

## KARTA INFORMACYJNA MODUŁU

„ZATWIERDZAM”  
DZIEKAN WYDZIAŁU ELEKTRONIKI



.....  
prof. dr hab. inż. Andrzej DOBROWOLSKI

Nazwa modułu:	<i>termodynamika techniczna 2</i>	<i>technical thermodynamics 2</i>
Kod modułu:		
Język wykładowy:	<i>polski</i>	
Profil kształcenia:	<i>ogólnoakademicki</i>	
Forma studiów:	<i>niestacjonarne</i>	
Rodzaj studiów:	<i>studia pierwszego stopnia</i>	
Rodzaj modułu:	<i>Kierunkowy, obowiązkowy</i>	
Obowiązuje od naboru:	2017	
Forma zajęć, liczba godzin/rygor, razem godz., pkt ECTS:	W 10 /+, C 0, L 8 /z; <b>razem: 18 godz., 2 pkt ECTS</b>	
Moduły wprowadzające:	<p><b>analiza matematyczna 1</b> / znajomość funkcji elementarnych, znajomość podstaw rachunku macierzowego i umiejętność rozwiązywania układów liniowych równań algebraicznych;</p> <p><b>analiza matematyczna 2</b> / znajomość rachunku różniczkowego i całkowego funkcji jednej i więcej zmiennych z uwzględnieniem wyznaczania całki oznaczonej;</p> <p><b>fizyka 1 i 2</b> / znajomość podstawowych wielkości fizycznych, znajomość metod formułowania i rozwiązywania problemów fizycznych, znajomość podstawowych praw zachowania, umiejętność rozróżnienia fenomenologicznych i statystycznych metod opisu zagadnień fizyki;</p> <p><b>mechanika techniczna 1</b> / znajomość wielkości mechanicznych oraz podstawowych praw mechaniki;</p> <p><b>mechanika płynów 1</b> / znajomość podstawowych zależności mechaniki płynów</p> <p><b>podstawy metrologii</b> / znajomość zasad działania podstawowych przyrządów i systemów pomiarowych</p> <p><b>termodynamika techniczna 1:</b> znajomość podstawowych pojęć, praw i zasad termodynamiki</p>	
Program:	semestr trzeci / energetyka / wszystkie specjalności	
Autor:	Prof. dr hab. inż. Janusz TERPIŁOWSKI, prof. dr hab. inż. Piotr KONIORCZYK, prof. dr hab. inż. Andrzej PANAS, dr hab. inż. Janusz ZMYWACZYK, prof. WAT	
Jednostka organizacyjna odpowiedzialna za moduł	<i>Wydział Mechatroniki i Lotnictwa</i>	
Skrócony opis modułu:	Podstawowe pojęcia i prawa w wymianie ciepła. Ustalone przewodzenie ciepła dla układów o prostej geometrii. Wyznaczanie współczynników przejmowania ciepła i strumieni ciepła przy mieszanej wymianie ciepła. Konwekcja wymuszona i konwekcja swobodna. Podstawowe własności promieniowania cieplnego.	

<p>Pełny opis modułu (treści programowe):</p>	<p>Wykład / metoda werbalno-wizualna z wykorzystaniem nowoczesnych technik multimedialnych (prezentacji z elementami animacji, ilustracje i schematy przykładowych rozwiązań)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Podstawowe prawa przewodzenia ciepła / 2 / Pole temperatury, podstawowe mechanizmy wymiany ciepła. Przewodzenie ciepła.</li> <li>2. Ustalone przewodzenie ciepła w ciałach stałych – cz.1 / 2 / Ustalone przewodzenie ciepła przez ściankę płaską i walcową.</li> <li>3. Ustalone przewodzenie ciepła w ciałach stałych – cz.2 / 2 / Ustalona wymiana ciepła przez pręty i żebra. Wyznaczanie współczynników przejmowania ciepła i strumieni ciepła przy mieszanej wymianie ciepła.</li> <li>4. Analityczne metody rozwiązywania zagadnień przewodnictwa ciepła. Przejmowanie ciepła / 2 / Opis analityczny zagadnień przewodnictwa cieplnego. Konwekcja wymuszona i konwekcja swobodna.</li> <li>5. Wymiana ciepła przez promieniowanie / 2 / Podstawowe własności promieniowania cieplnego.</li> </ol> <p>Ćwiczenia / metoda werbalno – praktyczna polegająca na rozwiązywaniu zadań w celu uporządkowania, ugruntowania i upraktycznienia wiedzy</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ustalone przewodzenie ciepła w ciałach stałych – cz.1 / 2<sup>x</sup> / Ustalone przewodzenie i przenikanie ciepła przez ścianki płaskie i walcowe.</li> <li>2. Ustalone przewodzenie ciepła w ciałach stałych – cz.2 / 2<sup>x</sup> / Wymiana ciepła przez pręty i żebra. Przejmowanie ciepła.</li> <li>3. Wymiana ciepła przez promieniowanie / 2<sup>x</sup> / Wymiana ciepła przez promieniowanie – podstawowe zagadnienia.</li> </ol> <p>Laboratoria / Ćwiczenia laboratoryjne polegają na wykonywaniu przez grupę studentów pomiarów i badań z wykorzystaniem dedykowanych stanowisk laboratoryjnych</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Przewodzenie ciepła przez ściankę / 2 / Pomiar przewodności cieplnej ciał stałych</li> <li>2. Wyznaczanie dyfuzyjności cieplnej ciał stałych / 2 / Pomiar dyfuzyjności cieplnej ciał stałych w warunkach uporządkowanej wymiany ciepła.</li> <li>3. Badanie efektu Joule'a - Thomsona / 2<sup>x</sup> / Badanie efektu Joule'a – Thomsona na stanowisku laboratoryjnym. Krzywa inwersji.</li> <li>4. Termometry rezystancyjne / 2 / Pomiary temperatury termometrami rezystancyjnymi. Pomiar temperatury tłoka silnika.</li> <li>5. Modelowanie zagadnień wymiany ciepła / 2<sup>x</sup> / Określenie ustalonego pola temperatury metodą modelowania analogowego.</li> <li>6. Promieniowanie cieplne / 2 / Badania kolektora słonecznego</li> <li>7. Promieniowanie / 2<sup>x</sup> / Badanie ogniw i baterii słonecznych</li> </ol>
<p>Literatura:</p>	<p>Podstawowa:  Wiśniewski S.: <i>Termodynamika techniczna</i>, WNT, Warszawa 1980, 1987,  Szargut J.: <i>Termodynamika</i>, PWN, Warszawa 1985 (także: Wyd. Pol. Śl., Gliwice, 2011),  Wiśniewski S., Wiśniewski T.: <i>Wymiana ciepła</i>, WNT, Warszawa 2000,  Panas A., Zmywaczyk J., Koniorczyk P.: <i>Termodynamika. Zbiór zadań, cz. 1</i>. WAT, Warszawa 1997,  Terpiłowski J., Wiśniewski S., <i>Termodynamika. Zbiór zadań, cz. 2</i>. WAT, Warszawa 1974,  Terpiłowski J., Panas A., Wiśniewski S., Preiskorn M., Koniorczyk P., Zmywaczyk J., Szodrowski S.: <i>Termodynamika. Pomiary cieplne</i>. WAT, Warszawa 1994;</p> <p>Uzupełniająca:  Buchowski H., Ufnalski W.: <i>Podstawy termodynamiki</i>. WNT, Warszawa 1998,  Michalski L., Eckersdorf K., Kucharski J.: <i>Termometria. Przyrządy i pomiary</i>. Wyd. Pol. Łódzkiej, Łódź 1998,</p>

