

**KARTA PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	studia stacjonarne:	<b>M#2-S1-MiBM-UiK-508</b>
	studia niestacjonarne:	<b>M#2-N1-MiBM-UiK-605</b>
Nazwa przedmiotu	<b>Balistyka wewnętrzna</b>	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<b>Internal Ballistics</b>	
Obowiązuje od roku akademickiego	<b>2024/2025</b>	

**USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW**

Kierunek studiów	<b>MECHANIKA i BUDOWA MASZYN</b>
Poziom kształcenia	<b>I stopień</b>
Profil studiów	<b>ogólnoakademicki</b>
Forma i tryb prowadzenia studiów	<b>Studia stacjonarne i niestacjonarne</b>
Zakres	<b>uzbrojenie i kryminalistyka</b>
Jednostka prowadząca przedmiot	<b>Katedra Mechatroniki i Uzbrojenia</b>
Koordinator przedmiotu	<b>dr hab. inż. Zbigniew Dziopa, prof. PŚk</b>
Zatwierdził	<b>dr hab. Jakub Takosoglu, prof. PŚk, Dziekan Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn</b>

**OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU**

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	<b>Przedmiot specjalnościowy</b>	
Status przedmiotu	<b>Obowiązkowy</b>	
Język prowadzenia zajęć	<b>Polski</b>	
Usytuowanie w planie studiów - semestr	studia stacjonarne	<b>Semestr V</b>
	studia niestacjonarne	<b>Semestr VI</b>
Wymagania wstępne		
Egzamin (TAK/NIE)	<b>NIE</b>	
Liczba punktów ECTS	<b>2</b>	

Forma prowadzenia zajęć		wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	inne
Liczba godzin w semestrze	studia stacjonarne:	<b>15</b>		<b>15</b>		
	studia niestacjonarne:	<b>9</b>		<b>9</b>		

**EFEKTY UCZENIA SIĘ**



Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Ma zaawansowaną wiedzę w zakresie fizyki i chemii , w szczególności wiedzę niezbędną do zrozumienia podstawowych zjawisk fizycznych i chemicznych występujących w balistyce wewnętrznej	MiBM1_W02
	W02	Ma uporządkowaną wiedzę z zakresu informatyki, grafiki inżynierskiej i nowoczesnych technologii informacyjnych wspomagających rozwiązywanie różnego rodzaju zagadnień wynikających z prowadzenia badań z zakresu balistyki wewnętrznej..	MiBM1_W03
	W03	Ma zaawansowaną uporządkowaną wiedzę na temat pojęć i procedur związanych z balistyką wewnętrzną oraz wiedzę na temat znaczenia norm związanych z zarządzaniem jakością i bezpieczeństwem prowadzenia badań z zakresu balistyki wewnętrznej.	MiBM1_W05
	W04	Zna zasady, sposoby oraz cel pomiarów w balistyce wewnętrznej, posiada poszerzoną wiedzę na temat systemów pomiarowych, zna metody obliczania niepewności pomiarów.	MiBM1_W12
	W05	Posiada wiedzę niezbędną do organizowania pracy zgodnie z przepisami BHP, ochrony środowiska i ergonomii.	MiBM1_W19
Umiejętności	U01	Potrafi wykorzystać metody analityczne, numeryczne, symulacyjne do formułowania i rozwiązywania zadań z balistyki wewnętrznej, projektowania i prototypowania, potrafi odpowiednio zinterpretować i wykorzystać wyniki eksperymentu.	MiBM1_U12
	U02	Potrafi odpowiednio stosować zasady bhp oraz rozumie znaczenie sytemu zarządzania bhp; potrafi znaleźć swoje miejsce w środowisku przemysłowym, spełniając zasady bezpieczeństwa i higieny pracy, potrafi planować i organizować sobie oraz zespołowi pracę w sposób efektywny i bezpieczny.	MiBM1_U17
	U03	Potrafi współdziałać i pracować w grupie podczas realizacji badań z zakresu balistyki wewnętrznej, a także umie odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania.	MiBM1_U20
	U04	Potrafi planować i realizować własne uczenie się, rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się oraz podnoszenia kwalifikacji zawodowych, kompetencji społecznych i osobistych; ma świadomość konieczności samodoskonalenia się.	MiBM1_U21





Kompetencje społeczne	K01	Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy oraz konieczności pozyskiwania nowych informacji zarówno z literatury, jak i od ekspertów znających się na przeprowadzaniu badań z zakresu balistyki wewnętrznej.	MiBM1_K01
	K02	Jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy oraz przygotowany do optymalnych działań organizacyjnych	MiBM1_K04

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć*	Treści programowe
wykład	<p>Przedmiot i zadania balistyki wewnętrznej. Rodzaje oraz właściwości stałych materiałów miotających. Równanie stanu gazów prochowych, podstawowy wzór pirostatyki. Równanie dopływu gazów prochowych, geometryczne prawo spalania, prędkość spalania prochu. Charakterystyki geometryczne ziaren prochowych. Budowa i zasada działania klasycznego układu miotającego. Zjawisko strzału. Okresy strzału. Krzywe balistyczne. Nietypowe układy miotające. Bilans energii podczas strzału. Problem główny balistyki wewnętrznej broni lufowej.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stałe materiały miotające</li> </ul> <p>Rodzaje i właściwości stałych materiałów miotających (prochów). Wzór Noblego-Abla. Podstawowy wzór pirostatyki.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Równanie dopływu gazów prochowych</li> </ul> <p>Geometryczne prawo spalania. Kształty ziaren prochowych. Prędkość spalania prochu.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Charakterystyki geometryczne ziaren prochowych</li> </ul> <p>Charakterystyki progresywności dla ziaren prochowych degresywnych, neutralnych i progresywnych.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Klasyczny układ miotający</li> </ul> <p>Budowa i zasada działania klasycznego układu miotającego broni palnej. Zjawisko strzału. Okresy strzału. Krzywe balistyczne.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nietypowe układy miotające</li> </ul> <p>Budowa i zasada działania układów: dwukomorowego, bezodrzutowego, moździerzowego i innych.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bilans energii strzału</li> </ul> <p>Składniki bilansu energii strzału w ujęciu termodynamicznym. Prace drugorzędne gazów prochowych.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Powyłotowy okres strzału</li> </ul> <p>Specyfika okresu powyłotowego oraz zmiany parametrów gazów prochowych i ruchu pocisku.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Problem główny balistyki wewnętrznej (PGBW) broni lufowej / 2 / Model fizyczny i matematyczny PGBW klasycznego układu miotającego.</li> <li>- Numeryczne rozwiązanie PGBW</li> </ul> <p>Algorytm programu numerycznego rozwiązania PGBW w podziale na okresy strzału. Opis metody numerycznej rozwiązania układu równań różniczkowych.</p>





laboratorium	<p>Metoda teoretyczna</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Równania stanu gazów prochowych</li> <li>Obliczenia balistyczne z wykorzystaniem równania Noblego-Abla, podstawowego wzoru pirostatyki.</li> <li>- Projektowanie balistyczne klasycznego układu miotającego</li> </ul> <p>Metoda wyznaczania podstawowych charakterystyk strzału.</p>
	<p>Metoda praktyczna</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pomiar ciepła spalania stałych materiałów miotających</li> <li>Eksperymentalne wyznaczenia ciepła spalania z wykorzystaniem kalorymetru.</li> <li>- Doświadczalne wyznaczenie podstawowych charakterystyk energetyczno-balistycznych prochu</li> <li>Eksperymentalne wyznaczenie właściwości prochu z wykorzystaniem komory manometrycznej.</li> <li>- Rozwiązanie eksperymentalne PGBW</li> <li>Eksperymentalne wyznaczenie charakterystyk strzału klasycznego układu miotającego.</li> </ul>

### METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia (zaznaczyć X)					
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Kolokwium	Projekt	Sprawozdanie	Inne
W01			X			
W02			X			
W03			X			
W04			X			
W05			X			
U01					X	
U02					X	
U03					X	
U04					X	
K01					X	
K02					X	

### FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć*	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
--------------	------------------	--------------------





wykład	zaliczenie z oceną	Pozytywne zaliczenie sprawdzianu końcowego. Uzyskanie co najmniej 50 % punktów.
laboratorium	zaliczenie z oceną	Pozytywne zaliczenie sprawozdań z zajęć. Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną.

**NAKŁAD PRACY STUDENTA**

Bilans punktów ECTS												
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta										Jednostka
		studia stacjonarne					studia niestacjonarne					
		W	C	L	P	S	W	C	L	P	S	
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	15		15			9		9			h
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	2		2			2		2			h
3.	<b>Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	<b>34</b>					<b>22</b>					h
4.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	<b>1,4</b>					<b>0,9</b>					ECTS
5.	<b>Liczba godzin samodzielnej pracy studenta</b>	<b>16</b>					<b>28</b>					h
6.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy</b>	<b>0,6</b>					<b>1,1</b>					ECTS
7.	<b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b>	<b>25</b>					<b>25</b>					h
8.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym</b>	<b>1,0</b>					<b>1,0</b>					ECTS
9.	<b>Sumaryczne obciążenie pracą studenta</b>	<b>50</b>					<b>50</b>					h
10.	<b>Punkty ECTS za moduł</b> <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	<b>2</b>										ECTS

**LITERATURA**

1. Corner J.. Theory of the Interior Ballistics of Guns. New-York-London 1950.
2. Hegel L.: Encyklopedia materiałów wybuchowych. WPW, Warszawa 1979
3. Leciejewski Z., W. Sobczak, Z. Surma, Balistyka wewnętrzna – ćwiczenia laboratoryjne, WAT, 1997.
4. Torecki S., Balistyka wewnętrzna, WAT, 1980.

