

KARTA INFORMACYJNA MODUŁU

ZATWIERDZAM
Prof. dr hab. inż. Andrzej DOBROWOLSKI
 Wydziału Elektroniki WAT

Nazwa modułu:	<i>Mechanika płynów 2</i>	<i>Fluid Mechanics 2</i>
Kod modułu:	WELDXCNI-MP2	
Język wykładowy:	polski	
Profil kształcenia:	ogólnoakademicki	
Forma studiów:	niestacjonarne	
Rodzaj studiów:	studia I stopnia	
Rodzaj modułu:	obowiązkowy	
Obowiązuje od naboru:	2017	
Forma zajęć, liczba godzin/rygor, razem godz., pkt ECTS:	W 10/+ ; L 8/+ ; Razem: 18, 3 pkt ECTS	
Moduły wprowadzające:	<i>Mechanika płynów 1 Wymagania wstępne: podstawowe równania mechaniki płynów, elementy hydrauliki, przepływy przez kanały zamknięte i otwarte. Zakresy prędkości przepływu gazu, wpływ ściśliwości na parametry pola przepływu</i> <i>Termodynamika techniczna 1 Wymagania wstępne: ciepło, praca, energia i energia wewnętrzna. Przemiany nieodwracalne</i>	
Program:	semestr studiów / kierunek studiów / specjalność semestr trzeci / energetyka / wszystkie specjalności	
Autor:	dr hab. inż. Stanisław WRZESIEŃ, mjr dr. inż. Michał FRANT mgr inż. Maciej MAJCHER	
Jednostka organizacyjna odpowiedzialna za moduł	Zakład Aerodynamiki i Termodynamiki Instytutu Techniki Lotniczej Wydział Mechatroniki i Lotnictwa	
Skrócony opis modułu:	Jednowymiarowe równanie zachowania, przepływy z wymianą ciepła, przepływy w dyszach. Jednowymiarowa teoria maszyn wirnikowych. Podstawowe równanie promieniowych maszyn przepływowych, dynamiczne oddziaływanie strumienia na powierzchnie nieruchome i powierzchnie ruchome. Wybrane zagadnienia opływu profilu izolowanego, charakterystyki aerodynamiczne profilu. Dynamika przepływu gazu przez kanały międzypatkowe maszyn osiowych. Przepływ płaski przez palisadę profili.	
Pełny opis modułu (treści programowe):	Wykład / metoda werbalno-wizualna wykorzystaniem nowoczesnych technik multimedialnych (prezentacji z elementami animacji i ilustracjami przykładowych rozwiązań). 1. Jednowymiarowe równanie zachowania wynikające z uśredniania parametrów przepływowych. / 1+1 ^x Formułowanie zagadnień jednowymiarowych dla niektórych ważnych z technicznego punktu widzenia przypadków. Równania zachowania dla przepływu jednowymiarowego (przypadek kanału o zmiennym przekroju S , w którym następuje zmiana parametrów zarówno wzdłuż kierunku przepływu jak i w czasie t). Równanie bilansu entropii. Analiza i dyskusja możliwych przypadków jednowymiarowych uśrednionych równań zachowania. 2. Przepływy w dyszach. Zasady kształtowania dysz /1+1 ^x Izentropowy przypadek przepływu gazu kanał o zmiennej geometrii, analiza geometrii kanałów na zmianę prędkości. Dysza de Laval, jednowymiarowa	

metoda obliczeniowa parametrów dla dyszy de Laval, warunki pracy dyszy. Dysza poddźwiękowa - elipsa prędkości. Przepływy z wymianą ciepła.

3. Jednowymiarowa teoria maszyn wirnikowych./2

Założenia jednowymiarowej teorii maszyn hydraulicznych, klasyfikacja tych maszyn, schematy poszczególnych maszyn hydraulicznych. Zarys jednowymiarowej teorii maszyn wirnikowych, podstawowe równania teorii, równanie zasady zachowania energii mechanicznej.

4. Model wirnika maszyny promieniowej, podstawowe równania maszyn przepływowych. Moment działający na wirnik maszyny. /1+1^x

Schemat wirnika maszyny o przepływie promieniowym dla silnika i maszyny roboczej, zadania teorii wirnika maszyny hydraulicznej. Bilans energii cieczy przepływającej przez wirnik, pierwsza postać podstawowego równania teorii maszyn hydraulicznych. Moment działający na wirnik maszyny, druga postać podstawowego równania promieniowych maszyn przepływowych. Pojęcie sprawności hydraulicznej, równanie teorii hydraulicznych maszyn roboczych i silników z uwzględnieniem sprawności hydraulicznej.

5. Dynamiczne oddziaływanie strumienia na powierzchnie nieruchome i powierzchnie ruchome./2

Reakcje wywierane przez płyn na ścianki kanałów, podstawowe równanie do obliczenia takiej reakcji, równanie zachowania pędu dla tzw. jednowymiarowej teorii w mechanice płynów. Dynamiczne oddziaływanie strug swobodnych na powierzchnie nieruchome, reakcja strugi na nieruchomą ściankę zakrzywioną, wektorowy trójkąt sił. Dynamiczne oddziaływanie strug swobodnych na powierzchnie ruchome, zależność na reakcję od nadciśnienia w ruchu względnym. Przypadek dynamicznego oddziaływanie strug swobodnych dla turbin akcyjnych.

6. Wybrane zagadnienia opływu profilu./ 1+1^x

Ruch płaski płynu i zastosowania takiego modelu przepływu do przepływów, mających znaczenie w technice. Podstawowe geometryczne charakterystyki profilu izolowanego i parametry zależne od parametrów opływu. Siły i momenty aerodynamiczne w opływie profilu, współczynniki aerodynamiczne profilu. Doświadczalne charakterystyki współczynnika oporu, możliwości oceny analitycznej. Wpływ parametrów geometrycznych na charakterystyki aerodynamiczne profili lotniczych. Składowe oporu w funkcji kąta natarcia.

7. Przepływ płaski przez palisadę profili./2

Wstęp do aerodynamiki maszyn przepływowych, dwa rodzaje palisad: palisada kołową i palisada prostoliniową. Palisada przyspieszająca, palisada opóźniająca i palisada akcyjna. Reakcja płynu na profil w palisadzie, związki występujące między przepływem przez palisadę prostoliniową, a opływem profilu „izolowanego”. Kluczowe różnice między profilem w układzie palisadzie i profilem pojedynczym. Rozkład ciśnień na profilu w palisadzie i straty przepływu przez palisadę, wpływu lepkości.

Laboratoria / metoda praktyczna

1. Jakościowe badania w mechanice płynów./ 1+1^x

Typy metod badawczych w mechanice płynów. Przedstawienie wybranych jakościowych metod badawczych - wizualizacja przepływów

2. Wyznaczanie krytycznych liczb Reynoldsa./ 1+1^x

Doświadczalne wyznaczenie granicy pomiędzy przepływem laminarnym i turbulentnym - krytycznej liczby Reynoldsa dla przepływów w rurociągach o przekroju kołowym.

3. Badanie ustalonych przepływów w przewodach. Wyznaczanie strat przepływu w rurociągach/1+1^x

Wyznaczanie rozkładu prędkości w ustalonym przepływie w przewodzie. Wyznaczanie strat tarcia i strat miejscowych w instalacji hydraulicznej

4. Wyznaczanie rozkładu ciśnienia na profilu./ 1+1^x

Wyznaczenie rozkładu ciśnień na profilu kołowym. Wyznaczenie współczynnika oporu profilu kołowego na podstawie rozkładu ciśnień

