

**Krakowska Interdyscyplinarna Szkoła Doktorska/  
Krakow School of Interdisciplinary PhD Studies**

Opis przedmiotu/ course description

|                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Przedmiot/ Course :</b>                             | Cyfrowa anemometria obrazowa w teorii i praktyce                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Moduł kształcenia/<br/>Training module:</b>         | Moduł specjalistyczny                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Okres realizacji/<br/>Implementation period :</b>   | II rok, semestr letni                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Język wykładowy/<br/>Language:</b>                  | polski                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Prowadzący/ Lecturer:</b>                           | Dr hab. Jacek Sobczyk                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Wymiar godzin<br/>przedmiotu/duration :</b>         | 30 godzin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Forma prowadzenia zajęć/<br/>Form of teaching :</b> | wykład 10 godzin / ćwiczenia 20 godzin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Opis przedmiotu/ course<br/>content:</b>            | <p>Zajęcia obejmują kompleksowe wprowadzenie do cyfrowej anemometrii obrazowej (PIV – Particle Image Velocimetry), jednej z kluczowych metod wykorzystywanych w nowoczesnych badaniach przepływów cieczy i gazów. Program został podzielony na część teoretyczną oraz praktyczną, umożliwiając uczestnikom zdobycie zarówno wiedzy merytorycznej, jak i umiejętności praktycznych związanych z projektowaniem i realizacją eksperymentów pomiarowych.</p> <p><b>Część teoretyczna – wykład:</b></p> <p>Podczas wykładu uczestnicy zapoznają się z fundamentalnymi zagadnieniami dotyczącymi metody PIV, jej zastosowaniami oraz ograniczeniami. Omawiane będą:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawy teoretyczne metody PIV: Wyjaśnienie zasady działania techniki PIV, w tym mechanizmu śledzenia cząstek w przepływie, rejestracji obrazów oraz obliczania pól prędkości. Przedstawione zostaną także różne warianty metody (np. 2D PIV, Stereo PIV, Tomographic PIV).</li> <li>• Dobre praktyki przy projektowaniu eksperymentu pomiarowego: Uczestnicy dowiedzą się, jak prawidłowo przygotować układ pomiarowy, dobrać odpowiednie parametry optyczne i fizyczne, zapewnić właściwe oświetlenie oraz jak unikać typowych błędów wpływających na jakość danych.</li> </ul> |

|                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metody analizy danych pomiarowych: Omówione zostaną techniki przetwarzania obrazów, korelacji, filtrowania danych oraz wizualizacji wyników.</li> </ul> <p><b>Część praktyczna – ćwiczenia laboratoryjne:</b></p> <p>W ramach ćwiczeń uczestnicy będą mieli okazję samodzielnie przeprowadzić pomiary z wykorzystaniem aparatury PIV. Zajęcia obejmują:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zapoznanie z aparaturą pomiarową: Prezentacja komponentów systemu PIV, takich jak kamera, laser, układ optyczny, oprogramowanie do akwizycji i analizy danych.</li> <li>• Projektowanie eksperymentu pomiarowego: Uczestnicy samodzielnie zaplanują eksperyment, dobierając parametry techniczne i przygotowując układ pomiarowy zgodnie z założeniami badawczymi.</li> <li>• Wykonanie pomiarów z użyciem wybranego obiektu: Przeprowadzenie rzeczywistych pomiarów przepływu wokół modelu (np. profilu aerodynamicznego, kanału przepływowego), rejestracja obrazów i przygotowanie danych do analizy.</li> <li>• Analiza i opracowanie danych pomiarowych: Przetwarzanie zebranych danych, generowanie map prędkości, identyfikacja struktur przepływu oraz interpretacja wyników w kontekście fizyki zjawiska.</li> </ul> |
| <b>Efekty uczenia się wg 8PRK zgodnie z Programem kształcenia KISD/ learning outcomes at level 8 of the PRK according to the KISD Training Program:</b> | EU1, EU2, EU3, EU8, EU9, EU13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Forma weryfikacji efektów uczenia się/ Method of verification of learning outcomes:</b>                                                              | Uczestnictwo w wykładach i zajęciach laboratoryjnych, wykonanie projektu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Wymagania wobec uczestników/ Requirements for participants:</b>                                                                                      | Podstawowa wiedza i zrozumienie klasycznych metod pomiarowych w zakresie mechaniki płynów                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |