

## Karta przedmiotu

obowiązuje doktorantów Szkoły Doktorskiej PK rozpoczynających kształcenie  
w roku akademickim 2022/2023

### Informacje o przedmiocie

|  |   |
|--|---|
| Nazwa przedmiotu w języku polskim            | Eksperymentalne metody detekcji zniszczenia konstrukcji       |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim         | Experimental methods of failure detection of structures       |
| Liczba punktów ECTS                          | 1   |
| Język wykładowy                              | Polski  |
| Kategoria przedmiotu                         | Wybieralny  |
| Dziedzina kształcenia                        | Nauki inżynieryjno-techniczne                                 |
| Dyscyplina kształcenia                       | Inżynieria mechaniczna  |
| Osoba odpowiedzialna za przedmiot<br>Kontakt | Dr hab. inż. Marek Barski, prof. PK<br>marek.barski@pk.edu.pl |

### Rodzaj zajęć, liczba godzin w planie studiów

| Semestr    | Forma zaliczenia (O / Z)* | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Laboratorium komputerowe | Projekt | Seminarium |
|------------|---------------------------|--------|-----------|--------------|--------------------------|---------|------------|
| 2, 3, 4, 5 | O                         | 15     | 0         | 0            | 0                        | 0       | 0          |

\*O - zaliczenie na ocenę, Z – zaliczenie bez oceny

### Cele przedmiotu

| Kod  | Opis celu   |
|------|---|
| Cel1 | Omówienie budowy oraz zastosowań nowoczesnych materiałów kompozytowych jak również mechanizmów powstawania uszkodzeń prowadzących ostatecznie do zniszczenia konstrukcji kompozytowych. |
| Cel2 | Przedstawienie idei badań nieniszczących monitorowania stanu konstrukcji (ang. Non-Destructive Testing NDT, Structural Health Monitoring SHM).  |
| Cel3 | Omówienie wybranych metod NDT oraz SHM: aktywna i pasywna termografia, cyfrowa korelacja obrazu, propagacja fal sprężystych.  |

### Efekty uczenia się

| Kod                             | Opis efektu uczenia się z uwzględnieniem specyfiki dyscypliny                  | Symbol efektu uczenia się w SD PK | Sposoby weryfikacji               |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------------|
| <b>EFEKTY W ZAKRESIE WIEDZY</b> |  |                                   |                                   |
| E UW1                           | Doktorant posiada podstawową wiedzę dotyczącą budowy materiałów kompozytowych. | E_W01,<br>E_W02                   | Aktywność na zajęciach, dyskusja. |

|  |   |                 |                                   |
|--|---|-----------------|-----------------------------------|
| EUW2   | Doktorant posiada podstawową wiedzę dotyczącą mechanizmów powstawania uszkodzeń w konstrukcjach wykonanych zarówno z materiałów tradycyjnych (stopy metali) jak również materiałów kompozytowych.                                   | E_W01,          | Aktywność na zajęciach, dyskusja. |
| <b>EFEKTY W ZAKRESIE UMIEJĘTNOŚCI</b>            |   |                 |                                   |
| EUU1   | Doktorant potrafi wskazać podstawowe wady i zalety materiałów kompozytowych oraz wpływ budowy wewnętrznej kompozytów na proces powstawania uszkodzeń wywołanych obciążeniem statycznym jak i cyklicznym (zmęczeniowym).             | E_U01           | Dyskusja.                         |
| EUU2   | Doktorant potrafi wskazać podstawowe cechy charakterystyczne metod detekcji uszkodzeń opartych na wykorzystaniu aktywnej termografii, cyfrowej korelacji obrazu oraz zjawisku propagacji fal sprężystych.                           | E_U01           | Dyskusja.                         |
| <b>EFEKTY W ZAKRESIE KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b> |   |                 |                                   |
| EUK1   | Doktorant potrafi wskazać potencjalne korzyści zarówno ekonomiczne jak i wpływ na bezpieczeństwo eksploatacji różnych konstrukcji inżynierskich wynikające z zastosowania nowoczesnych metod detekcji uszkodzeń w życiu codziennym. | E_K01,<br>E_K03 | Dyskusja                          |