5. Badanie wpływu ściśliwości powietrza na parametry przepływu./ 1+1^x

Wyznaczenie wpływu ściśliwości powietrza na parametry przepływu w

	zweżającym się przewodzie 6. Wyznaczanie charakterystyk turbiny Francisa. / 1+1^x Doświadczalne wyznaczenie podstawowych charakterystyk turbiny Francisa. 7. Wyznaczanie parametrów przepływu przez dyszę. / 1+1^x Wyznaczenie zmian parametrów przy przepływie przez dyszę 8. Wyznaczanie parametrów przepływu przez palisadę profili. / 1+1^x Wyznaczenie parametrów przepływu przez palisadę profili. Wpływ zmian podstawowych parametrów geometrycznych palisady na przepływ w palisadzie. ^x zagadnienia realizowane indywidualnie przez studenta studiów niestacjonarnych
Literatura:	podstawowa: 1. B. Chlebny, W. Sobieraj, S. Wrzesień, Mechanika płynów, WAT, 2003, (S-58951) 2. R. Puzyrewski, J. Sawicki, Podstawy mechaniki płynów i hydrauliki, PWN, 1998 (55063) 3. C. Gołębiowski, E. Łuczywek, E. Walicki, Zbiór zadań z mechaniki płynów, PWN, 1975, (36910); 4. R. Gryboś, Zbiór zadań z technicznej mechaniki płynów, 2002; (58593/Hd.31); uzupełniająca: 1. W.J. Prosnak, Mechanika płynów, Tom I, Warszawa PWN, 1972, (32220) 2. R. Gryboś, Podstawy mechaniki płynów, część 1, Warszawa, PWN, 1998 (55065) 3. Materiały własne Zakładu Aerodynamiki i Termodynamiki.
Efekty kształcenia:	<i>Symbol i nr efektu modułu / efekt kształcenia / odniesienie do efektu kierunkowego</i> W1/Ma wiedzę w zakresie metod matematycznych opisu i analizy działania systemów energetycznych, w tym metod uproszczonych stosowanych w analitycznych analizach przepływu w układach energetycznych /K_W01 W2/Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie projektowania, konstrukcji i zasad działania podstawowych części przepływowych maszyn energetycznych/K_W06 U1/Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie w zakresie badań doświadczalnych mechaniki płynów/K_U01 U2/Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi pomiar podstawowych wielkości charakteryzujących elementy i układy energetyczne/K_U14
Metody i kryteria oceniania (sposób sprawdzania osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów kształcenia) :	<i>Przedmiot zaliczany jest na podstawie wyników zaliczeń.</i> Ćwiczenia laboratoryjne zaliczane są na podstawie: zaliczenia z oceną <i>Zaliczenie przedmiotu jest prowadzone w formie kolokwium i rozmowy.</i> <i>Warunkiem dopuszczenia do zaliczenia jest uzyskanie pozytywnej oceny z ćwiczeń laboratoryjnych</i> <i>Osiągnięcie efektu kształcenia W1 i W2 jest weryfikowane na podstawie oceny pytań zawierających 2 obszary zagadnień (1 - wiedzę w zakresie metod matematycznych opisu i analizy działania systemów energetycznych, w tym metod uproszczonych stosowanych w analitycznych analizach układów energetycznych, 2 – wiedza w zakresie projektowania, konstrukcji i zasad działania podstawowych części przepływowych maszyn energetycznych. Każdy obszar zawiera 3 stopniowane poziomy wiedzy (np. poprawne odpowiedzi [1-4]a – ocena dst; [1-4]a i b- ocena db; [1-4] a,b,c -ocena bdb). Kolokwium jest przeprowadzane w ograniczonym czasie 2 godzin z możliwością udzielania drobnych wskazówek lub bez ograniczeń czasowych (opracowanie zagadnień w domu z nieograniczonym dostępem do wszelkich źródeł informacji). Po wstępnej ocenie odpowiedzi następuje</i>

część ustna w której każdy student wyjaśnia ewentualne błędy, nieścisłości lub wątpliwości czy jest to wiedza nabyta.

Ocenę **bardzo dobrą (5)** otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty kształcenia na poziomie 91-100%.

1. Posiada pełną wiedzę w zakresie metod matematycznych opisu i analizy działania systemów energetycznych, w tym metod uproszczonych stosowanych w analitycznych analizach przepływu w układach energetycznych (W1) – pytania (1-2) a, b i c.
2. Ma w pełni uporządkowaną wiedzę w zakresie projektowania, konstrukcji i zasad działania podstawowych części przepływowych maszyn energetycznych (W2) – pytania (3-4) a, b i c.

Ocenę **dobrą plus (4,5)** otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty kształcenia na poziomie 81-90%.

1. Posiada pełną wiedzę w zakresie metod matematycznych opisu i analizy działania systemów energetycznych, w tym metod uproszczonych stosowanych w analitycznych analizach przepływu w układach energetycznych i z niewielkimi błędami, z niewielką pomocą lub wskazówkami opisuje wszystkie wskazane w pytaniach sprawdzających zagadnienia w obszarze efektu (W1) – pytania (1-2) a, b i c
2. Ma w pełni uporządkowaną wiedzę w zakresie projektowania, konstrukcji i zasad działania podstawowych części przepływowych maszyn energetycznych i z niewielkimi błędami, z niewielką pomocą lub wskazówkami opisuje wszystkie wskazane w pytaniach sprawdzających zagadnienia w obszarze efektu (W2) – pytania (3-4) a, b i c.

Ocenę **dobrą (4)** otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty kształcenia na poziomie 71-80%.

1. Posiada pełną w zakresie metod matematycznych opisu i analizy działania systemów energetycznych, w tym metod uproszczonych stosowanych w analitycznych analizach przepływu w układach energetycznych (W1) – pytania (1-2) a i b .
2. Ma w pełni uporządkowaną wiedzę w zakresie projektowania, konstrukcji i zasad działania podstawowych części przepływowych maszyn energetycznych (W2) – pytania (3-4) a i b.

Ocenę **dostateczną plus (3,5)** otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty kształcenia na poziomie 61-70%.

1. Posiada pełną wiedzę w zakresie metod matematycznych opisu i analizy działania systemów energetycznych, w tym metod uproszczonych stosowanych w analitycznych analizach przepływu w układach energetycznych i z niewielkimi błędami, z niewielką pomocą lub wskazówkami opisuje wszystkie wskazane w pytaniach sprawdzających zagadnienia w obszarze efektu (W1) – pytania (1.2) a i b.
2. Ma w pełni uporządkowaną wiedzę w zakresie projektowania, konstrukcji i zasad działania podstawowych części przepływowych maszyn energetycznych i z niewielkimi błędami, z niewielką pomocą lub wskazówkami opisuje wszystkie wskazane w pytaniach sprawdzających zagadnienia w obszarze efektu (W2) – pytania (3-4) a i b.

Ocenę **dostateczną (3)** otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty kształcenia na poziomie 51-60%.

1. w zakresie metod matematycznych opisu i analizy działania systemów energetycznych, w tym metod uproszczonych stosowanych w analitycznych analizach przepływu w układach energetycznych (W1) – pytania (1-2) a.
2. Ma w pełni uporządkowaną wiedzę w zakresie projektowania, konstrukcji i zasad działania podstawowych części przepływowych maszyn energetycznych (W2) – pytania (3-4) a.

Ocenę **niedostateczną (2)** otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty kształcenia na poziomie równym lub niższym niż 50%.

Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych na ocenę odbywa się pod warunkiem uczestniczenia studenta we wszystkich ćwiczeniach laboratoryjnych na podstawie średniej z pozytywnych ocen za przedstawione sprawozdania z tych ćwiczeń, przy czym student może nie zostać dopuszczony do uczestniczenia w ćwiczeniu w przypadku nieznanomości zagadnień obejmujących wiedzę dotyczącą tematu danego ćwiczenia i rażącej nieznanomości instrukcji do przeprowadzenia danego ćwiczenia

Ocenę **bardzo dobrą 5,0 (bdb)** otrzymuje student który osiągnął zakładane efekty kształcenia na poziomie 91-100%.

1. Potrafi prawidłowo i samodzielnie interpretować uzyskane wyniki badań, wykorzystując wiedzę uzyskaną w ramach zajęć z przedmiotu mechanika płynów, z rozszerzonej literatury przedmiotu oraz innych źródeł (U1).
2. Potrafi samodzielnie i prawidłowo dobrać i posłużyć się metodami badawczymi w celu wykonania pomiaru podstawowych wielkości charakteryzujących elementy i układy energetyczne (U2)
3. Potrafi samodzielnie i bezbłędnie dobrać urządzenia do pomiaru podstawowych wielkości charakteryzujących elementy i układy energetyczne oraz bezbłędnie się nimi posłużyć (U2)

Ocenę **dobrą plus 4,5 (db+)** otrzymuje student który osiągnął zakładane efekty kształcenia na poziomie 81-90%.

1. Potrafi samodzielnie lub tylko z niewielką pomocą prawidłowo interpretować uzyskane wyniki badań, wykorzystując wiedzę uzyskaną w ramach zajęć z przedmiotu mechanika płynów, z rozszerzonej literatury przedmiotu oraz innych źródeł (U1).
2. Potrafi z niewielką tylko pomocą prawidłowo dobrać i posłużyć się metodami badawczymi w celu wykonania pomiaru podstawowych wielkości charakteryzujących elementy i układy energetyczne (U2)
3. Potrafi z niewielką tylko pomocą dobrać urządzenia do pomiaru podstawowych wielkości charakteryzujących elementy i układy energetyczne oraz bezbłędnie się nimi posłużyć (U2)

Ocenę **dobrą 4,0 (db)** otrzymuje student który osiągnął zakładane efekty kształcenia na poziomie 71-80%.

