

Wypełnia Zespól Kierunku	Nazwa modułu (bloku przedmiotów): <b>MASZYNY WIRNIKOWE</b>					Kod modułu: C.18.1	
	Nazwa przedmiotu: <b>MASZYNY WIRNIKOWE</b>					Kod przedmiotu:	
	Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot / moduł: <b>INSTYTUT POLITECHNICZNY</b>						
	Nazwa kierunku: <b>MECHANIKA I BUDOWA MASZYN</b>						
	Forma studiów: <b>STACJONARNE</b>			Profil kształcenia: <b>PRAKTYCZNY</b>		Specjalność:	
	Rok / semestr: <b>3/V</b>			Status przedmiotu / modułu: <b>WYBIERALNY</b>		Język przedmiotu / modułu: <b>POLSKI</b>	
	Forma zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	seminarium	inne (wpisać jakie)
	Wymiar zajęć	<b>30</b>	-	<b>15</b>	-	-	-

Koordynator przedmiotu / modułu	<b>prof. dr hab. inż. Zbigniew Walczyk</b>	
Prowadzący zajęcia	<b>prof. dr hab. inż. Zbigniew Walczyk</b>	
Cel przedmiotu / modułu	<p>Celem wykładu jest przedstawienie i wyjaśnienie studentowi elementarnych teoretycznych podstaw termodynamicznych, energetycznych i mechanicznych pracy maszyn wirnikowych z czynnikiem roboczym gazowym (para wodna, spaliny, powietrze) i ciekłym (woda). W tym zakresie wykład obejmuje turbiny parowe i gazowe, sprężarki, turbiny wodne oraz turbodoładowarki silników spalinowych. Wykład również zapoznaje studentów w zakresie ogólnym z budową poszczególnych rodzajów maszyn wirnikowych oraz w zakresie elementarnym z budową podstawowych ich elementów konstrukcyjnych, ograniczając zagadnienia konstruowania do elementarnych typowych sposobów optymalizacji obiegów cieplnych, zagadnienia eksploatacyjne do przedstawienia podstawowych termodynamiczno-mechanicznych charakterystyk zewnętrznych maszyn, zaś zagadnienia mechaniczne do elementarnych problemów wytrzymałości i dynamiki łopatek i wirników.</p> <p>Celem ćwiczeń laboratoryjnych jest zapoznanie studenta z metodami eksperymentalnego wyznaczania charakterystyk wybranych maszyn wirnikowych (typ wybranych maszyn w poszczególnych latach może ulegać zmianie z powodu zmiany miejsca przeprowadzania zajęć (uczelnia techniczna współpracująca, fabryka turbin lub elektrownia wodna)</p>	
Wymagania wstępne	<p>Podstawy z mechaniki, wytrzymałości materiałów, teorii drgań mechanicznych, mechaniki płynów oraz z termodynamiki:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mechanika techniczna</li> <li>- Wytrzymałość materiałów</li> <li>- Drgania mechaniczne</li> <li>- Mechanika płynów</li> <li>- Termodynamika techniczna</li> </ul>	
<b>EFEKTY KSZTAŁCENIA</b>		
<b>Nr</b>	<b>Opis efektu kształcenia</b>	<b>Odniesienie do efektów dla kierunku</b>
01	Zna podstawowe obiegi termodynamiczne „turbiniowe” i „sprężarkowe”. Potrafi wykonać szkic obiegu na wykresie Moliera (T,s) i na wykresie Clapeyrona (p,v) oraz opisać podstawowe przemiany składowe obiegu.	K1P_W05

