

<b>KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA</b>		
Nazwa modułu/przedmiotu <b>Optymalizacja kombinatoryczna</b>		Kod <b>1010511331010510332</b>
Kierunek studiów <b>Informatyka</b>	Profil kształcenia (ogólnoakademicki, praktyczny) <b>ogólnoakademicki</b>	Rok / Semestr <b>2 / 3</b>
Ścieżka obieralności/specjalność <b>-</b>	Przedmiot oferowany w języku: <b>polski</b>	Kurs (obligatoryjny/obieralny) <b>obligatoryjny</b>
Stopień studiów: <b>I stopień</b>	Forma studiów (stacjonarna/niestacjonarna) <b>stacjonarna</b>	
Godziny Wykłady: <b>30</b> Ćwiczenia: <b>-</b> Laboratoria: <b>-</b> Projekty/seminaria: <b>15</b>		Liczba punktów <b>3</b>
Status przedmiotu w programie studiów (podstawowy, kierunkowy, inny) <b>kierunkowy</b>		(ogólnouczelniany, z innego kierunku) <b>z danego kierunku</b>
Obszar(y) kształcenia i dziedzina(y) nauki i sztuki <b>nauki techniczne</b> <b>nauki techniczne</b>		Podział ECTS (liczba i %) <b>3 100%</b> <b>3 100%</b>
<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b> Prof. dr hab. inż. M. Drozdowski, prof. nadzw. PP. email: Maciej.Drozdowski@cs.put.poznan.pl tel. 6652981 Instytut Informatyki ul. Piotrowo 2, 60-965 Poznań		
<b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:</b>		
1	<b>Wiedza:</b>	Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z matematyki dyskretnej (teoria mnogości, logika, kombinatoryka, teoria grafów), wiedzę o metodach algorytmizacji, konstrukcjach programistycznych, abstrakcyjnych typach danych (np. listy, stosy, kolejki, drzewa, dowolne grafy), typowych algorytmach (np. sortowanie, wyszukiwanie danych), podstawową wiedzę o złożoności obliczeniowej problemów i algorytmów.
2	<b>Umiejętności:</b>	Powinien posiadać umiejętność rozwiązywania podstawowych problemów algorytmicznych, zaprogramowania rozwiązań tych problemów, rozpoznawania struktur dyskretnych, szacowania złożoności algorytmów oraz umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł.
3	<b>Kompetencje społeczne</b>	Powinien również rozumieć konieczność poszerzania swoich kompetencji i mieć gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu. Ponadto w zakresie kompetencji społecznych student musi prezentować takie postawy jak uczciwość, odpowiedzialność, wytrwałość, ciekawość poznawcza, kreatywność, kultura osobista, szacunek dla innych ludzi.
<b>Cel przedmiotu:</b> Poznanie wybranych problemów optymalizacji kombinatorycznej i metod ich rozwiązywania, a w szczególności: 1. Przekazanie studentom podstawowej wiedzy o optymalizacji w odniesieniu do problemów, które mają dyskretną naturę. 2. Zademonstrowanie i uświadomienie bariery rozwiązywalności wynikającej z wykładniczej złożoności obliczeniowej algorytmów i trudności obliczeniowej problemów. 3. Rozwijanie u studentów umiejętności rozpoznawania trudnych problemów optymalizacji. 4. Zapoznanie z metodologią analizowania i praktycznego rozwiązywania trudnych obliczeniowo zadań optymalizacji w przypadku problemów o dyskretnej naturze.		
<b>Efekty kształcenia i odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia</b>		
<b>Wiedza:</b> 1. ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną i szczegółową w zakresie optymalizacji kombinatorycznej - [K1s_W4] 2. ma wiedzę o istotnych kierunkach rozwoju i najważniejszych osiągnięciach informatyki z zakresu optymalizacji kombinatorycznej - [K1st_W5] 3. zna podstawowe techniki, metody oraz narzędzia wykorzystywane w procesie rozwiązywania problemów optymalizacji kombinatorycznej, głównie o charakterze inżynierskim, z zakresu kluczowych zagadnień informatycznych z zakresu analizy złożoności obliczeniowej algorytmów i problemów - [Kst1_W7]		
<b>Umiejętności:</b>		