### Treści programowe

| Lp.           | Treści  | Efekty uczenia się dla przedmiotu | Liczba godzin |
|---------------|---|-----------------------------------|---------------|
| <b>WYKŁAD</b> |   |                                   |               |
| W1            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Przykłady zastosowań materiałów kompozytowych.</li> <li>• Budowa materiałów kompozytowych - podstawowe pojęcia i definicje.</li> <li>• Równania konstytutywne dla materiałów anizotropowych.</li> <li>• Równania ruchu i równowagi statycznej.</li> <li>• Kryteria zniszczenia.</li> </ul> | EUW1, EUW2                        | 3             |
| W2            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Idea badań nieniszczących.</li> <li>• Fale sprężyste, mody fal sprężystych, krzywe dyspersji.</li> <li>• Metody aktywacji i detekcji fal sprężystych.</li> <li>• Detekcja i lokalizacja uszkodzenia</li> </ul>   | EUU1, EUU2, EUK1                  | 4             |
| W3            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowe zjawiska i pojęcia dotyczące przewodzenia i transportu ciepła w różnych materiałach.</li> <li>• Termografia aktywna.</li> <li>• Termografia pasywna.</li> </ul>   | EUU1, EUU2, EUK1                  | 4             |

|    |   |                  |   |
|----|---|------------------|---|
| W4 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Budowa aparatów i kamer cyfrowych, rodzaje obiektywów, rodzaje czujników umożliwiających rejestrację obrazu.</li> <li>• Cyfrowa korelacja obrazu.</li> <li>• Metodologia pomiaru przemieszczenia konstrukcji.</li> <li>• Kalibracja kamer cyfrowych.</li> <li>• Korelacja obrazu.</li> </ul> | EUU1, EUU2, EUK1 | 4 |
|----|---|------------------|---|

### Bilans punktów ECTS

| ROZLICZENIE GODZIN   |   |
|--|---|
| Forma aktywności   | Średnia liczba godzin (45 min) poświęconych na realizację rodzaju zajęć |
| <b>GODZINY KONTAKTOWE Z NAUCZYCIELEM AKADEMICKIM</b>             |   |
| Godziny wynikające z programu kształcenia                        | 15  |
| Konsultacje  | 1   |
| Egzamin / zaliczenie   | 2   |
| <b>GODZINY BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA AKADEMICKIEGO</b>             |   |
| Samodzielne studiowanie tematyki zajęć                           | 8   |
| Przygotowanie referatu, raportu, projektu, prezentacji, dyskusji | 4   |
| <b>BILANS PUNKTÓW ECTS</b>                                       |   |
| Łączna suma godzin   | 30  |
| Liczba punktów ECTS  | 1   |

### Wymagania wstępne

| Lp. | Wymagania                                  |
|-----|--|
| 1   | Mechanika ogólna, wytrzymałość materiałów. |
| 2   | Znajomość języka angielskiego.             |

### Warunki zaliczenia / sposób obliczania oceny końcowej

| Lp.   | Opis                               |
|---|------------------------------------|
| <b>WARUNKI ZALICZENIA</b>                         |                                    |
| 1   | Obecność co najmniej na 80% zajęć. |
| 2   | Prezentacja, dyskusja.             |
| <b>SPOSÓB WYZNACZENIA OCENY KOŃCOWEJ</b>          |                                    |
| Średnia ocena z prezentacji i rzeczowej dyskusji. |                                    |

### Dodatkowe informacje

|  |
|--|
|  |
|--|

### Literatura

|   |  |
|---|--|
| 1 | Muc A., Mechanika kompozytów włóknistych, Kraków, 2003, Księgarnia Akademicka.                             |
| 2 | Giurgiutiu V., Structural Health Monitoring with Piezoelectric Wafer Active Sensors, 2008, Elsevier.       |
| 3 | Oliferuk W., Termografia podczerwieni w nieniszczących badaniach materiałów i urządzeń, 2008, Biuro Gamma. |

|   |   |
|---|---|
| 4 | Sutton M. A., Ortu J. - J., Schreier H. W., Image correlation for Shape, Motion and Deformation, Basic Concepts, Theory and Applications, 2009, Springer. |
|---|---|