**Nazwa przedmiotu:**

Środki transportu i otoczenie

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab inż. Jarosław Korzeb, prof. nzw., Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej Zakład Podstaw Budowy Urządzeń Transportowych

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Transport

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

TR.SIS620

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

3

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

90 godz., w tym: praca na wykładach 30 godz., wykonywanie zdania projektowego na ćwiczeniach 15 godz., konsultacje 3 godz. (w tym 2 godz. w zakresie zadania projektowego), obrona pracy projektowej 1 godz., zapoznanie się ze wskazaną literaturą 15 godz., przygotowanie się do zaliczenia wykładu 10 godz., realizacja zadania projektowego poza godzinami zajęć 16 godz.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

2,0 pkt. ECTS (49 godz., w tym: praca na wykładach 30 godz., wykonywanie zdania projektowego na ćwiczeniach 15 godz., konsultacje 3 godz., obrona pracy projektowej 1 godz.)

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

1,5 pkt. ECTS (34 godz., w tym: wykonywanie zdania projektowego na ćwiczeniach 15 godz., konsultacje w zakresie zadania projektowego 2 godz., obrona pracy projektowej 1 godz., realizacja zadania projektowego poza godzinami zajęć 16 godz.)

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 15h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Środki transportu II, Diagnostyka techniczna.

**Limit liczby studentów:**

wykład-brak, cwiczenia 30 osób

**Cel przedmiotu:**

Poznanie przez studentów podstaw wibroakustyki stosowanej oraz wzajemnych oddziaływań środków transportu i infrastruktury z otoczeniem. Zakres przedmiotu obejmuje wybrane zagadnienia powstawania i propagacji drgań i hałasu w eksploatacji technicznych środków transportu oraz ich minimalizację. W szczególności są to oddziaływania pojazdów samochodowych, szynowych i samolotów z otoczeniem.

**Treści kształcenia:**

Treść wykładu:
Wprowadzenie do przedmiotu. Pojęcia podstawowe. Drgania i fale w układach sprężystych. Ruch falowy i rodzaje fal. Fale dźwiękowe. Właściwości fal w płynach i ośrodkach stałych. Fale stojące w układach sprężystych o ograniczonych rozmiarach. Elementarne źródła dźwięku; źródło płaskie, kuliste, cylindryczne, punktowe (monopole), inne źródła. Sprawność generacji dźwięku. Propagacja dźwięku. Rozproszenie, ugięcie i dyfrakcja fal dźwiękowych. Propagacja w swobodnej atmosferze, refrakcja wiatrowa i temperaturowa. Odbicie, załamanie, pochłanianie i przenikanie fal. Bilans intensywności dźwięku przy przechodzeniu przez przegrodę. Izolacyjność dźwiękowa przegrody. Charakterystyki procesów wibroakustycznych (WA) w dziedzinie czasu i częstotliwości. Charakterystyki i miary amplitudowe procesów WA. Poziomy dźwięku i drgań. Percepcja drgań i hałasu przez człowieka. Zakres percepcji ucha w dziedzinie częstotliwości i amplitud. Parametry dźwięku (poziom dźwięku, głośność i poziom głośności, filtry wagowe). Poziom równoważny dźwięku. Pomiary poziomu dźwięku (hałasu). Oddziaływanie infra i ultradźwięków na człowieka.
Pojazdy samochodowe i otoczenie. Drgania drogowe i czynniki wzbudzające drgania. Transmisja drgań podłużnych, poprzecznych i powierzchniowych (Rayleigha). Wpływ drgań drogowych na człowieka i budowle. Pomiary drgań drogowych. Wymagania dla dróg istniejących i projektowanych. Zastosowanie wibroizolacji i ekranów (przegród). Hałas drogowy. Źródła hałasu drogowego. i jego redukcja. Nowe trendy w budowie nawierzchni drogowych. Emisja hałasu i poziomy graniczne. Ekrany akustyczne. Obliczenia hałasu drogowego.
Pojazdy szynowe i otoczenie. Drgania i hałas w transporcie szynowym podziemnym i na terenie otwartym. Drgania przenoszone przez grunt. Znaczenie fal sprężystych powierzchniowych (Rayleigha). Percepcja drgań przez człowieka. Redukcja drgań, wibroizolacja. Hałas kolejowy. Emisja hałasu. Hałas samochodowy i kolejowy – różnice. Hałas toczny i typy hałasu tocznego. Wpływ różnych czynników na poziom równoważny. Obliczenia hałasu kolejowego.
Samoloty i otoczenie. Źródła drgań i hałasu lotniczego. Porównanie poziomów emisji hałasu różnych źródeł. Pomiary hałasu lotniczego (aneks ICAO nr 16). Efektywny poziom hałasu odczuwalnego (EPN). Ogólna ekspozycja na hałas (CNEL) jako miara uciążliwości hałasu lotniczego. Krzywe izofoniczne. Strefy uciążliwości hałasu w otoczeniu lotnisk. Drgania i hałas samolotów odrzutowych i śmigłowych Redukcja bierna i czynna hałasu lotniczego.
Treść ćwiczeń projektowych:
Budowa i konstrukcja ekranów akustycznych, wymagania i normy. Charakterystyka ekranów akustycznych ze względu na rodzaj konstrukcji i ocena ich skuteczności. Ciche nawierzchnie drogowe, właściwości i przegląd rozwiązań. Redukcja drgań i hałasu w torach kolejowych i przegląd rozwiązań. Redukcja drgań i hałasu w torach metra i tramwajowych oraz przegląd rozwiązań Minimalizacja hałasu wewnątrz wagonów pasażerskich. Wykonywanie pomiarów hałasu drogowego. Ochrona przed hałasem obszarów sąsiadujących z portami lotniczymi i urządzenia wyciszające. Pomiary hałasu lotniczego od źródeł w stanie stacjonarnym i ruchomych. Instrumenty pomiarowe drgań i hałasu. Charakterystyka hałasu emitowanego przez samoloty odrzutowe, śmigłowe i turbośmigłowe.

