



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Diagnostyka techniczna [S1ETI2>DT]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Edukacja techniczno-informatyczna

Rok/Semestr

3/5

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

15

Laboratorium

15

Inne

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

2,00

### Koordynatorzy

dr hab. inż. Roman Barczewski prof. PP  
roman.barczewski@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Student zna podstawy konstrukcji maszyn, rysunku technicznego, podstawy metrologii, pomiaru wielkości fizycznych i analizy wyników. Potrafi przeprowadzić podstawowe pomiary. Student posiada umiejętność samokształcenia i pozyskiwania wiedzy na podstawie zasobów bibliotecznych (w tym e- zasobów) oraz zasobów internetowych (np. eKURSY)

### Cel przedmiotu

Studenci otrzymują wiedzę z podstaw diagnostyki technicznej w szczególności diagnostyki wibroakustycznej oraz umiejętności w zakresie oceny stanu technicznego maszyn i ich podzespołów oraz identyfikacji wad i uszkodzeń

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

Po ukończeniu przedmiotu student potrafi scharakteryzować cele i metody diagnostyki technicznej w obszarze (konstruowania, wytwarzania i eksploatacji obiektów technicznych)

Student zna typowe przyczyny i skutki uszkodzeń eksploatacyjnych i nieprawidłowości funkcjonowania maszyn ich podzespołów

Student zna metody diagnostyki maszyn . Wie jak ocenić stan techniczny maszyny. Zna metody i techniki pozwalające na identyfikację wad, uszkodzeń (w tym metody NDT) i nieprawidłowości funkcjonowania maszyn i urządzeń oraz wie jak je eliminować.

#### Umiejętności:

Potrafi wykonać pomiary i analizy sygnałów wibroakustycznych oraz je interpretować. Potrafi zidentyfikować wady, uszkodzenia i nieprawidłowości funkcjonowania maszyn i urządzeń . Student potrafi dokonywać selektywnej analizy treści zawartych w normach i publikacjach z obszaru diagnostyki technicznej

#### Kompetencje społeczne:

Student po ukończeniu przedmiotu ma świadomość konieczności samodzielnego pogłębiania wiedzy. Student rozumie znaczenie diagnostyki technicznej w ujęciu ekonomicznym, bezpieczeństwa ludzi i środowiska. Student ma świadomość znaczenia działań inżynierskich i odpowiedzialności za podejmowane decyzje. Potrafi organizować pracę w zespole i aktywnie współpracować z w realizacji zadań.

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

#### Wykład:

Forma pisemna lub zdalne testy na platformie eKURSY: 10 - 20 zagadnień obejmujących całość materiału wykładowego, laboratoryjnego i zagadnień wskazanych do samodzielnego przestudiowania.

#### Laboratorium:

Krótkie sprawdziany wejściowe przed każdym ćwiczeniem laboratoryjnym. Ocena wiedzy i umiejętności, a także aktywności podczas wykonywania eksperymentów. Ocena stopnia opanowania treści kursu, umiejętności i nabytych kompetencji na podstawie jakości indywidualnie wykonanych raportów. Sprawdzana jest poprawność merytoryczna i obliczeniowa, kompletność raportu oraz umiejętność formułowania wniosków, uwag i spostrzeżeń. Warunki zaliczenia laboratorium: wykonanie i zaliczenie kompletu ćwiczeń laboratoryjnych i uzyskanie wymaganego minimum punktowego za sprawdziany wejściowe i sprawozdania.

Kryteria ocen dotyczą laboratorium i wykładu:

poniżej 50 % ndst. <50-60%) dst. <60-70 %) dst. plus <70-80 %) db. <80-90%) db plus <90-100 %> bdb.

### Treści programowe

#### Wykład:

Podstawowa terminologia. Symptomowa krzywa życia obiektu technicznego. Miejsce diagnostyki w poszczególnych etapach życia systemów technicznych (diagnostyka konstrukcyjna, poprodukcyjna, eksploatacyjna, procesów technologicznych). Metody badań diagnostycznych maszyn i ich podzespołów. Metody i techniki wykrywania i identyfikacji wad, uszkodzeń maszyn i ich podzespołów.

