



### KARTA MODUŁU / KARTA PRZEDMIOTU

Kod modułu	
Nazwa modułu	<b>Energetyka wiatrowa i wodna</b>
Nazwa modułu w języku angielskim	<b>Wind-power and hydro-power plants</b>
Obowiązuje od roku akademickiego	<b>2016/2017</b>

### A. USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	<b>Inżynieria Środowiska</b>
Poziom kształcenia	<b>II stopień</b> <i>(I stopień/ II stopień)</i>
Profil studiów	<b>ogólnoakademicki</b> <i>(ogólnoakademicki/praktyczny)</i>
Forma i tryb prowadzenia studiów	<b>stacjonarne</b> <i>(stacjonarne/ niestacjonarne)</i>
Specjalność	<b>Ogrzewnictwo i wentylacja</b>
Jednostka prowadząca moduł	<b>Katedra Fizyki Budowli i Energii Odnawialnej</b>
Koordinator modułu	<b>dr hab. inż. Zbigniew Goryca, prof. PŚk</b>
Zatwierdził:	<b>dr hab. Lidia Dąbek</b>

### B. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	<b>kierunkowy</b> <i>(podstawowy/ kierunkowy/ inny HES)</i>
Status modułu	<b>obowiązkowy</b> <i>(obowiązkowy/ nieobowiązkowy)</i>
Język prowadzenia zajęć	<b>język polski</b>
Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr	<b>II</b>
Usytuowanie realizacji przedmiotu w roku akademickim	<b>zimowy</b> <i>(semestr zimowy/ letni)</i>
Wymagania wstępne	<i>(kody modułów/ nazwy modułów)</i>
Egzamin	<b>tak</b> <i>(tak/ nie)</i>
Liczba punktów ECTS	<b>4</b>

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	Inne
w semestrze	15			30	



### C. EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY SPRAWDZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

<b>Cel modułu</b>	<p>Zapoznanie studentów z podstawowymi zjawiskami występującymi przy zamianie energii wiatru w energię mechaniczną i elektryczną, przekazanie wiadomości z zakresu budowy i możliwości wykorzystania turbin wiatrowych i z zakresu budowy generatorów stosowanych w elektrowniach wiatrowych. Omówienie zagadnień przekazywania energii z elektrowni wiatrowych do systemu energetycznego. Zapoznanie studenta z podstawową wiedzą z zakresu energetyki wodnej. Podział elektrowni wodnych, ich różnorodność wraz z poznaniem ich charakterystyki, rodzajów, wyposażenia technologicznego oraz możliwości realizacji w warunkach krajowych i światowych.</p> <p><i>(3-4 linijki)</i></p>
-------------------	--

Symbol efektu	Efekty kształcenia	Forma prowadzenia zajęć (w/ć/l/p/inne)	odniesienie do efektów kierunkowych	odniesienie do efektów obszarowych
W_01	Zna zasady zamiany energii wiatru w energię mechaniczną i przemiany energii mechanicznej w elektryczną oraz cechy charakterystyczne turbin wiatrowych i możliwości wykorzystania tych turbin do generacji energii w różnych warunkach wietrznych.	w/p	IŚ_W01 IŚ_W04	T2A_W01 T2A_W03 T2A_W04
W_02	Zna rodzaje i budowę turbin wiatrowych o poziomej i pionowej osi obrotu oraz wpływ poszczególnych rodzajów turbin na otaczające środowisko.	w/p	IŚ_W04 IŚ_W05 IŚ_W06	T2A_W01 T2A_W03 T2A_W04 T2A_W05 T2A_W06
W_03	Zna podstawowe pojęcia z zakresu przetwarzania energii mechanicznej w elektryczną, zna rodzaje i budowę generatorów stosowanych w elektrowniach wiatrowych, ich charakterystyki i warunki zastosowania.	w/p	IŚ_W01 IŚ_W07 IŚ_W12	T2A_W01 T2A_W03 T2A_W04 T2A_W05 T2A_W06 T2A_W07 T2A_W09 T2A_W12
W_04	Zna zasady współpracy źródeł energii elektrycznej i przekazywania tej energii do systemu energetycznego. Zna praktyczne przykłady zastosowania małych i dużych elektrowni wiatrowych i ich wpływ na środowisko oraz zasady bezpiecznego eksploataowania tych elektrowni.	w	IŚ_W08 IŚ_W09 IŚ_W12 IŚ_W13 IŚ_W15	T2A_W02 T2A_W03 T2A_W04 T2A_W05 T2A_W06 T2A_W07 T2A_W08 T2A_W09 T2A_W12 T2A_W15
W_05	Ma wiedzę z zakresu geologii i hydrologii, migracje wody, jej własności fizyczne i energetyczne. Zna podstawy systemów OZE i uwarunkowania prawne, zna podstawowe zagadnienia z energetyki, w tym konwencjonalnej.	w/p	IŚ_W01 IŚ_W13	T2A_W01 T2A_W03 T2A_W06 T2A_W08 T2A_W09
W_06	Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie ochrony i zagrożenia środowiska, ochrony atmosfery, ma elementarną wiedzę dotyczącą podstawowych	w/p	IŚ_W13	T2A_W03 T2A_W06 T2A_W08



	systemów OZE, zrównoważonego rozwoju i oceny oddziaływania na środowisko technologii, systemów, instalacji i urządzeń OZE			T2A_W09
W_07	Ma wiedzę w zakresie energetyki wodnej, stosowanych turbin wodnych, zna podstawy projektowania małych elektrowni wodnych, turbosespołów o niskich parametrach obrotowych, przesyłu energii do sieci. Ma wiedzę dotyczącą prowadzenia działalności gospodarczej oraz aspektów prawnych w odnawialnych źródłach energii, finansowania przedsięwzięć ekoenergetycznych.	w	IŚ_W04 IŚ_W06 IŚ_W07 IŚ_W09 IŚ_W11	T2A_W01 T2A_W03 T2A_W04 T2A_W05 T2A_W06 T2A_W07 T2A_W08 T2A_W09 T2A_W10 T2A_W11
U_01	Potrafi wykonać obliczenia ilości energii uzyskiwanej z elektrowni wiatrowej zależnie od warunków wietrznych i wpływ elektrowni na środowisko.	w/p	IŚ_U07 IŚ_U08 IŚ_U17	T2A_U01 T2A_U02 T2A_U07 T2A_U08 T2A_U09 T2A_U10 T2A_U11 T2A_U12 T2A_U15 T2A_U17
U_02	Potrafi dobrać turbinę wiatrową do określonych wymagań energetycznych i warunków wietrznych oraz dobrać generator energii elektrycznej do tej turbiny.	w/p	IŚ_U01 IŚ_U07 IŚ_U08 IŚ_U17	T2A_U01 T2A_U02 T2A_U07 T2A_U08 T2A_U09 T2A_U10 T2A_U11 T2A_U12 T2A_U15 T2A_U17
U_03	Potrafi dobrać układy współpracy elektrowni wiatrowej z siecią energetyczną.	w/p	IŚ_U01 IŚ_U07 IŚ_U08 IŚ_U17	T2A_U01 T2A_U02 T2A_U07 T2A_U08 T2A_U09 T2A_U10 T2A_U11 T2A_U12 T2A_U15 T2A_U17
U_04	Potrafi dokonać doboru parametrów poszczególnych urządzeń do budowy instalacji związanych z energetyka wodną. Potrafi wykonać obliczenia i określić warunki maksymalnego pozyskania energii wody. Potrafi zaprojektować wybrane elementy instalacji małych elektrowni wodnych.	w/p	IŚ_U01 IŚ_U07 IŚ_U08 IŚ_U17	T2A_U01 T2A_U02 T2A_U07 T2A_U08 T2A_U09 T2A_U10 T2A_U11 T2A_U12 T2A_U15 T2A_U17



K_01	Potrafi pracować samodzielnie i w zespole nad zadaniem ćwiczeniowym.	p	IŚ_K01	T2A_K04 T2A_K05
K_02	Ma świadomość rzetelnego wykonania zadania.	P	IŚ_K02	T2A_K02 T2A_K05
K_03	Formułuje odpowiednie wnioski i zalecenia.	P	IŚ_K07	T2A_K01 T2A_K07
K_04	Rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu wiedzy na temat odnawialnych źródeł energii; potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy.	P	IŚ_K06	T2A_K06 T2A_K07
K_05	Rozumie znaczenie postępu technicznego i konieczność wdrażania nowych rozwiązań technicznych w inżynierii środowiska i OZE, rozumie pozatechniczne aspekty działalności inżynierskiej.	w	IŚ_K09	T2A_K02

### Treści kształcenia:

#### 1. Treści kształcenia w zakresie wykładu

Nr wykładu	Treści kształcenia	Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu
1 – 2	Podstawowe zagadnienia dotyczące powstawania wiatru, wpływu wysokości oraz szorstkości i ukształtowania terenu na prędkość wiatru. Mapy wiatrowe Polski. Zasady przemiany energii wiatru w energię mechaniczną, zależności energetyczne przemiany energii. Teoretyczne i praktyczne sprawności takiej przemiany.	W_02 W_03 U_01
3 – 4	Turbiny wiatrowe o poziomej osi obrotu – ich budowa, cechy charakterystyczne, zalety i wady. Turbiny wiatrowe o pionowej osi obrotu – ich budowa, cechy charakterystyczne, zalety i wady.	W_02 W_03 U_01 U_02
5 – 6	Asynchroniczne generatory stosowane w elektrowniach wiatrowych, budowa i charakterystyki. Synchroniczne generatory stosowane w elektrowniach wiatrowych, budowa i charakterystyki. Zasady doboru generatora do turbiny wiatrowej..	W_01 W_02 W_03 U_01
7 – 8	Wpływ obciążenia na pracę elektrowni wiatrowej, wpływ układów sterowania na ilość energii uzyskiwanej z elektrowni wiatrowej. Zasady współpracy elektrycznych źródeł energii i zasady współpracy elektrowni wiatrowej z systemem energetycznym. Układy współpracy elektrowni wiatrowych z systemem energetycznym. Zasady bezpiecznej eksploatacji elektrowni wiatrowych – strefy ochronne, zachowanie się elektrowni w warunkach burzowych i silnego wiatru. Układy bezpieczeństwa elektrowni wiatrowych – układy zabezpieczeń pogodowych i elektrycznych. Praca wyspowa elektrowni – warunki i wymagania dotyczące takiego rodzaju pracy.	W_01 W_02 W_03 W_04 U_01 U_02 U_03
9 – 10	Pojęcie hydroenergetyki, historia wykorzystania energii wód płynących. Historia oraz rodzaje koła wodnego. Największe hydroelektrownie światowe i krajowe. Potencjał hydroenergetyczny na świecie i w Polsce. Pojęcie elektrowni wodnej. Schemat pracy elektrowni. Stan prawny i własnościowy śródlądowych wód powierzchniowych. Gospodarowanie wodami w Polsce i na świecie. Możliwości hydroenergetycznego wykorzystania wód.	W_05 W_06
11 – 12	Klasyfikacja elektrowni wodnych w zakresie ich lokalizacji, sposobu pracy, rozwiązań hydrotechnicznych etc. Podstawowe pojęcia związane z pracą elektrowni, gospodarowaniem wodą oraz niezbędnymi urządzeniami wodnymi.	W_06 W_07



	Procedura realizacji elektrowni wodnych wg prawa krajowego. Potencjał teoretyczny, techniczny i ekonomiczny na świecie i w Polsce. Rozwój energetyki wodnej: historia, stan aktualny, perspektywy. Zobowiązania unijne, polityka światowa ograniczania produkcji energii elektrycznej ze źródeł konwencjonalnych.	
13 – 14	Wyposażenie mechaniczne elektrowni wodnych (turbiny akcyjne i reakcyjne). Turbina Franciszka, Kaplana, Peltona, Archimedesowa. Zjawisko kawitacji. Przygotowanie danych hydrologicznych dla potrzeb elektrowni wodnych. Obliczenie mocy surowej, prognoza produkcji energii elektrycznej. Rynek energii w Polsce. Podstawy ekonomii inwestycji polegającej na realizacji elektrowni wodnej.	W_07 U_04
15	Pojęcie przepływu dyspozycyjnego, eksploatacyjnego oraz nienaruszalnego. Metody wyznaczenia przepływu nienaruszalnego. Działania ochronne dla ryb: przepławki, bariery elektryczne itp. Wpływ elektrowni na środowisko.	W_06 U_04 K_05

2. Treści kształcenia w zakresie ćwiczeń
3. Treści kształcenia w zakresie zadań laboratoryjnych
4. Charakterystyka zadań projektowych

Nr wykładu	Treści kształcenia	Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu
1 – 3	Poznanie budowy i zasady działania modelu elektrowni o poziomej osi obrotu, badania tego modelu określenie zależności prędkości obrotowej i mocy od prędkości wiatru. Określenie mocy uzyskiwanej z jednostki powierzchni elektrowni.	W_01 W_02 U_01 K_01 K_02
4 – 6	Poznanie budowy i zasady działania modelu elektrowni o pionowej osi obrotu typu H-Darrieus, badania tego modelu określenie zależności prędkości obrotowej i mocy od prędkości wiatru. Określenie mocy uzyskiwanej z jednostki powierzchni elektrowni.	W_02 W_03 U_01 K_01 K_02
7 – 9	Poznanie budowy i zasady działania modelu elektrowni o pionowej osi obrotu typu Savonius, badania tego modelu określenie zależności prędkości obrotowej i mocy od prędkości wiatru. Określenie mocy uzyskiwanej z jednostki powierzchni elektrowni.	W_02 W_03 U_01 U_02 K_01 K_02
10 – 12	Badanie generatora energii elektrycznej z magnesami trwałymi. Określenie zależności napięcia i mocy od prędkości obrotowej generatora, wyznaczenie charakterystyki obciążenia przy stałej prędkości obrotowej.	W_02 U_03 K_01 K_02
13 – 16	Projekt w zakresie energetycznego wykorzystania wód wybranej rzeki – podanie zakresu dokumentu. Rozpoznanie uwarunkowań lokalnych realizacji zabudowy hydroenergetycznej: - wstępna charakterystyka cieku, - istnienie/brak infrastruktury hydrotechnicznej możliwej do adaptacji, - obszary chronione, - istniejąca zabudowa hydroenergetyczna cieku etc.	W_06 W_07 K_01
17 – 19	Charakterystyka hydrologiczna cieku dla potrzeb hydroenergetyki.	W_05 U_04



20 – 23	Określenie potencjału teoretycznego i technicznego rzeki. Wyznaczenie liczby, parametrów elektrowni wodnych oraz podanie proponowanych rozwiązań hydrotechnicznych.	W_05 W_07 U_04 K_04
24 – 26	Wyposażenie turbinowe. Prognoza produkcji energii elektrycznej oraz ekonomia przedsięwzięcia.	W_05
27 – 28	Oddziaływanie realizacji zabudowy hydrotechnicznej na środowisko. Propozycja działań ochronnych (przeplawki).	W_05 U_04 K_01
29 – 30	Zwrot i obrona projektów.	K_01 K_02 K_03 K_04 K_05

5. Charakterystyka zadań w ramach innych typów zajęć dydaktycznych

### Metody sprawdzania efektów kształcenia

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia (sposób sprawdzenia, w tym dla umiejętności – odwołanie do konkretnych zadań projektowych, laboratoryjnych, itp.)
W_01	Egzamin. Projekt
W_02	Egzamin. Projekt
W_03	Egzamin. Projekt
W_04	Egzamin
W_05	Egzamin. Projekt
W_06	Egzamin. Projekt
W_07	Egzamin
U_01	Egzamin. Projekt
U_02	Egzamin. Projekt
U_03	Egzamin. Projekt
U_04	Egzamin. Projekt
K_01	Projekt
K_02	Projekt
K_03	Projekt
K_04	Projekt
K_05	Egzamin. Projekt