**Metody oceny:**

Wykład – zaliczany na podstawie dwóch sprawdzianów pisemnych,
ćwiczenia projektowe – zaliczane na podstawie wykonanego projektu.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

Bendat J., Piersol A. G.: Metody analizy i pomiaru sygnałów losowych. PWN,
dowolne wydanie.
Cempel Cz., Wibroakustyka Stosowana. PWN, Warszawa 1989.
Barron R., Industrial Noise Control and Acoustics, CRCnetBASE Product, Taylor and Fransis Group, LLC.
 Iwnicki S.: Hanbook of Railway Vehicle Dynamics. CRC Press 2006.
Wybrane publikacje i opracowania.

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

O ile nie powoduje to zmian w zakresie powiązań danego modułu zajęć z kierunkowymi efektami kształcenia w treściach kształcenia mogą być wprowadzane na bieżąco zmiany związane z uwzględnieniem najnowszych osiągnięć naukowych.

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt W01:**

posiada podstawową wiedzę teoretyczną o propagacji i właściwościach drgań i dźwięku w ośrodkach sprężystych

Weryfikacja:

 ćwiczenia projektowe - wykonanie projektu, obrona w formie prezentacji, dyskusji i pytań

**Powiązane efekty kierunkowe:** Tr1A\_W06, Tr1A\_W07

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W02, InzA\_W05, T1A\_W02, T1A\_W07, T1A\_W08, InzA\_W02, InzA\_W03

**Efekt W02:**

zna podstawowe metody badania procesów wibroakustycznych stacjonarnych w dziedzinie czasu i częstotliwości oraz ich charakterystyki amplitudowe

Weryfikacja:

 ćwiczenia projektowe - wykonanie projektu, obrona w formie prezentacji, dyskusji i pytań

**Powiązane efekty kierunkowe:** Tr1A\_W06, Tr1A\_W07

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W02, InzA\_W05, T1A\_W02, T1A\_W07, T1A\_W08, InzA\_W02, InzA\_W03

**Efekt W03:**

posiada wiedzę w zakresie percepcji drgań i dźwięku przez człowieka, miar percepcji i ich pomiaru

Weryfikacja:

wykład - zal., ćwicz. - projekt

**Powiązane efekty kierunkowe:** Tr1A\_W07, Tr1A\_W09

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W02, T1A\_W07, T1A\_W08, InzA\_W02, InzA\_W03, T1A\_W04, T1A\_W05, T1A\_W08, InzA\_W03, InzA\_W05

**Efekt W04:**

posiada wiedzę w zakresie powstawania zaburzeń w środkach transportu i ich propagacji do otoczenia

Weryfikacja:

wykład - zal., ćwicz. - projekt

**Powiązane efekty kierunkowe:** Tr1A\_W07, Tr1A\_W08

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W02, T1A\_W07, T1A\_W08, InzA\_W02, InzA\_W03, T1A\_W03, T1A\_W05, InzA\_W05

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt U01:**

potrafi posługiwać się technikami informacyjno-komunikacyjnymi właściwymi do realizacji zadań typowych dla relacji: środki transportu - otoczenie

Weryfikacja:

wykonanie projektu

**Powiązane efekty kierunkowe:** Tr1A\_U03

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U02, T1A\_U03, T1A\_U04

**Efekt U02:**

posiada przygotowanie do analizowania i oceny wpływu oddziaływań środków transportu na otoczenie (obiekty techniczne i człowieka)

Weryfikacja:

wykład - zal., ćwicz. - projekt

**Powiązane efekty kierunkowe:** Tr1A\_U08, Tr1A\_U09

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U07, T1A\_U07, T1A\_U08, T1A\_U11, InzA\_U01

**Efekt U03:**

potrafi planować i przeprowadzać typowe analizy sygnałów drganiowych i dźwiękowych oraz wyciągać wnioski.

Weryfikacja:

wykład - zal., ćwicz. - projekt

**Powiązane efekty kierunkowe:** Tr1A\_U11, Tr1A\_U14

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U09, InzA\_U02, T1A\_U10, InzA\_U03

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt K03:**

potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role

Weryfikacja:

prezentacja wyników pracy zespołowej

**Powiązane efekty kierunkowe:** Tr1A\_K03

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K03