02	Zna pojęcie sprawności obiegu oraz potrafi opisać podstawowe zabiegi (karnotyzacja obiegu) zwiększające sprawność.	K1P_W05
03	Zna i rozumie w elementarnym zakresie pracę dyszy Bendemanna i de Laval.	K1P_W05 K1P_W08
04	Zna i rozumie zjawiska prowadzące do powstawania siły motorycznej zachodzące w stopniu turbiny parowej i gazowej oraz wodnej. Zna pojęcie reakcyjności stopnia turbinowego i turbiny.	K1P_W05 K1P_W06 K1P_W08
05	Rozumie i potrafi uzasadnić konieczność budowy turbin i sprężarek wielostopniowych.	K1P_W13
06	Zna i potrafi opisać budowę typowych turbin parowych, gazowych, wodnych oraz sprężarek i pomp. Zna i potrafi opisać standardowe konfiguracje elektrowni cieplnych i wodnych.	K1P_W13 K1P_W15
07	Rozumie potrzebę dbałości o jakość środowiska i zna wiele rodzajów urządzeń mechanicznych służących wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii (siłownie wiatrowe, pływowe, geotermalne).	K1P_W16
08	Zna i potrafi naszkicować podstawowe charakterystyki zewnętrzne turbin i sprężarek. Zna pojęcie podobieństwa hydrodynamicznego pomp.	K1P_W14
09	Ma elementarne zrozumienie zagadnień drgań, wytrzymałości i niezawodności elementów turbin i sprężarek.	K1P_W06 K1P_W14
10	Potrafi obliczyć sprawności teoretyczne obiegów, ich prace i ciepła.	K1P_U12
11	Potrafi naszkicować charakterystykę akcyjnego i reakcyjnego stopnia turbiny oraz wskazać zakresy pracy optymalnej.	K1P_U09
12	Potrafi narysować trójkąty prędkości stopnia turbinowego i sprężarkowego oraz obliczyć wartości prędkości mając termodynamiczne dane czynnika.	K1P_U12
13	Potrafi na zewnętrznych charakterystykach turbin, sprężarek i pomp wskazać obszary pracy optymalnej i uzasadnić to.	K1P_U01 K1P_U12
14	Potrafi dobrać rodzaj i typ pompy do zadanych warunków.	K1P_U01 K1P_U14
15	Potrafi omówić współpracę sprężarki z rurociągiem i możliwość wystąpienia zjawisk niekorzystnych.	K1P_U12 K1P_U20
16	Potrafi naszkicować wykres Cambela drgań łopatki wirnikowej i omówić cel tworzenia takich wykresów.	K1P_U12 K1P_U14
17	Potrafi wykonać elementarne obliczenia wytrzymałościowe walcowej wirnikowej łopatki turbinowej.	K1P_U12

## TREŚCI PROGRAMOWE

### Wykład

- Powtórka podstaw termodynamiki: entalpia, entropia, obiegi termodynamiczne (praca, odwracalność, sprawność), wykresy parowe.
- Siłownie z turbinami parowymi: obieg Rankine'a, elementy obiegu, sprawności. wpływ parametrów pary świeżej i ciśnienia w skraplaczu na sprawność obiegu, obiegi z przegrzewem międzystopniowym, dobór ciśnienia przegrzewu, wady i zalety przegrzewu międzystopniowego, obiegi z regeneracyjnym podgrzewaniem wody zasilającej.
- Siłownie z turbinami gazowymi: rzeczywisty obieg otwarty prosty silnika turbogazowego, obliczanie obiegu prostego turbiny gazowej, wpływ sprężu i temperatury za komorą spalania na sprawność obiegu.
- Turbiny parowe i gazowe:
  - *teoria stopnia turbiny osiowej*, siły działające na łopatkę wirnikową, trójkąty prędkości, równanie Eulera, profile turbinowe i palisady profili, stopnie o budowie tarczowej (akcyjne) i bębnowej (reakcyjne), charakterystyki sprawnościowe stopni turbinowych, stopnie Curtisa,
  - *turbiny wielostopniowe*,
  - *metody regulacji turbin*,
  - *główne elementy budowy turbin parowych i gazowych*.
- Turbiny wodne:
  - *teoretyczne podstawy pracy turbin wodnych*,
  - *moc turbiny wodnej i jej sprawność*,
  - *charakterystyka uniwersalna i eksploatacyjna*.
- Sprężarki wirnikowe:
  - *termodynamiczne przemiany procesu sprężania, sprężanie z chłodzeniem sprężanego czynnika*,
  - *główne elementy budowy i zasada pracy sprężarki promieniowej i sprężarki o przepływie osiowym*
  - *charakterystyki sprężarek i metody regulacji, praca równoległa i szeregową sprężarek*.
- Turbodoładowarki:
  - *rodzaje turbodoładowarek*,
  - *zasadnicze cechy konstrukcyjne*,
  - *współpraca turbodoładowarki z silnikiem spalinowym tłokowym*.

### Zajęcia powiązane z praktycznym przygotowaniem zawodowym: 75%

(weryfikowane w zakresie wiedzy i umiejętności)

Konkretne rozwiązania konstrukcyjne poszczególnych maszyn wirnikowych, ich podzespołów i podstawowych węzłów.

Układy, z którymi współpracują maszyny wirnikowe.

Wyznaczanie podstawowych charakterystyk maszyn przepływowych i obliczanie ich głównych parametrów pracy

### Laboratorium

- zapoznanie się z głównymi elementami budowy turbin parowych i gazowych w fabryce turbin
- wyznaczanie widma drgań turbinowej łopatki wirnikowej w fabryce turbin
- wyznaczanie współczynników siły nośnej i oporu przepływu łopatek turbinowych w tunelu aerodynamicznym
- pomiary charakterystyki statycznej turbiny gazowej lub sprężarki wirnikowej.

### Zajęcia powiązane z praktycznym przygotowaniem zawodowym: 100%

Literatura podstawowa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perycz S.: Turbiny parowe i gazowe, Ossolineum, Wrocław;</li> <li>- Krzyżanowski W.: <i>Turbiny wodne. Konstrukcja i zasady regulacji</i>, WNT;</li> <li>- Witkowski A.: <i>Sprężarki wirnikowe. Teoria, konstrukcja, eksploatacja</i>. Wyd. Pol. Śląskiej, ISBN: 83-7335-217-1;</li> <li>- Wajand J.,A.: <i>Tłokowe silniki spalinowe</i>, Warszawa WNT, 2000</li> </ul>
Literatura uzupełniająca	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chmielniak T.: <i>Turbiny ciepłe. Podstawy teoretyczne</i>, Wyd. Pol. Śląskiej</li> <li>- Chmielniak T.: <i>Maszyny Przepływowe</i>. Wyd. Pol. Śląskiej;</li> <li>- Stępniewski M.: <i>Pompy</i>. WNT Warszawa 1994</li> <li>- <i>Poradnik Inżyniera Mechanika</i>, T. II, <i>Zagadnienia konstrukcyjne</i>, rozdz. VII, VIII, IX, XI, XII, XIII, WNT;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tuliszka E.: Turbiny ciepłne - zagadnienia termodynamiczne i przepływowe, WNT;</li> <li>- Tuliszka E.: <i>Sprężarki, dmuchawy i wentylatory</i>, WNT.</li> </ul>
--	---

Metody kształcenia	<p><u>Wykład</u>: multimedialny poparty wyjaśnieniami szczegółowymi na tablicy z użyciem „kredy”. Wiele przykładów komentowanych w kontekście wziętych z praktyki inżynierskiej.</p> <p><u>Ćwiczenia laboratoryjne</u>. Student głównie jako obserwator i częściowo jako „grupowy uczestnik-wykonawca” praktycznie zapoznaje się z wykonywanym eksperymentem wykonywanym w laboratorium i następnie opracowuje sprawozdanie merytoryczne.</p> <p><u>Konsultacje indywidualne</u>: służą udzieleniu studentowi wyjaśnień problemów przez niego wskazanych i udzielaniu odpowiedzi na jego pytania.</p>
--------------------	---

<b>Metody weryfikacji efektów kształcenia</b>	<b>Nr przedmiotowego efektu kształcenia</b>
Egzamin pisemny dwuczęściowy ( po bieżącym semestrze z dwóch semestrów ): - teoria (wiedza)	01 do 09
- zadania	10 do 17
(umiejętności)	

<b>Forma i warunki zaliczenia przedmiotu</b>	<p><u>Składniki oceny końcowej (za semestr)</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ocena egzaminu pisemnego <span style="float: right;">0.75</span></li> <li>- ocena ćwiczeń laboratoryjnych <span style="float: right;">0,25</span></li> <li>- udział w wykładach* ; udział w ćwiczeniach laboratoryjnych**</li> </ul> <p>* ) nie ma możliwości przystąpienia do zaliczenia pisemnego jeżeli nieobecność nieusprawiedliwiona na wykładach wynosiła więcej niż 50% zajęć</p> <p>** ) zaliczenia ćwiczeń laboratoryjnych jest możliwe tylko wtedy gdy zostały zaliczone wszystkie poszczególne ćwiczenia przewidziane programem</p>
--	---

<b>NAKLAD PRACY STUDENTA</b>		
	Liczba godzin	
	ogółem	zajęcia powiązane z praktycznym przygotowaniem zawodowym
Udział w wykładach	30	22,5
Samodzielne studiowanie tematyki wykładów	25	19
Udział w ćwiczeniach audytoryjnych, laboratoryjnych, projektowych i seminariach	15	15
Samodzielne przygotowywanie się do ćwiczeń	15	15
Przygotowanie projektu / eseju / itp.	-	-
Przygotowanie się do egzaminu / zaliczenia	-	-
Udział w konsultacjach	5	4
Inne	-	-
<b>ŁĄCZNY nakład pracy studenta w godz.</b>	<b>90</b>	<b>71,5</b>
<b>Liczba punktów ECTS za przedmiot</b>	<b>3</b>	
Liczba p. ECTS związana z zajęciami powiązanymi z praktycznym przygotowaniem zawodowym	<b>2,4</b>	
Liczba p. ECTS za zajęciami wymagające bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich	50	2