie materiałów funkcjonalnych. Kompozyty naturalne, wielowarstwowe i materiały gradientowe. Materiały sterowane polem temperatury i polem magnetycznym. Kompozyty z pamięcią kształtu. Zjawiska zachodzące w materiałach z pamięcią kształtu. Materiały piezoelektryczne i elektrostrykcja. Zjawisko magnetostrykcji. Materiały elektroteologiczne i magnetorelogiczne. Tworzywa sztuczne wykazujące efekt piezoelektryczny. Fizyczne podstawy wybranych zjawisk zachodzących w materiałach funkcjonalnych.

SEMINARIA: Tematyka seminariów obejmuje praktyczne zastosowania materiałów funkcjonalnych: wykorzystanie materiałów piezoelektrycznych, zastosowanie cieczy magnetorelogicznych i elektroteologicznych, praktyczne wykorzystanie materiałów elektrostrykcyjnych, przykłady zastosowania tworzyw o właściwościach piezoelektrycznych a także stopów z pamięcią kształtu.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Dr inż. Janusz Walter
Jednostka organizacyjna:	Instytut Inżynierii Materiałowej (M-2)

### 4. *Kontrola jakości materiałów*

KIERUNEK / SPECJALNOŚĆ: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: VII – W30, S15, L15; 6 pkt.

WYKŁADY: Klasyfikacja wad materiałów inżynierskich. Analiza przyczyn powstawania wad.. Sposoby zapobiegania powstawaniu wad. Metody badań materiałów, elementów maszyn i konstrukcji. Metody badań nieniszczących. Badania własności mechanicznych. Metody badań przydatności użytkowej konstrukcji i wyrobów. Aparatura do badań, sprzęt kontrolno pomiarowy. Organizacja badań i kontroli własności materiałów w warunkach produkcji przemysłowej. Przegląd wymagań stawianych materiałom i wytwarzanym wyrobom przez normy, przepisy i warunki techniczne odbioru.. Wymagania dotyczące personelu wykonującego badania i funkcjonowania laboratorium badań i kontroli. Statystyczne metody kontroli jakości.

Opracowanie wymagań technicznych dla wyznaczonego typu wyrobu lub konstrukcji. Opracowanie planu i programu badań dla wybranego typu wyrobu. Opracowanie procedury badań. Zasady pobierania próbek do badań. Badania metaloznawcze. Dokumentowanie badań zgodnie z EN.

SEMINARIA: Zasady doboru metod kontroli materiałów stosowanych w budowie maszyn i konstrukcji. Organizacja kontroli wstępnej i bieżącej procesów wytwarzania i przetwarzania materiałów i wyrobów. Warunki techniczne odbioru maszyn i konstrukcji. Laboratorium badań własności materiałów – organizacja i wyposażenie.

LABORATORIA: Metody badań własności materiałów. Badania nieniszczące – badania ultradźwiękowe, magnetyczno proszkowe i elektromagnetyczne. Radiografia przemysłowa – badania radiograficzne. Sprzęt i urządzenia do badań – przygotowanie do badań. Procedury. Badania własności mechanicznych – badanie wytrzymałości na rozciąganie, próby zginania, pomiar twardości. Ocena własności technologicznych materiałów metalowych i niemetalewych..

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Dr hab. inż. Wojciech Wojciechowski, prof. PK
Jednostka organizacyjna:	Instytut Inżynierii Materiałowej (M-2)

***Seminarium dyplomowe***

KIERUNEK / SPECJALNOŚĆ: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: VII – C/S30; 4 pkt.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Prof. zw. Dr hab. inż. Ryszard Kozłowski
Jednostka organizacyjna:	Instytut Inżynierii Materiałowej

***Praca dyplomowa***

KIERUNEK / SPECJALNOŚĆ: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: VI – pkt. 15

## **SPECJALNOŚĆ: INŻYNIERIA SPAJANIA MATERIAŁÓW**

### **1. Metody spajania materiałów**

KIERUNEK / SPECJALNOŚĆ: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: V – W30, L30, E; 4 pkt.

**WYKŁADY:** Spawalność materiałów. Fizyczne podstawy spajania materiałów. mechanizm powstawania złącza spawanego. Przegląd metod spajania tworzyw inżynierskich. Zasady projektowania procesów spawalniczych - łukowego ręcznego, w osłonach gazów, łukiem krytym. Spawanie elektrodożylowe. Spawanie plazmowego. Spawanie wiązką elektronów. Mechanizm powstawania złącza zgrzewanego. Zasady projektowania procesów zgrzewania. Metody zgrzewania; zgrzewanie oporowe, zgrzewanie tarciove i zgrzewanie intruzyjne.. Zgrzewanie dyfuzyjne, zgrzewanie zgniotowe. Lutowanie i klejenie. Łączenie tworzyw niemetalowych (tworzyw sztucznych i ceramiki). Podstawowe parametry technologiczne procesów spajania tworzyw metalowych i niemetalowych. Wyznaczanie parametrów procesów spajania metali: wyznaczanie energii liniowej spawania. Wyznaczanie energii zgrzewania oporowego. Ocena przydatności metod spajania materiałów inżynierskich. Charakterystyki urządzeń spawalniczych. Badania własności maszyn i urządzeń spawalniczych. Mechanizacja i automatyzacja procesów spawalniczych.

**LABORATORIA:** Metody badań spawalności materiałów metalowych. Badanie własności materiałów dodatkowych. Technologia spawania łukowego. Dobór i optymalizacja parametrów spawania ręcznego elektrodami otulonymi. Technika i technologia spawania w osłonie gazów; spawanie elektroda topliwa – met. MAG i MIG, spawanie elektrodą nietopliwą – metoda TIG. Dobór parametrów zgrzewania oporowego. Wyznaczenie wartości współczynnika przewodzenia ciepła i współczynnika rozszerzalności cieplnej wybranych polimerów konstrukcyjnych. Badania makro i mikroskopowe struktury fizycznej złączy spajanych wybranych polimerów, ceramiki i kompozytów niemetalowych. Badania przyczepności warstw ochronnych natryskiwanych cieplnie. Badanie charakterystyk prądowych spawalniczych źródeł ciepła.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Dr hab. inż. Wojciech Wojciechowski, prof. PK
Jednostka organizacyjna:	Instytut Inżynierii Materiałowej (M-2)

### **2. Inżynieria powierzchni**

KIERUNEK / SPECJALNOŚĆ: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: V – W30, S30; 4 pkt.

**WYKŁADY:** Podstawowe pojęcia w inżynierii powierzchni – powłoka, warstwa wierzchnia, warstwa powierzchniowa, rodzaje powłok i ich właściwości, nowoczesne metody inżynierii powierzchni: modyfikacja właściwości powierzchni poprzez wytwarzanie warstw stopowych, obróbki jarzeniowe, procesy CVD i PVD, techniki laserowe i elektronowe, nanocząstki w inżynierii powierzchni, struktura i właściwości warstw powierzchniowych z uwzględnieniem procesów natryskiwania cieplnego oraz chemicznego i elektrochemicznego wytwarzania powłok.

**SEMINARIA:** Tematyka seminariów zgodna z tematyką wykładów.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Dr inż. Janusz Walter
Jednostka organizacyjna:	Instytut Inżynierii Materiałowej (M-2)

### 3. *Zaawansowane technologie wytwarzania materiałów*

KIERUNEK / SPECJALNOŚĆ: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: VI – W30, S30; 5 pkt.

WYKŁADY: Wytwarzanie kompozytów z osnową metalową metodami bezpośrednimi. Metody pośrednie wytwarzania kompozytów metalowych. Technologia wytwarzania i właściwości kompozytów SAP. Wytwarzanie i właściwości kompozytów zbrojonych cząstkami. Wytwarzanie i właściwości metalowych kompozytów włóknistych. Kształtowanie wtryskowe proszków. Izostatyczne prasowanie na gorąco i zimno. Prasowanie na ciepło. Stopowanie mechaniczne. Wytwarzanie materiałów amorficznych. Technologie wytwarzania materiałów nanostrukturalnych.

SEMINARIA: Technologie spiekania plazmowego, mikrofalowego i laserowego. Spiekanie supersolidus. Spiekanie pod ciśnieniem. Spiekanie reakcyjne. Technologie kształtowania wtryskowego materiałów proszkowych. Technologia metalurgii proszków jako technologia materiałów i gotowych produktów. Technologie wytwarzania materiałów twardych i supertwardych. Zastosowanie nanotechnologii we współczesnej technice.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Prof. dr hab. inż. Jan Kazior
Jednostka organizacyjna:	Instytut Inżynierii Materiałowej (M-2)

### 4. *Kontrola jakości materiałów*

KIERUNEK / SPECJALNOŚĆ: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: VII – W30, S15, L15; 6 pkt.

WYKŁADY: Klasyfikacja wad materiałów inżynierskich. Analiza przyczyn powstawania wad.. Spособy zapobiegania powstawaniu wad. Metody badań materiałów, elementów maszyn i konstrukcji. Metody badań nieniszczących. Badania własności mechanicznych. Metody badań przydatności użytkowej konstrukcji i wyrobów. Aparatura do badań, sprzęt kontrolno pomiarowy. Organizacja badań i kontroli własności materiałów w warunkach produkcji przemysłowej. Przegląd wymagań stawianych materiałom i wytwarzanym wyrobom przez normy, przepisy i warunki techniczne odbioru.. Wymagania dotyczące personelu wykonującego badania i funkcjonowania laboratorium badań i kontroli. Statystyczne metody kontroli jakości.

Opracowanie wymagań technicznych dla wyznaczonego typu wyrobu lub konstrukcji. Opracowanie planu i programu badań dla wybranego typu wyrobu. Opracowanie procedury badań. Zasady pobierania próbek do badań. Badania metaloznawcze. Dokumentowanie badań zgodnie z EN.

SEMINARIA: Zasady doboru metod kontroli materiałów stosowanych w budowie maszyn i konstrukcji. Organizacja kontroli wstępnej i bieżącej procesów wytwarzania i przetwarzania materiałów i wyrobów. Warunki techniczne odbioru maszyn i konstrukcji. Laboratorium badań własności materiałów – organizacja i wyposażenie.

LABORATORIA: Metody badań własności materiałów. Badania nieniszczące – badania ultradźwiękowe, magnetyczno proszkowe i elektromagnetyczne. Radiografia przemysłowa – badania radiograficzne. Sprzęt i urządzenia do badań – przygotowanie do badań. Procedury. Badania własności mechanicznych – badanie wytrzymałości na rozciąganie, próby zginania, pomiar twardości. Ocena własności technologicznych materiałów metalowych i niemetaloowych..

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	Dr hab. inż. Wojciech Wojciechowski, prof. PK
Jednostka organizacyjna:	Instytut Inżynierii Materiałowej (M-2)

***Seminarium dyplomowe***

KIERUNEK / SPECJALNOŚĆ: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: VII – S30; 4 pkt.

Osoba odpowiedzialna za przedmiot:	prof. dr hab. inż. Ryszard Kozłowski
Jednostka organizacyjna:	Instytut Inżynierii Materiałowej (M-2)

***Praca dyplomowa***

KIERUNEK / SPECJALNOŚĆ: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

Semestr – wymiar godzin; punkty: VII – pkt. 15