#### Laboratoria:

Ćwiczenia laboratoryjne realizowane na obiektach rzeczywistych oraz na stanowiskach laboratoryjnych (małogabarytowe modele agregatów, maszyn). celem ich jest egzemplifikacja treści wykładów. Ocena stanu technicznego pomiarów drgań i zaleceń normowych (normy PN ISO) - (stacja wentylatorowa). Kolejne ćwiczenia wykonywane na stanowiskach laboratoryjnych zawierających typowe podzespoły maszyn takie jak : wirniki, wały, łożyska, przekładnia pasowa, przekładnia zębata, pompa zębata, uszkodzeń). Wykrywanie nieszczelności w układach sprężonego powietrza. Pozyskanie umiejętności przeprowadzenia badań wybranymi technikami badań nieniszczących (NDT) . Stanowiska laboratoryjne są wyposażone w dedykowane układy pomiarowo analizujące oraz urządzenia pozwalające na wykrywanie i identyfikację wad i uszkodzeń podzespołów maszyn.

### Tematyka zajęć

#### Wykłady.

1. Obszar zagadnień teoretycznych i praktycznych diagnostyki technicznej. Pojęcia podstawowe i terminologia: diagnoza, geneza, prognoza, symptom diagnostyczny i ich klasyfikacja, symptomowa krzywa życia obiektu technicznego, procesy resztkowe (dynamiczne i semistatyczne) jako źródła informacji diagnostycznych.

2. Metody badań diagnostycznych: wizualne, penetracyjne, magnetyczne, wibroprądkowe, radiograficzne,

ultradźwiękowe (pasywne i aktywne), badania produktów zużycia, metody termalne i wibroakustyczne (idea, odmiany, oprzyrządowanie i wyposażenie, przykładowe zastosowania, wady, ograniczenia, zalety, wady).

3. Miejsce diagnostyki w kolejnych fazach życia obiektu technicznego - cele i metody (diagnostyka konstrukcyjna, diagnostyka poprodukcyjna, monitorowanie stanu technicznego maszyn na etapie eksploatacji).

4. Ocena stanu technicznego i stanu pracy maszyn na podstawie pomiarów drgań. Idea, zalecenia normowe, klasy maszyn, strefy intensywności drgań, stan techniczny. Wartości graniczne prędkości drgań stosowane do oceny stanu technicznego. Zasady wykonywania pomiarów: liczba punktów pomiarowych, lokalizacja przetworników drgań, wzorcowanie toru pomiarowego. Procedura prowadzenia badań. Sposób raportowania wyników pomiaru dokonywania oceny stanu technicznego oraz formułowana zaleceń eksploatacyjnych.

5. Diagnostowanie wałów i wirników. Typowe wady i uszkodzenia wirników: niewyważenie, zgięcie, niewspółosiowość, pęknięcie. Przyczyny i skutki niewyważenia wirników. Metody identyfikacji niewyważenia. Metody redukcji niewyważenia wirników - wyważanie na wyważarkach i w łożyskach własnych.

6. Diagnostowanie stanu technicznego łożysk tocznych. Rodzaje łożysk tocznych. Przyczyny uszkodzeń łożysk tocznych. Fazy degradacji łożysk tocznych: faza szumowa, drganiowa i termalna. Metody diagnostowania łożysk tocznych: emisja akustyczna, metody ultradźwiękowe w tym SPM, pomiary i analizy drgań i hałasu, metody termalne.

7. Diagnostowanie przekładni zębatych i pasowych. Rodzaje przekładni. Podstawowe metody diagnostowania: wizualne, wibroakustyczne, badanie produktów zużycia w środku smarnym. Typowe formy wad i uszkodzeń przekładni zębatych wykrywane metodami wizualnymi, pitting, łuszczenie, zacieranie, przeciążenie, płynięcie materiału, pęknięcie i wylamanie zębów. Wady produkcyjne przekładni zębatych: niewspółosiowość, nierównoległość wałów, nadmierne luzy międzyzębne, luzy wierzchołkowe. Diagnostowanie przekładni na podstawie analizy widmowej drgań. Skład widmowy drgań przekładni zębatej: częstotliwości obrotowe, częstotliwość zazębienia boczne wstęgi modulacyjne. Identyfikacja wad i uszkodzeń przekładni zębatej na podstawie widma drgań (m.in. niewspółosiowość, luzy, zużycie zębów). Identyfikacja uszkodzeń przekładni na podstawie obserwacji mikroskopowych produktów zużycia w środku smarnym (ferrografia analityczna). Diagnostowanie przekładni pasowych na podstawie analizy widmowej drgań. Wyznaczanie częstotliwości charakterystycznych związanych z uszkodzeniami kół pasowych i paska klinowego.

8. Kłokwium zliczeniowe.

Laboratoria:

1. Ocena stanu technicznego maszyny wirnikowej - normowe pomiary drgań maszyn wirnikowych.
2. Łożyska toczne - ocena stanu technicznego metodą SPM.
3. Przekładnia zębata - ocena stanu technicznego na podstawie pasmowych pomiarów drgań.
4. Wirniki - identyfikacja rodzaju niewyważenia
5. Niewyważenie wirników sztywnych - badanie zależności pomiędzy niewyważeniem a drganiami na węzłach łożyskowych wirnika (ćw. fakultatywne).
6. Defektoskopia ultradźwiękowa - badanie metodą echa.
7. Wykrywanie wad i uszkodzeń metodą magnetyczną - proszkową
8. Detekcja nieszczelności w układach pneumatycznych (ćw. fakultatywne)

## Metody dydaktyczne

Wykład - prezentacje multimedialne. Treści wykładów udostępniane są w postaci elektronicznej przed rozpoczęciem zajęć, co umożliwia komfortowy i aktywny udział w wykładach.

Laboratoria: eksperymenty wykonywane są na specjalizowanych stanowiskach dydaktycznych wyposażonych w dedykowane układy pomiarowe i analizujące. Przedmiot jest kompleksowo wspomagany na platformie e-learningowej eKURSY. Dostępne są: materiały wykładowe, multimedia, webinaria (off-line), materiały źródłowe (czasopisma, wybrane publikacje, noty techniczne), instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych, szablony sprawozdań, przykładowe sprawozdania. Możliwe jest również zdalne wykonywanie ćwiczeń na podstawie przygotowanych foto i wideo tutoriali i indywidualnych zestawów danych. Dostępne są również: testy, zestawy zagadnień zaliczeniowych, kryteria oceniania sprawozdań

## Literatura

Podstawowa:

1. Inżynieria Diagnostyki Maszyn. Praca zbiorowa red. B.Żółtowski i C.Cempel, PTDT ITE PIB Radom, 2004.
2. Handbook of condition monitoring, Edited by B.K.N. Rao, Elsevier Science Ltd. 1996.
3. Diagnostyka Maszyn, Zasady ogólne przykłady zastosowań, Praca pod redakcją C. Cempla i F. Tomaszewskiego, Wydawnictwo MCNEMT Radom, 1992.
4. Lewińska-Romicka A., Badania nieniszczące, podstawy defektoskopii, WNT W-wa, 2001
5. Barczewski R., Laboratorium diagnostyki systemów - instrukcje do ćwiczeń (edycja elektroniczna (eKursy))

Uzupełniająca:

1. Cempel C., Diagnostyka Wibroakustyczna Maszyn, PWN Warszawa 1989.
2. Żółtowski B, Podstawy diagnostyki maszyn, WU ATR Bydgoszcz 1996,
3. Morel J., Drgania Maszyn i diagnostyka ich stanu technicznego (tłum.) PTDT, 1992
4. Dwojak J. Rzepiela M., Diagnostyka drganiowa stanu maszyn i urządzeń, Biuro Gamma Warszawa 2005.
5. Wybrane normy (PN ISO), czasopisma techniczne i naukowe : Główny Mechanik, Utrzymanie Ruchu, Maintenance and Reliability, Diagnostyka.
6. Encyclopaedia of condition monitoring, Coxmoor Publishing Company Oxford UK 2006.
7. Materiały uzupełniające zawarte na platformie e-learningowej eKURSY.

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	55	2,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	30	1,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwiiów/egzaminu, wykonanie projektu)	25	1,00