### D. NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS		
	Rodzaj aktywności	obciążenie studenta
1	Udział w wykładach	15
2	Udział w ćwiczeniach	
3	Udział w laboratoriach	
4	Udział w konsultacjach (2-3 razy w semestrze)	2
5	Udział w zajęciach projektowych	30
6	Konsultacje projektowe + kolokwium	4
7	Udział w egzaminie	2
8		
9	<b>Liczba godzin realizowanych przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	<b>53</b> <i>(suma)</i>
10	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczyciela akademickiego</b> <i>(1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta)</i>	<b>2,12</b>
11	Samodzielne studiowanie tematyki wykładów	2
12	Samodzielne przygotowanie się do ćwiczeń	
13	Samodzielne przygotowanie się do kolokwium	2
14	Samodzielne przygotowanie się do laboratoriów	
15	Wykonanie sprawozdań	
15	Przygotowanie do kolokwium końcowego z laboratorium	
17	Wykonanie projektu lub dokumentacji	35
18	Przygotowanie do egzaminu	8
19		
20	<b>Liczba godzin samodzielnej pracy studenta</b>	<b>47</b> <i>(suma)</i>
21	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy</b> <i>(1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta)</i>	<b>1,88</b>
22	<b>Sumaryczne obciążenie pracą studenta</b>	<b>100</b>
23	<b>Punkty ECTS za moduł</b> <i>1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta</i>	<b>4</b>
24	<b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b>	<b>69</b>



	<i>Suma godzin związanych z zajęciami praktycznymi</i>	
25	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym</b> <i>1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta</i>	<b>2,76</b>

### E. LITERATURA

Wykaz literatury	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Boczar T.: Wykorzystanie energii wiatru, PAK, Warszawa 2010.</li><li>2. Goryca Z.: Elektrownia wiatrowa o pionowej osi obrotu i mocy 3 kW, Wiadomości Elektrotechniczne nr 11, 2014</li><li>3. Goryca Z., Mazur D.: Generator do elektrowni wiatrowej o pionowej osi obrotu, Zeszyty Problemowe Maszyny Elektryczne, Nr 99, 2013.</li><li>4. Lambor J., Hydrologia inżynierska, Warszawa, 1971.</li><li>5. Lewandowski W.: Proekologiczne odnawialne źródła energii, WNT, Warszawa 2012.</li><li>6. Lubośny Z.: Farmy wiatrowe w systemie elektroenergetycznym, WNT, Warszawa 2010.</li><li>7. Polak A., Barański M.: Dobór generatora dla małej elektrowni wiatrowej, Zeszyty Problemowe Maszyny Elektryczne, Nr 82, 2009.</li><li>8. Wolańczyk F.: Elektrownie wiatrowe, KaBe, Krosno 2009.</li><li>9. Aktualnie obowiązujące krajowe akty prawne (Prawo wodne, Prawo ochrony środowiska, Prawo budowlane) <a href="http://www.isap.sejm.gov.pl">www.isap.sejm.gov.pl</a></li><li>10. Kryteria opiniowania przedsięwzięć w zakresie małej energetyki wodnej <a href="http://www.krakow.rzgw.gov.pl">www.krakow.rzgw.gov.pl</a></li><li>11. Plany gospodarowania wodami w obszarze dorzeczy <a href="http://www.monitorpolski.gov.pl">www.monitorpolski.gov.pl</a></li><li>12. Źródła danych hydrologicznych (Roczniki hydrologiczne, opracowania hydrologiczne, <a href="http://www.imgw.gov.pl">www.imgw.gov.pl</a>)</li><li>13. <a href="http://www.europarl.europa.eu">www.europarl.europa.eu</a></li><li>14. <a href="http://www.waterdata.usgs.gov">www.waterdata.usgs.gov</a></li><li>15. <a href="http://www.restor-hydro.eu">www.restor-hydro.eu</a></li></ol>
Witryna WWW modułu	