



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Zarządzanie energią w napędach

### .Przedmiot

Kierunek studiów

Mechanika i budowa pojazdów

Studia w zakresie (specjalność)

Hybrydowe systemy napędowe

Poziom studiów

second-cycle

Forma studiów

part-time

### .Liczba godzin

Wykład

18

Ćwiczenia

9

### .Liczba punktów

3

### .Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr inż. Wojciech Cieślik

email: wojciech.cieslik@put.poznan.pl

tel. 61-224-4502

Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu

ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań

Rok/semestr

1/1

Profil studiów

general academic

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

Laboratoria

0

Projekty/seminaria

0

Inne (np. online)

0

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

prof. dr hab. inż. Krzysztof Wisłocki

email: krzysztof.wislocki@put.poznan.pl

tel. 61-665-2240

Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu

ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań

### .Wymagania wstępne

**WIEDZA:** student ma podstawową wiedzę ogólną z zakresu mechaniki, fizyki, chemii, rysunku technicznego, wytrzymałości materiałów odpowiednia dla II stopnia studiów technicznych oraz na temat konstrukcji i budowy elementów układów silników spalinowych.

**UMIEJĘTNOŚCI:** student potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, wyciągać wnioski, formułować i uzasadniać opinie, szczególnie w zakresie procesów i zjawisk zachodzących w silnikach spalinowych, wykazuje techniczne myślenie, kojarzenie związków przyczynowo-skutkowych w mechanice, fizyce, chemii.

**KOMPETENCJE SPOŁECZNE:** student ma świadomość społecznego i gospodarczego znaczenia zużycia energii i ma świadomość ważności i rozumie techniczne aspekty i skutki eksploatacji silników



spalinowych oraz wykazuje samodzielność w rozwiązywaniu problemów, zdobywaniu i doskonaleniu nabytej wiedzy i umiejętności.

### Cel przedmiotu

Zajęcia podzielone są na dwa moduły obejmujące swym zakresem kompleksowe zagadnienie związane z zarządzaniem energią w nowoczesnych układach napędowych pojazdów mechanicznych. Moduł pierwszy dotyczy poznania zagadnień związanych z pracą silnika spalinowego w układzie hybrydowym. W module tym poruszone będą zagadnienia związane z podstawowymi pojęciami z zakresu tworzenia mieszanki palnej, procesów zapłonu samoczynnego i obcego oraz procesów spalania i rozprzestrzeniania się płomienia. Student pozna metody i systemy generowania ruchu ładunku wewnątrz cylindra, turbulizacji ładunku i jej wpływu na przebieg procesów tworzenia mieszaniny palnej oraz jej spalania. Student zapozna się z zagadnieniami analizy termodynamicznej rzeczywistego obiegu silnikowego, sposobami wyznaczania ilości wywiązanego ciepła i szybkości jego wywiązywania w aspekcie sterowania procesem spalania. Będzie potrafił ocenić zależności między sprawnością cieplną obiegu, emisją związków toksycznych oraz obciążeniami cieplnymi i mechanicznymi występującymi w cylindrze i układzie korbowo-tłokowym silnika spalinowego. Student zapozna się z modelami wtrysku paliwa i sterowaniem nim, a także z modelami spalania (wydzielania ciepła) oraz tworzenia związków toksycznych. Poznaje także źródła strat cieplnych wynikających z przewodzenia ciepła przez ścianki komory spalania, przedmuchów do skrzyni korbowej, strat promieniowania i innych. Moduł drugi obejmuje współpracę silnika spalinowego z napędem elektrycznym w układach alterantycznych. Student zapozna się z bilansem energetycznym różnych typów napędów alterantycznych. Pozna układy gromadzenia energii w pojazdach oraz sposoby zarządzania jej przepływem.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza

Posiada rozszerzoną wiedzę o współczesnych technologiach wytwarzania maszyn w zakresie projektowania procesu produkcji części maszynowych i ich montażu z wykorzystaniem komputerowych narzędzi CAM.

Posiada ogólną wiedzę o rodzajach badań i metodach badania maszyn roboczych z zastosowaniem nowoczesnych technik pomiarowych i akwizycji danych.

Posiada poszerzoną wiedzę o normach dotyczących maszyn roboczych w zakresie metod obliczania i badania maszyn, bezpieczeństwa, w tym bezpieczeństwa ruchu drogowego, ochrony środowiska a także interface'u mechanicznego i elektrycznego.

#### Umiejętności

Potrafi formułować i testować hipotezy związane z prostymi problemami badawczymi

Potrafi przeprowadzić podstawowe pomiary wielkości mechanicznych na badanej maszynie roboczej z użyciem nowoczesnych systemów pomiarowych

Potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców



Potrąfi współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych i podejmować wiodącą rolę w zespołach

#### Kompetencje społeczne

Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści.

