



# Centrum Studiów Zaawansowanych Politechniki Warszawskiej

Pl. Politechniki 1, 00-661 Warszawa, tel./fax +48 22 234 6003 (6002), www.csz.pw.edu.pl



## Uczelniana Oferta Studiów Zaawansowanych CAS University Educational Offer

**SYLABUS 2022/2023**

<b>Nazwa przedmiotu + skrót (jęz. polski i angielski) Subject + abbreviation (in Polish and English )</b>	WPROWADZENIE DO TEORII OBLICZALNOŚCI + (WTO) THE FOUNDATIONS OF COMPUTABILITY THEORY + (WTO)
<b>Liczba punktów ECTS Number of ECTS points</b>	2 ECTS

<b>Osoby prowadzące Lecturer</b>	<b>Tytuł naukowy Title</b>	<b>Imię i nazwisko Name and surname</b>	<b>Katedra / Instytut/ Centrum/ Inne Chair / Institute/ Center/ Other</b>
	Dr hab. inż.	Anna Zamojska-Dzienio	Faculty of Mathematics and Information Science, WUT
<b>Osoba odpowiedzialna za przedmiot Person responsible</b>	Dr hab. inż.	Anna Zamojska-Dzienio	Faculty of Mathematics and Information Science, WUT

<b>Semestr studiów Semester</b>	<b><i>Semestr letni 2022/23 Summer Semester 2022/23</i></b>
<b>Typ przedmiotu (możliwości wyboru) obowiązkowy O fakultatywny F Type of the subject (to be chosen) obligatory O facultative F</b>	F
<b>Wymagania wstępne Prerequisites</b>	Zakres wiedzy matematycznej odpowiadający pierwszemu stopniowi studiów politechnicznych. Podstawowa wiedza z zakresu matematyki i logiki dotycząca zbiorów, relacji i funkcji. The knowledge of mathematics on the level of engineering studies (first degree). Basic knowledge (high school

	extended level) on logic, set theory, relations and functions.
<b>Poziom przedmiotu</b> Podstawowy P Średniozaawansowany Ś Zaawansowany Z <b>Level</b> Basic P Intermediate Ś Advanced Z	Ś
<b>Charakter zajęć</b> , liczba godzin w semestrze, liczba godzin w tygodniu. 1) podać rodzaj prowadzonych zajęć dla danego przedmiotu: wykłady (W); ćwiczenia (Ć); laboratorium (L); projekt (P) 2) podać liczbę godzin w tygodniu np. W - 2; Ć - 2; L - 3; P - 0 3) podać liczbę godzin w semestrze np. W - 30; Ć - 30; L - 45; P - 0  <b>Nature of activities</b>	1) W 2) W-2 3) W-15          W – 2 hours per week, 15 hours per semester
<b>Sugerowana liczba godzin pracy własnej</b> <b>Suggested number of hours of own work</b>	35 godzin obejmuje : 15 godzin praca samodzielna 20 – przygotowywanie się słuchacza do egzaminu. <i>35 hours : 15 hours self work to prepare for lectures, 20 hours for students to prepare for an exam (project) .</i>
<b>Całkowita liczba godzin:</b> <b>Total number of hours:</b>	50 godzin/50 hours
<b>Aspekty międzynarodowe</b> (jeśli są) <b>International aspects</b> (if any)	
<b>Język wykładowy</b> <b>Language of instruction</b>	Angielski/ English
<b>Cel przedmiotu</b> <b>Course objective</b>	Poznanie podstaw teorii obliczalności, ze szczególnym uwzględnieniem matematycznych modeli obliczeń i przykładowych problemów nierozstrzygalnych w tych modelach. Introduction to computability theory, with emphasize on presenting formal computation models and some of undecidable problems within these models.
<b>Treść przedmiotu</b> Wykład:	

1. Wprowadzenie historyczne i motywacja: kryzys podstaw matematyki, program Hilberta i jego upadek.
2. Formalizacja matematyki: system aksjomatyczny, rozstrzygalność, zupełność, spójność.
3. Modele obliczeń: maszyna Turinga, funkcje częściowe rekurencyjne i inne.
4. Zbiory rekurencyjne i rekurencyjnie przeliczalne.
5. Twierdzenie Rice'a i Twierdzenie o rekursji.
6. Problem stopu i inne problemy nierozstrzygalne.

#### Course contents

1. Historical background and motivation: the foundational crisis of mathematics, Hilbert's Program and its fate.
2. Formalization of mathematics: formal axiomatic system, decidability, completeness, consistency.
3. Models of computation: Turing Machine, Partial Recursive Functions and others.
4. Recursive sets and recursively enumerable sets.
5. Rice's Theorem and the Recursion Theorem.
6. Halting Problem and other undecidable problems.

#### Spis zalecanych lektur/Books to study

LP.	Autor, Tytuł, Wydawnictwo,
1.	B. Robič, <i>The Foundations of Computability Theory</i> , Springer-Verlag, Berlin, 2015.
2.	M. Fernández, <i>Models of Computation</i> , Springer-Verlag, London, 2009.
3.	D.S. Bridges, <i>Computability. A Mathematical Sketchbook</i> , Springer-Verlag, New York, 1994.
4.	J. R. Shoenfield, <i>Recursion Theory</i> , Springer-Verlag, Berlin, 1993.

<b>Metody oceny</b> ( ocena, egz. pisemny, egz. ustny, projekt) <b>Evaluation methods</b>	Egzamin pisemny  Written exam
---	-------------------------------------

<b>Uwagi dodatkowe</b>  <b>Additional remarks</b>	Zajęcia odbędą się, jeżeli zapisze się co najmniej 15 osób. Przedmiot może być zaliczony finalnie jedynie oceną.  Classes will be held if there are at least 15 students enrolled. The course can only be passed with a final grade.
---	--

**Tabela 1. Efekty kształcenia -przykład**

Numer (symbol)	Efekty kształcenia słuchacza, który zaliczył przedmiot, potrafi	Sposób weryfikacji osiągnięcia efektu
<b>WIEDZA</b>		
WTO_W1	Zna jedną z wielu równoważnych formalizacji pojęcia obliczalności.	egzamin
WTO_W2	Ma ogólne pojęcie o idei kodowania złożonych struktur	egzamin

Numer (symbol)	Efekty kształcenia słuchacza, który zaliczył przedmiot, potrafi	Sposób weryfikacji osiągnięcia efektu
	danych liczbami naturalnymi.	
WTO_W3	Ma świadomość ograniczeń informatyki, zna podstawowe przykłady problemów nierozstrzygalnych.	egzamin
	<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>	
WTO_U1	Umie programować w prostym teoretycznym języku programowania.	egzamin
WTO_U2	Umie w konkretnych prostych sytuacjach pokazać, że dany podzbiór zbioru liczb naturalnych jest lub nie jest rekurencyjnie przeliczalny [rekurencyjny].	egzamin
	<b>KOMPETENCJE</b>	
WTO_K1	Zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia.	obserwacja na zajęciach
WTO_K2	Docenia rolę matematyki w precyzyjnym formułowaniu i rozwiązywaniu problemów związanych z podstawami informatyki.	obserwacja na zajęciach

Number (symbol)	Learning outcomes of a student who passed the course	Means of verifying the achievement of the result
	<b>KNOWLEDGE</b>	
WTO_W1	Knows one of many equivalent formalizations of the concept of computability.	exam
WTO_W2	Has a general understanding of the idea of coding complex data structures with natural numbers.	exam
WTO_W3	Is aware of the limitations of computer science, knows the basic examples of undecidable problems.	exam
	<b>SKILLS</b>	
WTO_U1	Can program in a simple theoretical programming language.	exam
WTO_U2	Can show in specific simple situations that a given subset of the set of natural numbers is or is not recursively enumerable.	exam
	<b>COMPETENCES</b>	
WTO_K1	Knows the limitations of her/his own knowledge and understands the need for further education.	Interaction during the lectures
WTO_K2	Appreciates the role of mathematics in the precise formulation and solving of problems related to the foundations of computer science.	Interaction during the lectures