

## ECTS – Arkusz przedmiotu

<b>Kod</b>			<b>Nazwa przedmiotu</b>	<b>ZŁOŻONOŚĆ OBLICZENIOWA</b>			
<b>Prowadzący przedmiot</b>	dr Agnieszka Górlich						
<b>Osoby prowadzące zajęcia</b>	dr Monika Piłśniak						
<b>Klasa przedmiotu</b>				<b>Rodzaj przedmiotu</b>			
<b>Wydział</b>	Matematyki Stosowanej						
<b>Kierunek</b>	Matematyka						
<b>Rodzaj studiów</b>	stacjonarne		<b>Stopień studiów</b>	drugi		<b>Semestr</b>	<b>I</b>
<b>Rodzaje zajęć *</b>	<b>Suma</b>	<b>Wykłady</b>	<b>Ćwiczenia</b>	<b>Laboratoria</b>	<b>Seminaria</b>	<b>Projekty</b>	<b>ECTS</b>
<b>Liczba godzin</b>	60	30	30				6
<b>WWW</b>							
<b>Uwagi</b>							
<b>Cel przedmiotu - zdobyte umiejętności</b>							
Rozumienie matematycznych podstaw analizy algorytmów i procesów obliczeniowych. Definiowanie funkcji obliczalnych za pomocą rekursji i operatora minimum. Odróżnianie problemów rozstrzygalnych od nierozstrzygalnych. Wyznaczanie górnego i dolnego ograniczenia złożoności problemu. Stosowania metod automatycznego dowodzenia twierdzeń oraz logicznego wspomaganie weryfikacji i specyfikacji programów.							
<b>Streszczenie przedmiotu</b>							
Elementy teorii obliczeń – funkcje obliczalne, maszyny Turinga, języki formalne. Złożoność obliczeniowa, logika obliczeniowa, problemy NP.- trudne i ich aproksymacje.							
<b>Warunki uczestnictwa w przedmiocie</b>	brak						
<b>Forma zaliczenia przedmiotu</b>	zaliczenie ćwiczeń na podstawie oceny aktywności studenta i prac pisemnych; egzamin ustny						
<b>Zasada wystawiania oceny końcowej</b>	średnia ważona: zaliczenie z wagą 1/3 plus egzamin z wagą 2/3						
<b>Program wykładów</b>							
1. Maszyna z dostępnym swobodnym i Maszyna Turinga oraz pojęcie funkcji obliczalnych. Teza Churcha.							
2. Modyfikacje maszyn Turinga-taśmy wielościeżkowe, maszyny wielotaśmowe. Twierdzenie o równoważności obliczeniowej różnych modeli maszyn. Definicja niedeterministycznej maszyny Turinga. Usystematyzowanie i poszerzenie podstawowych pojęć teorii złożoności obliczeniowej takich jak złożoność czasowa i pamięciowa dla deterministycznego oraz niedeterministycznego modelu maszyny Turinga.							
3. Formalizm funkcji rekurencyjnych – klasa funkcji prymitywnie rekurencyjnych i rekurencyjnych, tw. Goedla- Kleeniego o eliminacji rekursji (bd.), tw. Kleeniego o formie normalnej rekursji (bd.).							

4. Elementy lambda-rachunku. Tw. o równoważności formalizmów funkcji rekurencyjnych, lambda rachunku i maszyn Turinga (bd.).
5. Przykłady języków rekurencyjnych, rekurencyjnie przeliczalnych i takich, które nie są rekurencyjnie przeliczalne. Dwa twierdzenia Rice'a (bd.).
6. Elementy logiki predykatów. Twierdzenie Goedla (bd.).
7. Klasy złożoności. Twierdzenie o przyspieszeniu liniowym. Twierdzenie o liniowej kompresji pamięci. Twierdzenie Bluma o przyspieszaniu (bd.). Hierarchie złożoności. Twierdzenie o hierarchii pamięciowej. Twierdzenie Savitcha. Inkluzje klas złożoności.
8. Klasy problemów P i NP. Twierdzenie o inkluzjach pomiędzy klasami. Definicja problemu decyzyjnego. Związek pomiędzy problemem decyzyjnym, a językiem akceptowanym przez maszynę Turinga. Definicja relacji transformalności wielomianowej i jej własności. Pojęcie równoważności problemów. Definicja problemu zupełnego w swojej klasie złożoności.
9. Problem spełnialności. Twierdzenie Cooka.
10. Twierdzenie o NP-zupełności problemu 3-spełnialności. Sześć najłatwiejszych problemów NP-zupełnych. Techniki dowodzenia NP-zupełności: twierdzenia o NP-zupełności problemu pokrycia wierzchołkowego, cyklu Hamiltona, ścieżki Hamiltona itp.
11. Szczegółowe omówienie dowodzenia NP-zupełności przez zacieśnienie, lokalne zastąpienie oraz techniką składowych na podstawie poznanych twierdzeń. Definicja podproblemu. Analiza złożoności problemów i podproblemów za pomocą NP-zupełności. Analiza podproblemów na przykładzie twierdzeń o NP-zupełności problemu 3-kolorowalności grafów. Twierdzenie Brooksa (bd.).
12. Pojęcie problemu liczbowego. Definicja silnej NP-zupełności. Definicja problemu pseudowielomianowego. Algorytm dynamiczny dla problemu podziału jako przykład algorytmu pseudowielomianowego. Pojęcie transformacji pseudowielomianowej.
13. Pojęcie problemu nieliczbowego. Twierdzenie o złożoności problemów nieliczbowych. Pojęcie problemów silnie NP-zupełnych. Twierdzenie o silnej NP-zupełności problemów nieliczbowych. Dowodzenie silnej NP-zupełności za pomocą transformacji wielomianowej: problem 3-podziału, problem zanurzania grafów, problem podziału zadań, problem komiwojażera.
14. Definicja problemu optymalizacyjnego. Optymalizacyjne wersje pewnych problemów NP-zupełnych. Pojęcie transformacji w sensie Turinga. Pojęcie problemu NP-trudnego oraz NP-łatwego. Porównywanie trudności obliczeniowych problemów optymalizacyjnych na przykładzie optymalizacyjnego problemu pokrycia wierzchołkowego. Definicja rozwiązania optymalnego minimalizacji i maksymalizacji. Pojęcie algorytmu aproksymacyjnego. Stała aproksymacji.

#### **Program pozostałych zajęć (ćwiczenia, laboratoria, projekty, seminaria)**

Ćwiczenia: rozwiązywanie zadań dotyczących treści przekazywanych na kolejnych wykładach.

#### **Bibliografia**

1. A. Aho, J. Hopcroft, J. Ullman, Projektowanie i analiza algorytmów, Helion, 2003.
2. A. Aho, J. Hopcroft, J. Ullman, Wprowadzenie do teorii automatów, języków i obliczeń, PWN, 2003.

3. G. Boolos, R. Jeffrey, Computability and Logic, Cambridge Univ. Press, 1980.
4. M. Garey, D. Johnson, Computers and intractability, W. H. Freeman and Company, 2003

\* Rodzaje zajęć: **ćwiczenia** – ćwiczenia audytoryjne, lektoraty, zajęcia wf,  
**laboratoria** – ćwiczenia laboratoryjne, zajęcia praktyczne, zajęcia terenowe, **seminaria** –  
seminaria, konwersatoria, **projekty** – ćwiczenia projektowe, prace kontrolne i przejściowe