	<p>Banaszek J., Bzowski J., Domański R.: <i>Termodynamika. Przykłady i zadania</i>. Of. Wyd. Pol. Warszawskiej, Warszawa 1998,  Kondepudi D., Prigogine I.: <i>Modern Thermodynamics. From Heat Engines to Dissipative Structures</i>. John Willey &amp; Sons, New York 1998,  Gumiński K.: <i>Termodynamika</i>. PWN, Warszawa 1982,  Madejski J.: <i>Teoria wymiany ciepła</i>. Politechnika Szczecińska 1998,  Werle J.: <i>Termodynamika fenomenologiczna</i>. PWN, Warszawa 1957.</p>
<p>Efekt kształcenia:</p>	<p>W1 / zna podstawowe zasady i prawa termodynamiki oraz wymiany ciepła niezbędne do opisu i analizy działania podstawowych maszyn i urządzeń w systemach energetycznych / K_W02  W2 / ma uporządkowaną wiedzę w zakresie termodynamiki technicznej oraz w zakresie wymiany ciepła / K_W11  U1 / potrafi przeprowadzić analizę procesu termodynamicznego przy wykorzystaniu zdobytej wiedzy oraz informacji pozyskiwanych z literatury oraz wykonać proste obliczenia w zagadnieniach wymiany ciepła / K_U01  U2 / zna i potrafi zastosować właściwe metody i urządzenia do pomiaru wybranych parametrów termodynamicznych oraz wielkości charakterystycznych dla zagadnień wymiany ciepła / K_U09  K1 / ma świadomość ważności wpływu skutków działalności inżyniera, zajmującego się zagadnieniami maszyn i urządzeń energetycznych na stan środowiska naturalnego człowieka i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje / K_K02</p>
<p>Metody i kryteria oceniania (sposób sprawdzania osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów kształcenia) :</p>	<p>Przedmiot jest zaliczany na podstawie: <b>zaliczenia na ocenę</b>.  Ćwiczenia laboratoryjne są zaliczane na podstawie: <b>zaliczenia</b>.  Zaliczenie wykładów jest przeprowadzane w formie pisemnej z pytaniami testowymi oraz problemowymi z możliwością włączenia dodatkowego zaliczenia ustnego, które jest przeprowadzane w przypadku niejednoznacznego wyniku części pisemnej.  Warunkiem dopuszczenia do zaliczenia wykładów jest uzyskanie zaliczenia zajęć laboratoryjnych.  Przy ustalaniu oceny końcowej można uwzględnić oceny zaliczenia laboratoriów z wagą nieprzekraczającą 50%.  Efekty W1 i W2 oraz dodatkowo efekty U1 i U2 są sprawdzane podczas testu.  Efekty U2 i K1 są sprawdzane podczas zajęć laboratoryjnych oraz poprzez ocenę przedkładanych sprawozdań..  Zaliczenie zajęć laboratoryjnych jest przeprowadzane na podstawie średniej ocen testów sprawdzających przygotowanie do wykonania poszczególnych ćwiczeń oraz ocen pisemnych sprawozdań z wykonanych ćwiczeń.  Warunkiem koniecznym do uzyskania zaliczenia zajęć laboratoryjnych jest uzyskanie pozytywnych ocen odpowiedzi na pytania kontrolne i pozytywnych ocen pisemnych sprawozdań z wykonanego ćwiczenia.  Efekty W1 i W2 sprawdzane są przede wszystkim podczas egzaminu:  Ocenę <b>dostateczną (dst)</b> otrzymuje student, który:  1. Potrafi samodzielnie podać podstawowe zależności opisujące ustaloną wymianę ciepła  2. Zna i potrafi samodzielnie podać minimum 50% pojęć i zależności z zakresu tematyki poruszanej w trakcie zajęć (m.in. dot. podstaw teorii wymiany ciepła)  Ocenę <b>dostateczną plus (dst+)</b> otrzymuje student, który dodatkowo w stosunku do oceny dst:  1. Zna i potrafi samodzielnie podać minimum 70% pojęć i zależności z zakresu tematyki poruszanej w trakcie zajęć (m.in. dot. podstaw teorii wymiany ciepła)</p>

2. Potrafi samodzielnie podać sposób wykorzystania zależności podstawowych do analizy prostych zagadnień ustalonego przewodzenia ciepła

Ocenę **dobrą (db)** otrzymuje student, który dodatkowo w stosunku do oceny **dst+**:

1. Zna i potrafi samodzielnie podać minimum 90% pojęć i zależności z zakresu tematyki poruszanej w trakcie zajęć (m.in. dot. podstaw teorii wymiany ciepła)
2. Potrafi przedstawić wyprowadzenia większości relacji złożonych z zależności podstawowych

Ocenę **dobrą plus (db+)** otrzymuje student, który dodatkowo w stosunku do oceny **db**:

1. Potrafi samodzielnie przedstawić i wyjaśnić sposób wyprowadzenia większości relacji złożonych z zależności podstawowych
2. Potrafi samodzielnie sformułować opis teoretyczny prostego problemu ustalonej wymiany ciepła

Ocenę **bardzo dobrą (bdb)** otrzymuje student, który dodatkowo w stosunku do oceny **db+**: potrafi samodzielnie sformułować opis teoretyczny prostego problemu ustalonej wymiany ciepła i potrafi podać sposób jego rozwiązania

Ocenę **niedostateczną (ndst)** otrzymuje student, który nie spełnia przedstawionych powyżej wymogów.

Efekt U1 sprawdzany jest na ćwiczeniach audytoryjnych podczas wykonywania zadań oraz podczas kolokwium

Ocenę **dostateczną (dst)** otrzymuje student, który potrafi wykonać obliczenia z zakresu prostych problemów wymiany ciepła przez ściankę płaską i walcową:

Ocenę **dostateczną plus (dst+)** otrzymuje student, który potrafi wykonać obliczenia z zakresu prostych problemów wymiany ciepła przez pręty i żebra

Ocenę **dobrą (db)** otrzymuje student, który potrafi wykonać obliczenia z zakresu prostych problemów wymiany ciepła mając do dyspozycji wybrane zależności kryterialne

Ocenę **dobrą plus (db+)** otrzymuje student, który potrafi przeprowadzić analizę wymiany ciepła dla elementu układu technicznego z uwzględnieniem ewentualnych złożonych mechanizmów transportu ciepła (przewodzenia, konwekcji i promieniowania)

Ocenę **bardzo dobrą (bdb)** otrzymuje student, który potrafi samodzielnie i bezbłędnie wykonać wszystkie zadania określone w punktach niniejszego wykazu

Ocenę **niedostateczną (ndst)** otrzymuje student, który nie spełnia przedstawionych powyżej wymogów

Efekty U2 sprawdzane są łącznie podczas zajęć laboratoryjnych i poprzez ocenę przedkładanych sprawozdań

Ocenę **dostateczną (dst)** otrzymuje student, który:

1. Zna i przestrzega zasady bezpieczeństwa pracy w laboratorium
2. Potrafi samodzielnie zdefiniować i zinterpretować wyznaczone podczas planowanego badania wielkości
3. Potrafi samodzielnie przedstawić budowę i opisać sposób działania stanowiska badawczego
4. Potrafi przeprowadzić planowany pomiar (planowane badanie) we współpracy grupowej i przy konsultacji z prowadzącym zajęcia
5. Potrafi, we współpracy grupowej, opracować wyniki badań i przedstawić raport


Ocenę **dostateczną plus (dst+)** otrzymuje student, który potrafi, we współpracy grupowej, prawidłowo zinterpretować wynik przeprowadzonego doświadczenia

Ocenę **dobrą (db)** otrzymuje student, który:

1. Potrafi przeprowadzić planowany pomiar (planowane badanie) we współpracy grupowej
2. Potrafi przeprowadzić analizę błędów pomiarowego
3. Potrafi, we współpracy grupowej, bezbłędnie opracować wyniki badań i przedstawić raport

	<p>Ocenę <b>dobrą plus (db+)</b> otrzymuje student, który:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Potrafi zestawić stanowisko pomiarowe (zbudować model/opracować obiekt wirtualny)</li> <li>2. Potrafi samodzielnie opracować i zinterpretować wyniki badań</li> <li>3. Potrafi samodzielnie przeprowadzić analizę błędu pomiarowego uzasadnić jej wynik</li> </ol> <p>Ocenę <b>bardzo dobrą (bdb)</b> otrzymuje student, który:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Potrafi samodzielnie i bezbłędnie wykonać wszystkie zadania</li> <li>2. Potrafi powiązać uzyskany wynik ze zjawiskiem fizycznym charakterystycznym dla danego elementu instalacji energetycznych</li> </ol> <p>Ocenę <b>niedostateczną (ndst)</b> otrzymuje student, który nie spełnia przedstawionych powyżej wymogów</p> <p>Efekt K1 sprawdzany jest na podstawie obserwacji grupy podczas ćwiczeń rachunkowych i laboratoryjnych. Ocena za osiągnięcie tego efektu jest uzyskana łącznie z osiągnięciem efektów W1, W2, U1, U2.</p>
<p>Bilans ECTS (nakład pracy studenta):</p>	<p>aktywność / obciążenie studenta w godz.</p> <p><i>Studia stacjonarne i niestacjonarne</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Udział w wykładach / 10 godz.</li> <li>2. Udział w laboratoriach / 8 godz.</li> <li>3. Udział w ćwiczeniach / 0 godz.</li> <li>4. Udział w seminariach / 0 godz.</li> <li>5. Samodzielne studiowanie tematyki wykładów / 14 godz.</li> <li>6. Samodzielne przygotowanie do laboratoriów / 14 godz.</li> <li>7. Samodzielne przygotowanie do ćwiczeń / 12 godz.</li> <li>8. Samodzielne przygotowanie do seminarium / 0 godz.</li> <li>9. Realizacja projektu / 0 godz.</li> <li>10. Udział w konsultacjach / 4 godz.</li> <li>11. Przygotowanie do egzaminu / 0 godz.</li> <li>12. Przygotowanie do zaliczenia / 0 godz.</li> <li>13. Udział w egzaminie / 2 godz.</li> </ol> <p>Sumaryczne obciążenie pracą studenta: 64 godz./ 2 ECTS  Zajęcia z udziałem nauczycieli (1+2+3+4+9+10+13): 24 godz. / 1 ECTS  Zajęcia powiązane z działalnością naukową 45 godz./ 1,5 ECTS</p>

autorzy



prof. dr hab. inż. Janusz TERPIŁOWSKI  
prof. dr hab. inż. Piotr KONIORCZYK  
prof. dr hab. inż. Andrzej PANAS  
dr hab. inż. Janusz ZMYWACZYK, prof. WAT



kierownik

jednostki organizacyjnej odpowiedzialnej za moduł



Dyrektor Instytutu Techniki Lotniczej WML  
prof. dr hab. inż. Aleksander OLEJNIK