Jest gotów do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu.

Jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych z uwzględnieniem zmieniających się potrzeb społecznych, w tym:

- rozwijania dorobku zawodu,
- podtrzymywania etosu zawodu,
- przestrzegania i rozwijania zasad etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad.

#### **Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny**

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Egzamin pisemny, kolokwium zaliczeniowe, ćwiczenia obliczeniowe.

#### **Treści programowe**

1. Bilans gazów w cylindrze silnika, wskaźniki wymiany ładunku, idealne modele wymiany ładunku, uproszczony sposób obliczania napętnienia cylindra, ruch ładunku w cylindrze
2. Tworzenie mieszanki, wtrysk paliwa, mechanizm rozpylenia paliwa, widmo rozpylenia, średnia średnica kropli (SMD), parowanie paliwa
3. Zapłon i spalanie, chemiczne procesy podczas zwłoki samozapłonu, modele samozapłonu, wielostadyjność procesów przedpłomiennych w silniku, uniwersalna formuła na opóźnienie samozapłonu, zasadnicze fazy spalania
4. Bilans energii w cylindrze, wymiana ciepła, obliczanie bilansu energii w cylindrze silnika spalinowego.
5. Modelowanie procesu spalania
6. Formowanie się toksycznych składników spalin, formowanie sadzy w cylindrze silnika wysokoprężnego
7. Ustalane warunki pracy silnika spalinowego w układach napędów alterantycznych
8. Układy gromadzenia energii w pojazdach
9. Bilans energetyczny różnych typów układów napędowych
10. Układy hamowania regeneracyjnego
11. Sposoby określania stopnia naładowania akumulatora w pojazdach alternatywnych



11. Zarządzanie energią pojazdu mild-hybrid
12. Zarządzanie energią w pojazdach full hybrid z układami plug-in
13. Układy Range Extender

### Metody dydaktyczne

1. Wykład z prezentacją multimedialną, wycieczka dydaktyczna ściśle związana z tematyką zajęć.
2. Ćwiczenia - rozwiązywanie zadań

### Literatura

#### Podstawowa

1. Rychter T., Teodorczyk A.: Teoria silników spalinowych. WKiŁ, Warszawa 2005.
2. Kowalewicz A.: Podstawy procesów spalania. WNT. Warszawa 2000.
3. Wiśłocki K.: Studium wykorzystania badań optycznych do analizy procesów wtrysku i spalania w silnikach o zapłonie samoczynnym. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej 2004.
3. Pielecha I.: Optyczne metody wtrysku i spalania benzyny. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej 2017.
4. Serdecki W. (red.): Badania silników spalinowych. Wyd.PP, 2012
5. Merkisz J. Pielecha I., Układy mechaniczne pojazdów hybrydowych, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznan 2015.
6. Merkisz J. Pielecha I., Układy mechaniczne pojazdów hybrydowych, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznan 2015.
7. Schmidt T. Pojazdy hybrydowe i elektryczne w praktyce warsztatowej, WKiŁ, Warszawa 2020
8. Czasopismo: electric & hybrid vehicle technology international

#### Uzupełniająca

1. Andreas Wimmer, Josef Glaser. Indykowanie silnika. Warszawa 2004.
2. Niewiarowski K.: Tłokowe silniki spalinowe. WKiŁ, Warszawa 1983.
3. Kowalewicz A.: Systemy spalania szybkoobrotowych tłokowych silników spalinowych. WKiŁ. W-wa, 1980.
4. Kowalewicz A.: Tworzenie mieszanki i spalanie w silnikach o zapłonie iskrowym. WKiŁ. Warszawa, 1984.



5. Serdecki W. (red.): Badania układów silników spalinowych. Wyd.PP, 2000.
6. Pielecha I., Cieslik W. Thermodynamic analysis of indexes of operation of the engine with direct fuel injection for idle speed and acceleration. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. Mai 2016. doi: 10.1007/s10973-016-5544-1
7. Pielecha I., Cieślík W., Merkiś J., Analysis of the electric drive mode use and energy flow in hybrid drives of SUVs in urban and extra-urban traffic conditions. Journal of Mechanical Science and Technology. 2019, 33(10); 5043-5050. DOI 10.1007/s12206-019-0943-4
7. Artykuły naukowe w zakresie tematyki: SAE, MTZ, Combustion Engines

**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	45	3,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	27	2,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć ćwiczeniowych, przygotowanie do kolokwίων/egzaminu) <sup>1</sup>	18	1,0

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności