

Karta (sylabus) przedmiotu
Mechanika i Budowa Maszyn
 Studia II stopnia

Przedmiot:	<i>Budowa śmigłowców</i>
Rodzaj przedmiotu:	<i>Podstawowy</i>
Kod przedmiotu:	<i>MBM 2 S 1 2 22-0_1</i>
Rok:	<i>1</i>
Semestr:	<i>2</i>
Forma studiów:	<i>Studia stacjonarne</i>
Rodzaj zajęć i liczba godzin w semestrze:	<i>60</i>
Wykład	<i>30</i>
Ćwiczenia	
Laboratorium	
Projekt	<i>30</i>
Liczba punktów ECTS:	<i>4</i>
Sposób zaliczenia:	<i>Zaliczenie wykładu i projektu</i>
Język wykładowy:	<i>Język polski</i>

Cel przedmiotu	
C1	Przekazanie rozszerzonej wiedzy z zakresu budowy śmigłowców i ich podzespołów.
C2	Przekazanie wiedzy z zakresu szczegółowych wymagań oraz kryteriów projektowych śmigłowców i ich podstawowych podzespołów.
C3	Przekazanie rozszerzonej wiedzy z zakresu projektowania śmigłowców i ich podzespołów, a także wiedzy o przeprowadzaniu projektowych obliczeń inżynierskich i wykonywaniu projektowej dokumentacji technicznej.
C4	Przekazanie rozszerzonej wiedzy z zakresu analiz masowych śmigłowców, a także wiedzy dotyczącej wyznaczania obciążeń zewnętrznych działających na śmigłowce.

Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji	
	Wiedza
1	Aerodynamika – wiedza w zakresie podstaw aerodynamiki lotu śmigłowca.
2	Mechanika lotu – wiedza w zakresie podstaw lotu statków powietrznych.
3	Komputerowe wspomaganie projektowania śmigłowców – wiedza w zakresie metod komputerowych wspomagających projektowanie w tym, projektowanie śmigłowców.
4	Mechanika ogólna – wiedza w zakresie kinematyki i dynamiki ruchu bryły sztywnej.
5	Wytrzymałość materiałów – wiedza w zakresie analiz i opisów stanów naprężeń w częściach maszyn.
	Umiejętności

6	Potrafi wykorzystać nabytą wiedzę
7	Potrafi pozyskiwać informację z literatury

Efekty kształcenia	
	W zakresie wiedzy:
EK 1	Student ma rozszerzoną wiedzę o budowie śmigłowców i ich podzespołów konstrukcyjnych. Posiada wiedzę o szczegółowych wymaganiach i kryteriach projektowych śmigłowców i ich podzespołów.
EK 2	Student ma rozszerzoną wiedzę o projektowaniu wstępnym śmigłowca i jego podstawowych podzespołów: wirnika nośnego wraz z piastą, śmigła ogonowego, zespołu napędowego, kadłuba, podwozia, podzespołów pomocniczych śmigłowca i podzespołów pomocniczych silników napędowych.
EK 3	Student ma rozszerzoną wiedzę o wymaganych obliczeniach projektowych statycznych i dynamicznych z zakresu obciążeń zewnętrznych i wewnętrznych śmigłowca, a także wytrzymałości podzespołów i części śmigłowca.
EK 4	Student ma wiedzę o przeprowadzaniu analizy masowej śmigłowca i jego podzespołów.
EK 5	Student ma rozszerzoną wiedzę o konstrukcji i projektowaniu układów sterowania lotem śmigłowca z uwzględnieniem dynamiki działania tych układów.
	W zakresie umiejętności:
EK 6	Student potrafi sklasyfikować i wstępnie przeanalizować istniejące rozwiązania śmigłowców pod względem budowy i konstrukcji podstawowych podzespołów, w powiązaniu z podstawami lotu śmigłowców.
EK7	Student potrafi zdefiniować zbiór wymagań i kryteriów projektowych dla śmigłowców i ich podzespołów, w tym z wykorzystaniem krajowych i międzynarodowych przepisów lotniczych.
EK8	Student potrafi przeprowadzić podstawowe obliczenia inżynierskie dotyczące śmigłowców i ich podzespołów, w tym z uwzględnieniem dynamiki działania podzespołów. Potrafi przeprowadzić analizę masową śmigłowca i jego podzespołów.
EK9	Student potrafi opracować koncepcyjny projekt wstępny śmigłowca i jego podzespołów. Potrafi również przeprowadzić analizę krytyczną proponowanych rozwiązań.
	W zakresie kompetencji społecznych:
EK 10	Student posiada i rozumie potrzebę ciągłego kształcenia.
EK11	Student wykazuje krytycyzm w wyrażaniu opinii, ale jednocześnie w trakcie dyskusji potrafi bronić swoich racji.
EK12	Student potrafi pracować w zespole, w tym w zespole badawczym i wykazuje obowiązkowość w realizacji zadań.

Treści programowe przedmiotu	
Forma zajęć – wykłady	
	Treści programowe
W1	Wprowadzenie w tematykę przedmiotu. Wiropląty, definicja śmigłowca, właściwości śmigłowca, miejsce śmigłowca wśród statków powietrznych, główne zespoły i systemy śmigłowca, proces projektowania i użytkowania śmigłowca, rozwój śmigłowców. Układy konstrukcyjne śmigłowców. Definicja układu śmigłowca. Klasyfikacja i omówienie istniejących układów śmigłowców.
W2	Wymagania ogólne w projektowaniu śmigłowca. Zdarność lotnicza, organizacje lotnictwa cywilnego, nadzór lotniczy, przepisy budowy śmigłowców, wymagania konstrukcyjne (obciążenia, wytrzymałość, sztywność, trwałość, niezawodność, bezpieczeństwo), wymagania produkcyjne, wymagania rynku, wymagania eksploatacyjne. Lotnicze przepisy krajowe i międzynarodowe w zakresie budowy i projektowania śmigłowców.
W3	Projekt wstępny śmigłowca: założenia techniczne, zagadnienia ekonomiczne (cena, koszt eksploatacji), zakres projektu wstępnego, analiza masowa, położenie środka ciężkości, wskaźniki efektywności projektu.
W4-5	Wirniki nośne: funkcja, szczegółowe wymagania projektowe, schematy konstrukcyjne, budowa i konstrukcja, parametry definiujące wirnik, analiza masowa, obciążenia, wytrzymałość, drgania, flutter, materiały, zasady utrzymania ciągłej zdarności do lotu
W6-7	Układy do równoważenia momentu oporowego wirnika głównego: funkcja, szczegółowe wymagania projektowe, schematy konstrukcyjne, budowa i konstrukcja, parametry wirnika swobodnego, analiza masowa, obciążenia, wytrzymałość, drgania, flutter, materiały, zasady utrzymania ciągłej zdarności do lotu
W8-9	Układy sterowania: funkcje układów sterowania, układ sterowania lotem, zadania i zasady sterowania lotem, uwarunkowania projektowe, szczegółowe wymagania projektowe, analiza masowa, typy układów sterowania, budowa i konstrukcja, materiały, agregaty układu sterowania, wysiłek pilota, obciążenia, wytrzymałość, drgania, układy wspomagające pilota w sterowaniu lotem,
W10	Zespół napędowy śmigłowca i jego funkcje na pokładzie śmigłowca. Szczegółowe wymagania projektowe, budowa i konstrukcja, zapotrzebowanie na moc napędu śmigłowca i ilość paliwa. Analiza masowa zespołu napędowego. Cechy silników napędowych i zabudowa silników na pokładzie śmigłowca. Instalacje zespołu napędowego (paliwowa, olejowa, chłodzenia, przeciwooblodzeniowa, sygnalizacji

	pożaru, gaszenia pożaru). Układ sterowania. Układ wlotowe powietrza i układy wylotowe spalin. Przyrządy obrazujące działanie zespołu napędowego. Zasady utrzymania ciągłej zdolności zespołu napędowego do lotu.
W11	Układ przeniesienia napędu: funkcje układu przeniesienia napędu, schematy konstrukcyjne, szczegółowe wymagania projektowe, budowa i konstrukcja (przekładnie, wały, sprzęgła, łożyska), instalacje układu (olejowa, chłodzenia), zabudowa układu do struktury śmigłowca, obciążenia, wytrzymałość, drgania, zasady utrzymania ciągłej zdolności do lotu.
W12-13	Kadłuby: funkcje, układy i schematy konstrukcyjne, szczegółowe wymagania projektowe, budowa i konstrukcja struktury kadłuba (wręgi, dźwigary, podłużnice, panele, pokrycie), materiały, obciążenia, wytrzymałość, drgania, zasady utrzymania ciągłej zdolności do lotu. Usterzenia, skrzydła: funkcje, układy i schematy konstrukcyjne, szczegółowe wymagania projektowe, budowa i konstrukcja usterzeń i skrzydeł (żebra, dźwigary, podłużnice, pokrycia, panele), materiały, mocowanie usterzeń i skrzydeł do struktury śmigłowca, obciążenia, drgania, flutter, zasady utrzymania ciągłej zdolności do lotu.
W14	Podwozia: funkcje, układy i schematy konstrukcyjne, szczegółowe wymagania projektowe, analiza masowa, budowa i konstrukcja (amortyzatory, tłumiki, koła, płozy, pływaki), materiały, mocowanie podwozia do struktury śmigłowca, obciążenia (lądowanie, wodowanie), drgania (rezonans naziemny), zasady utrzymania ciągłej zdolności do lotu.
W15	Kolokwium
Treści programowe przedmiotu	
Forma zajęć – projektowanie	
	Treści programowe
P1	Formułowanie wymagań projektowych dla hipotetycznego śmigłowca. Wyznaczenie podstawowych parametrów śmigłowca (masy, moc niezbędna silnika, średnica wirnika głównego i pomocniczego, ilość paliwa, wskaźniki efektywności projektowanego śmigłowca, cena, koszt eksploatacji).
P2-4	Wyznaczenie parametrów wirnika nośnego (szczegółowe parametry geometryczne, kinematyczne, masowe, obciążenia dla wybranych przypadków użytkowania).
P5-6	Wyznaczenie parametrów wirnika pomocniczego (szczegółowe parametry geometryczne, kinematyczne, masowe, obciążenia dla wybranych przypadków użytkowania).
P7	Projekt płytkowego ciągu skrotnego w piaście wirnika nośnego

	(obciążeń, parametry geometryczne, wytrzymałość).
P8	Ocena wysiłku pilota potrzebnego do sterowania hipotetyczną powierzchnią aerodynamiczną (łopata wirnika, statecznikiem).
P9	Obliczenia wytrzymałościowo – dynamiczne popychacza w układzie sterowania i wału przeniesienia napędu.
P10-11	Obliczenia obciążeń zasadniczych działających na śmigłowiec podczas wykonywania zwrotu w zawisie.
P12	Obliczenia obciążeń zasadniczych działających na śmigłowiec podczas wybranych przypadków lądowania.
P13-14	Wprowadzanie sił skupionych w strukturę kadłuba.
P15	Zaliczenie

Metody dydaktyczne	
1	Wykład prowadzony metodą informacyjną z uwzględnieniem problemów obliczeniowych i przy wykorzystaniu technik audiowizualnych
2	Zajęcia projektowe wykonywane z wykorzystaniem komputerowych metod projektowania.

Obciążenie pracą studenta	
Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z wykładowcą, w tym:	
<i>realizowane w formie zajęć wykładowych</i>	30
<i>realizowane w formie zajęć projektowych</i>	30
<i>realizowane w formie konsultacji w odniesieniu do wykładów</i>	2
<i>realizowane w formie konsultacji w odniesieniu do zajęć projektowych</i>	2
Praca własna studenta, w tym:	
<i>Praca własna nad projektem</i>	24
<i>Przygotowanie się do egzaminu</i>	12
Łączny czas pracy studenta	100
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu:	4
Liczba punktów ECTS w ramach zajęć o charakterze praktycznym	

Literatura podstawowa i uzupełniająca	
1	Bogdanow J. S., Szabelski K.: Podstawy konstrukcji śmigłowców. Politechnika, Lubelska Wydawnictwa Uczelniane 1991.

2	Szabelski K. i inni: Wstęp do konstrukcji śmigłowców. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności Warszawa 1995.
3	Mil M.L.: Wjertoliety. Raszczet i projektirowanije. Izd. Maszynostrojenije, Moskwa 1967.
4	Esaulow S.Ju., Dmitriew I. S.: Sistemy uprawlienija odnowintowych wjertolietów. Izd. Maszynostrojenije, Moskwa 1969.
5	Dalin B.N.: Konstrukcija wjertolietow. Izd. Maszynostrojenije, Moskwa 1971.
6	Jonson W.: Helicopter theory, Princeton Univeristy Press 1980
7	Bratuchin J.P.: Projektowanie i konstrukcje śmigłowców. Państwowe Wydawnictwa Techniczne 1958.
8	Тищенко М.Н., Некрасов А.В., Радин А.С.: Вертолеты выбор параметров при проектировании. Издательство Машиностроение Москва 1976.
	Literatura uzupełniająca
9	Жустрин Г.К., Кронштадтов В.В.: Весовые характеристики ветолета и их предварительный расчет. Издательство Машиностроение Москва 1978.
10	Михеев Р.А.: Прочность вертолетов. Издательство Машиностроение Москва 1984.
11	Бахов О.П.: Аэроупругость и динамика конструкции вертолета. Издательство Машиностроение Москва 1985.
13	Акимов А.И., Берестов Л.М., Михеев Р.А.: Летные испытания вертолетов. Издательство Машиностроение Москва 1994.
14	Завалов О.А.: Конструкция вертолетов. Издательство МАИ Москва 2004.
15	Володко А.М.: Вертолёт усложнённых условиях эксплуатации. Университет Книжный Дом, Москва 2007.
16	Currey N.S.: Aircraft landing gear design, principles and practices. AIAA 1988.
17	Bielawa R.L.: Rotary wing structural dynamics and aeroelasticity. AIAA 1992.
18	Scanlan R.H., Rosenbaum R.: Drgania i flatter samolotów. Państwowe Wydawnictwo Naukowe Warszawa 1964.
19	Szulżenko M.N., Mostowoj A.S.: Konstrukcja samolotów. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności Warszawa 1970.
20	Cymerkiewicz R.: Budowa samolotów. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności Warszawa 1982.
21	Leishman J.G.: Principles of helicopter aerodynamics. Cambridge University Press.
22	Bramwell A.R.S.: Helicopter Dynamics, 2001
23	Witkowski R.: Budowa i pilotaż śmigłowców. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1979.

Macierz efektów kształcenia					
Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu kształcenia do efektów zdefiniowanych dla całego programu (PEK)	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Metoda oceny
EK 1	MBM2A-W08 ++	[C1, C2]	[W1, W2, W3]	[1, 2]	[O1,O2]
EK 2	MBM2A-W08 ++	[C1, C2, C3, C4]	[W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7, W8, W9, W10, W11, W12]	[1, 2]	[O1,O2]
EK 3	MBM2A-W08 ++	[C3, C4]	[W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7, W8, W9, W10, W11, W12, P9]	[1, 2]	[O1,O2]
EK 4	MBM2A-W08 ++	[C3]	[W4, W5, W6, W7, W8, W9, W10, W11, W12]	[1]	[O1,O2]
EK 5	MBM2A-W08 ++	[C3]	[W6]	[1]	[O1,O2]
EK 6	MBM2A-U21 ++	[C1, C2]	[W1, W2, W3]	[1]	[O1,O2]
EK 7	MBM2A-U09 ++	[C3, C4]	[W1, W2, W3]	[1]	[O1,O2]
EK 8	MBM2A-U12 ++	[C3]	[W4, W5, W6, W7, W8, W9, W10, W11, W12, P6, P7, P8]	[1, 2]	[O1,O2]

EK 9	MBM2A-U09 ++	[C3]	[W3, W4, W5, W6, W7, W8, W9, W10, W11, W12, P1, P2, P3, P4, P5]	[1, 2]	[O1,O2]
EK 10	MBM2A-K01 ++	[C1, C2, C3, C4]	[W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7, W8, W9, W10, W11, W12, ĆW1, ĆW2, ĆW3, ĆW4, ĆW5, ĆW6]	[1, 2]	[O1,O2]
EK 11	MBM2A-K06 ++	[C1, C2, C3, C4]	[W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7, W8, W9, W10, W11, W12, ĆW1, ĆW2, ĆW3, ĆW4, ĆW5, ĆW6]	[1, 2]	[O1,O2]
EK 12	MBM2A-K03 ++	[C1, C2, C3, C4]	[W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7, W8, W9, W10, W11, W12, ĆW1, ĆW2, ĆW3, ĆW4, ĆW5, ĆW6]	[1, 2]	[O1,O2]

Metody i kryteria oceny		
Symbol metody oceny	Opis metody oceny	Próg zaliczeniowy
O1	Prezentacja i obrona projektu -	<i>80%</i>
O2	<i>Zaliczenie pisemne lub ustne w przypadku wątpliwości co do wyniku zaliczenia pisemnego</i>	<i>60%</i>

Autor programu:	dr inż. Tomasz Łusiak
Adres e-mail:	wm.ktmp@pollub.pl
Jednostka organizacyjna:	Katedra Termodynamiki, Mechaniki Płynów i Napędów Lotniczych