1. Potrafi samodzielnie lub tylko z niewielką pomocą prawidłowo lub z drobnymi błędami interpretować uzyskane wyniki badań, wykorzystując wiedzę uzyskaną w ramach zajęć z przedmiotu mechanika płynów, z podstawowej literatury przedmiotu oraz innych źródeł (U1).
2. Potrafi z niewielką tylko pomocą z niewielkimi błędami dobrać i posłużyć się metodami badawczymi w celu wykonania pomiaru podstawowych wielkości charakteryzujących elementy i układy energetyczne (U2)
3. Potrafi z niewielką tylko pomocą dobrać urządzenia do pomiaru podstawowych wielkości charakteryzujących elementy i układy energetyczne i niewielką tylko pomocą potrafi się nimi posłużyć (U2)

Ocenę **dostateczną plus 3,5 (dst+)** otrzymuje student który osiągnął zakładane efekty kształcenia na poziomie 61-70%.

1. Potrafi samodzielnie lub tylko z niewielką pomocą prawidłowo lub z drobnymi błędami interpretować uzyskane wyniki badań, wykorzystując wiedzę uzyskaną w ramach zajęć z przedmiotu mechanika płynów, z podstawowej literatury przedmiotu oraz innych źródeł (U1).
2. Potrafi z pomocą z niewielkimi błędami dobrać i posłużyć się metodami badawczymi w celu wykonania pomiaru podstawowych wielkości charakteryzujących elementy i układy energetyczne (U2)
3. Potrafi z pomocą dobrać urządzenia do pomiaru podstawowych wielkości charakteryzujących elementy i układy energetyczne i niewielką tylko pomocą potrafi się nimi posłużyć (U2)

	Ocenę dostateczną 3,0(dst) otrzymuje student który osiągnął zakładane efekty kształcenia na poziomie 51-60%. 1. Potrafi na podstawie udostępnionej instrukcji, podstawowej literatury przedmiotu prawidłowo lub z drobnymi błędami samodzielnie lub tylko z niewielką pomocą zidentyfikować problem badawczy w ramach przygotowania do ćwiczenia laboratoryjnego a także korzystając sporadycznie z pomocy dokonać prawidłowej i rzetelnej oceny uzyskanych wyników (U1). 2. Potrafi na podstawie udostępnionej instrukcji z niewielkimi błędami dobrać i posłużyć się metodami badawczymi w celu wykonania pomiaru podstawowych wielkości charakteryzujących elementy i układy energetyczne (U2) 3. Potrafi na podstawie udostępnionej instrukcji dobrać urządzenia do pomiaru podstawowych wielkości charakteryzujących elementy i układy energetyczne i z pomocą potrafi się nimi posłużyć (U2) Ocenę niedostateczną (2) otrzymuje student, który osiągnął zakładane efekty kształcenia na poziomie równym lub niższym niż 50% lub nie uczestniczył we wszystkich zajęciach laboratoryjnych lub nie otrzymał pozytywnej oceny ze wszystkich sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych.
Bilans ECTS (nakład pracy studenta):	aktywność / obciążenie studenta w godz. 1. Udział w wykładach / 10 2. Udział w laboratoriach / 8 3. Udział w ćwiczeniach / 0 4. Udział w seminariach / 0 5. Samodzielne studiowanie tematyki wykładów / 20 6. Samodzielne przygotowanie do laboratoriów / 20 7. Samodzielne przygotowanie do ćwiczeń / 0 8. Samodzielne przygotowanie do seminarium / 0 9. Realizacja projektu / 0 10. Udział w konsultacjach / 16 11. Przygotowanie do egzaminu / 0 12. Przygotowanie do zaliczenia / 14 13. Udział w zaliczeniu / 2 Sumaryczne obciążenie pracą studenta: 90 godz./3 ECTS Zajęcia z udziałem nauczycieli (1+2+3+4+9+10+13): 36 godz./1,2 ECTS Zajęcia powiązane z działalnością naukową/ Zajęcia o charakterze praktycznym¹ 8 godz./0,3 ECTS

Autor/autorzy
dr hab. inż. Stanisław WRZESIEN
mjr dr. inż. Michał FRANT
mgr inż. Maciej MAJCHER

.....
Podpis / podpisy

Kierownik
jednostki organizacyjnej odpowiedzialnej za moduł

.....
Instytutu Techniki Lotniczej WML

.....
Pieczeń i podpis
prof. dr hab. inż. Aleksander OLEJNIK

¹ wybrać stosownie do profilu studiów