

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Napędy hybrydowe w pojazdach i maszynach roboczych**

Nazwa w języku angielskim: **Hybrid drives in working machines and vehicles**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Mechanika i Budowa Maszyn**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Konstrukcja i Eksploatacja Maszyn**

Poziom i forma studiów: **II stopień, stacjonarne**

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM041131**

Grupa kursów: **tak**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę		
Grupa kursów	X				
Liczba punktów ECTS	2		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.2		0.7		

### WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Ma wiedzę w zakresie budowy układów napędowych pojazdów i maszyn roboczych. Ma świadomość wpływu zastosowanych rozwiązań na środowisko. Posiada zaawansowaną wiedzę z zakresu matematyki i fizyki.
2. Posiada zaawansowaną wiedzę z zakresu projektowania algorytmów sterowania. Zna odpowiednią terminologię. Posiada podstawową wiedzę z zakresu zasad działania elementów elektronicznych.
3. Potrafi posługiwać się przyrządami i układami pomiarowymi. Potrafi pracować grupowo w różnych rolach oraz opracowywać i formułować wnioski.

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Celem zajęć jest poszerzenie wiedzy z zakresu projektowania i zasad działania układów napędowych w tym hybrydowych. Student potrafi projektować układy sterowania w układach hybrydowych maszyn roboczych, zna charakterystyki trakcyjne wybranych pojazdów.
- C2. Celem zajęć jest poszerzenie wiedzy z zakresy zjawisk dynamicznych, prowadzenia badań eksperymentalnych. Potrafi pozyskiwać, również z literatury obcojęzycznej materiały i je wykorzystać.
- C3. Celem zajęć jest nabycie praktycznych umiejętności planowania eksperymentu, przeprowadzenia go a także interpretacji wyników. Student ma świadomość wpływu wybranych rozwiązań na środowisko i potrafi posługiwać się poprawną terminologią.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 - zna zaawansowaną terminologię związaną z działaniem układów napędowych w tym hybrydowych w maszynach i pojazdach roboczych;
- PEK\_W02 - potrafi dobierać poszczególne elementy w hybrydowych układach napędowych oraz formułować i rozwiązywać problemy z tym związane;
- PEK\_W03 - potrafi określić straty energetyczne transformacji i przesyłu energii oraz zaproponować algorytm sterowania układu hybrydowego

### II. Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 - potrafi opracować prosty plan badań eksperymentalnych, przeprowadzić go, oraz sformułować wnioski
- PEK\_U02 - potrafi zaprojektować układ napędowy tak, aby otrzymać założony cel działania
- PEK\_U03 - potrafi sporządzić ścieżkę przepływu mocy i oszacować straty mocy w projektowanym układzie napędowym

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK\_K01 - zna zakres posiadanej przez siebie wiedzy i posiadanych umiejętności i rozumie potrzebę ciągłego kształcenia się i rozwoju zawodowego;
- PEK\_K02 - samodzielnie inicjuje i podejmuje proste zadania badawcze;
- PEK\_K03 - potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Pojęcie układu napędowego, hybrydowego, typy i rodzaje układów napędowych; Jedno i wieloźródłowe układy napędowe.	2
Wy2	Pierwotne i wtórne źródła energii: elektrycznej, mechanicznej hydraulicznej i elektrochemicznej; Pojęcie kaloryczności paliw. Ogniwa paliwowe. Sprawność przetwarzanej energii. Przekształtniki energii prądu stałego i zmiennego stosowane w pojazdach.	2
Wy3	Szczegółowy przegląd metod magazynowania energii. Problemy i ograniczenia z tym związane. Opory i zapotrzebowanie mocy podczas ruchu.	2
Wy4	Struktury równoległych hybrydowych układów napędowych. Dobór elementów i obliczenia.	2

Wy5	Struktury szeregowych hybrydowych układów napędowych. Dobór elementów i obliczenia.	2
Wy6	Struktury mieszane hybrydowych układów napędowych. Dobór elementów i obliczenia.	2
Wy7	Układy napędowe typu "mild", dobór elementów i obliczenia. Niekonwencjonalne układy napędowe maszyn i pojazdów.	2
Wy8	Problemy związane z dostarczeniem odzyskanej energii do źródła. Ilość i sprawność odzyskanej energii w zależności od cyklu jazdy pojazdu.	2
Wy9	Obliczeniowe metody doboru poszczególnych elementów hybrydowych układów napędowych. Problemy związane z dostarczeniem odzyskanej energii do źródła. Ilość i sprawność odzyskanej energii w zależności od cyklu jazdy pojazdu.	2
Wy10	Analiza możliwości zmniejszenia mocy silnika spalinowego a sprawność przeniesienia napędu.	2
Wy11	Proces hamowania rekuperacyjnego pojazdów kołowych. Problemy z odbiorem energii i zachowaniem kierunku ruchu. Budowa hamulców hybrydowych.	2
Wy12	Proces hamowania układów roboczych pojazdów przemysłowych. Stosowane metody i straty energii.	2
Wy13	Zastosowanie układów elektronicznych do sterowania pracą układów hybrydowych maszyn roboczych.	2
Wy14	Modelowanie hybrydowych układów napędowych pojazdów kołowych. Modelowanie źródeł i odbiorników energii.	2
Wy15	Przegląd napędów hybrydowych stosowanych w pojazdach i maszynach roboczych	2
		Suma: 30
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Badanie możliwości akumulacji energii w hydrostatycznym układzie napędowym wysięgnika ładowarki łyżkowej.	2
Lab2	Badania sprawności układu napędowego wciągarki suwnicy pomostowej.	2
Lab3	Akumulacja i rekuperacja energii w bezwładnościowych układach napędowych.	2
Lab4	Energooszczędność procesu napełniania łyżki pojazdu przemysłowego.	2
Lab5	Badanie hydrostatycznego układu napędowego jazdy.	2
Lab6	Akumulacja i rekuperacja energii w elektrycznych i mechano-elektrycznych układach napędowych.	2
Lab7	Badania sprawności przetwarzania energii generatora prądotwórczego.	2
Lab8	Badanie procesu urabiania ośrodków ziarnistych. Wpływ doboru narzędzia na energooszczędność procesu.	2
		Suma: 16

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
 N2. eksperyment laboratoryjny  
 N3. prezentacja multimedialna

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Wykład)

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03 PEK_K01-02	kolokwium
P = F1		

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Laboratorium)

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 PEK_K03	sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych, kartkówka
P = odpowiedzi ustne		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

1. „Electric and hybrid vehicles Design Fundamentals”, Husain I., CRC PRESS, 2011
2. „Fundamentals of hybrid vehicle drives”, Szumanowski A, Warszawa-Radom, 2000
3. „Hybryd Electric Vehicles Design”, Szumanowski A., Instytut Technologii Eksploatacji-PIB / 2006
4. „Akumulacja energii w pojazdach”, Szumanowski A., WKŁ, 1984
5. „Pojazdy samochodowe o napędzie elektrycznym i hybrydowym”, Michałowski K., Ocioszyński J., WKŁ, Warszawa 1989
6. „Alternatywne paliwa i układy napędowe pojazdów”, Merksiz J. Pielucha I., Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2006
7. „Samochody z napędem elektrycznym”, Popławski E. WKŁ, Warszawa, 1994
8. „Energetyka energooszczędnych układów napędowych maszyn roboczych”, Ocioszyński J., Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 1994
9. „Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory, and Design, Second Edition”, Ehsani M., Gao Y., CRC PRESS, 2009
10. „Propulsion systems for hybrid vehicles”, Miller J. M., The Institution of Electrical Engineers, 2003
11. „Electric Vehicle Technology Explained”, Larminie J., Lowry J., WILEY, 2003
12. „Racjonalizacja pracy układu energetycznego samochodu osobowego z wykorzystaniem logiki rozmytej”, Praca doktorska Korniak J., promotor: prof. dr hab. R. Rojek.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Aleksander Skurjat tel.: 71 320-23-46 email: Aleksander.Skurjat@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Napędy hybrydowe w pojazdach i maszynach roboczych**

Name in English: **Hybrid drives in working machines and vehicles**

Main field of study (if applicable): **Mechanical Engineering and Machine Building**

Specialization (if applicable): **Machine Design and Operation**

Level and form of studies: **II level, full-time**

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM041131**

Group of courses: **yes**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		30		
Form of crediting	Crediting with grade		Crediting with grade		
Group of courses	X				
Number of ECTS points	2		1		
including number of ECTS points for practical (P) classes			1		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.2		0.7		

### PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student has a knowledge in a frame of earth working machines and vehicles driving systems. Student is aware of solved putted into use on environmental. Student has an advanced knowledge in a frame of mathematics and physics.
2. It has an advanced knowledge of the design of control algorithms. He knows the proper terminology. It has a basic knowledge of the principles of operation of electronic components.
3. Can use measuring devices and measuring devices. Able to work in groups in various roles, and to develop and formulate conclusions.

## SUBJECT OBJECTIVES

C1. The aim of the course is to expand knowledge of the design and operating principles powertrains including hybrids. The student is able to design control systems for hybrid systems working machines, known traction characteristics of selected vehicles.

C2. The course aims to raise awareness of the range of dynamic phenomena, experimental research. It can acquire, also with foreign literature and materials to use them.

C3. The aim of the course is the acquisition of practical skills experiment planning, conducting it and interpreting the results. The student is aware of the impact of selected environmental solutions and is able to use the correct terminology.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - has extended knowledge of the terminology associated with the operation of propulsion systems including hybrid

machines and work vehicles;

PEK\_W02 - has the knowledge necessary to carry out a proper selection of individual elements in hybrid drive systems and to formulate and solve related problems;

PEK\_W03 - explains the mechanism of energy loss during the transformation and transmission of energy and chooses the control algorithm of the hybrid system.

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - able to develop a simple plan of experimental research, carry the experiment, and to formulate conclusions

PEK\_U02 - able to design a propulsion system so as to obtain its brief foredesing action

PEK\_U03 - be able to specify a path for power and estimate the power flow dissipation in the proposed drive system

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - know the range of having own knowledge and own skills and understands the need for continuous training and professional development;

PEK\_K02 - indeividually initiates and takes a simple research tasks;

PEK\_K03 - can indyvidually search the literature and also in foreign languages.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	The concept of the propulsion system, hybrid types and propulsion systems, single and multi-source power systems.	2
Lec2	Primary and secondary sources of energy: electrical, mechanical, hydraulical, fue -calorific value. Fuel cells. The efficiency of energy processed. Power converters for AC and DC operated from vehicles.	2
Lec3	A detailed overview of the energy storage. The problems and limitations associated with it. Resistance and power consumption while moving.	2
Lec4	Structure parallel hybrid powertrain. The choice of elements and calculations.	2

Lec5	Structures mixed hybrid propulsion systems. The choice of elements and calculations	2
Lec6	Structures mixed hybrid propulsion systems. The choice of elements and calculations	2
Lec7	Propulsion systems of "mild", selection of components and calculations. Non-conventional propulsion systems equipment and vehicles.	2
Lec8	Computational method for selecting the individual components of hybrid powertrains. Problems associated with the delivery of energy recovered to the source. The amount and efficiency of energy recuperation based on the cycle of the vehicle.	2
Lec9	Computational method for selecting the individual components of hybrid powertrains. Problems associated with the delivery of energy recovered to the source. The amount and efficiency of energy recovery based on the schedule of the vehicle.	2
Lec10	Analysis of the possibility of reducing engine power and efficiency of the transmission.	2
Lec11	The recuperative braking wheeled vehicles. Problems with receiving energy and preserving the direction of motion. Construction of hybrid brakes.	2
Lec12	The braking proces of working tools of earth working vehicles. The methodology and energy.	2
Lec13	The use of electronic systems to control hybrid systems working machines.	2
Lec14	Modeling of hybrid drive systems for wheeled vehicles. Modeling of sources and receivers of energy.	2
Lec15	Overview of hybrid drives for use in vehicles and working machines.	2
		Total hours: 30
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Study the possibility of accumulation of energy in the hydrostatic drive system extended arm loader bucket.	2
Lab2	Performance testing of the propulsion system overhead traveling crane.	2
Lab3	Accumulation and recuperation of energy in the inertial propulsion system.	2
Lab4	Energy efficiency of the filling process of a bucket in earth working vehicles.	2
Lab5	Hydrostatic driving system experimental test.	2
Lab6	Accumulation and energy recuperation mechano-electrical and electrical drive systems.	2
Lab7	Badania sprawności przetwarzania energii generatora prądowłórczego.	2
Lab8	Badanie procesu urabiania ośrodków ziarnistych. Wpływ doboru narzędzia na energooszczędność procesu.	2
		Total hours: 16



TEACHING TOOLS USED		
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. laboratory experiment N3. multimedia presentation		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Lecture)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03 PEK_K01-02	final test
P = F1		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Laboratory)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 PEK_K03	report on laboratory exercises, short test
P = odpowiedzi ustne		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

- 1 "Electric and hybrid vehicles Design Fundamentals", Husain, I., CRC PRESS, 2011
- 2 "Fundamentals of hybrid vehicle drives," Szumanowski A Warsaw-Radom, 2000
- 3 "Hybrid Electric Vehicles Design", Szumanowski A., Institute for Sustainable Technologies NRI / 2006
- 4 "The accumulation of energy in vehicles", Szumanowski A., optics, 1984
- 5 "Motor vehicles with electric and hybrid", K. Michalowski, Ocioszyński J., optics, Warsaw 1989
- 6 "Alternative fuels and vehicle propulsion systems", J. Diaper Merksiz I., Publisher University of Technology, Poznan, 2006
- 7 "Electric vehicles", Poplawski E. optics, Warsaw, 1994
- 8 "Energy efficient powertrains working machines", Ocioszyński J., Publishing House of Warsaw University of Technology, Warsaw, 1994
- 9 "Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory, and Design, Second Edition", M. Ehsani, Y. Gao, CRC PRESS, 2009
- 10th "Propulsion systems for hybrid vehicles," Miller JM, The Institution of Electrical Engineers, 2003
- 11th "Electric Vehicle Technology Explained", Larminie J., Lowry, J., Wiley, 2003
- 12th "The rationalization of labor power system of a passenger car using fuzzy logic", PhD thesis Korniak J., supervisor: prof. Assoc. Mr Rojek.

### SECONDARY LITERATURE

## SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Aleksander Skurjat tel.: 71 320-23-46 email: Aleksander.Skurjat@pwr.edu.pl