1. potrafi właściwie zaplanować oraz wykonać symulacje z zakresu optymalizacji kombinatorycznej, dokonać interpretacji uzyskanych rezultatów, oraz poprawnie wyciągnąć płynące z nich wnioski - [K1st_U3]
2. potrafi, formułując i rozwiązując zadania informatyczne z zakresu optymalizacji kombinatorycznej, zastosować odpowiednio dobrane metody - [K1st_U4]
3. potrafi ocenić złożoność obliczeniową algorytmów i problemów - [K1st_U8]
4. ma umiejętność formułowania algorytmów z zakresu optymalizacji kombinatorycznej i ich implementacji z użyciem przynajmniej jednego z popularnych narzędzi - [K1st_U11]
<b>Kompetencje społeczne:</b>
1. rozumie, że w informatyce wiedza i umiejętności z zakresu optymalizacji kombinatorycznej bardzo szybko stają się przestarzałe - [K1st_K1]
2. ma świadomość znaczenia wiedzy z zakresu optymalizacji w rozwiązywaniu problemów inżynierskich - [K1st_K2]

Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia
<p>Efekty kształcenia przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:</p> <p>Ocena formująca:</p> <p>a) w zakresie wykładów:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- na podstawie odpowiedzi na pytania dotyczące materiału omówionego na wykładach;</li></ul> <p>b) w zakresie projektu:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- na podstawie oceny bieżącego postępu realizacji zadań,</li></ul> <p>Ocena podsumowująca:</p> <p>Sprawdzanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- ocenę sprawozdania przygotowywanego częściowo w trakcie zajęć, a częściowo po ich zakończeniu; ocena ta obejmuje także umiejętność pracy w zespole,</li><li>- ocenę wiedzy i umiejętności z wykładu na egzaminie.</li></ul> <p>Uzyskiwanie punktów dodatkowych na laboratorium za:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- terminowość realizacji zadania,</li><li>- efektywność zastosowanego rozwiązania,</li><li>- umiejętność współpracy w ramach zespołu praktycznie realizującego zadanie szczegółowe w laboratorium,</li><li>- uwagi umożliwiające doskonalenie procesu dydaktycznego.</li></ul>
Treści programowe
<p>Program przedmiotu obejmuje następujące zagadnienia: Algorytmy programowania dynamicznego o złożoności pseudowielomianowej dla problemów: plecakowego, podziału zbioru. Silna NP-zupełność. Złożoność obliczeniowa problemów optymalizacyjnych, NP-trudność. Pojęcie algorytmu aproksymacyjnego z przykładami. Trudność problemów aproksymacji. Problemy optymalizacji kombinatorycznej, dla których istnieją algorytmy wielomianowe: Wyznaczanie najkrótszych dróg w grafie: algorytm Dijkstry; algorytm dla grafów acyklicznych; algorytm wyznaczania odległości między wszystkimi parami wierzchołków. Domknięcie przechodnie relacji: algorytm Floyda-Warshalla.</p> <p>Przepływy w sieciach i pokrewne zagadnienia: wyznaczenie maksymalnego przepływu w sieci metodą Dinica; wyznaczenie przepływu w sieci z dolnymi ograniczeniami na przepływy łukowe; wyznaczenie przepływu o najniższym koszcie; wyznaczenie maksymalnego skojarzenia: w grafie dwudzielnym, przykłady zastosowania problemu wyznaczania maksymalnego przepływu do rozwiązywania zagadnień szeregowania zadań z minimalizacją spóźnienia i do wyznaczania optymalnego podziału sieci komunikujących się procesów na dwa procesory. Minimalne drzewo rozpinające - algorytmy Prima i Kruskala. Pojęcie matroidu. Problem kolorowania grafu: sformułowanie, zastosowania, metody rozwiązania. Problem pakowania: sformułowanie, zastosowania, algorytmy rozwiązujące ten problem.</p> <p>W ramach zajęć laboratoryjnych studenci rozwiązują NP-trudne problemy kombinatoryczne. Należy przygotować co najmniej dwie metody rozwiązujące zadany problem: szybką (np. algorytm zachłanny) i konstruującą rozwiązania o dobrej jakości (np. algorytm podziału i ograniczeń, metaheurystykę).</p> <p>Metody dydaktyczne:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. wykład: prezentacja ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy, rozwiązywanie zadań.</li><li>2. ćwiczenia laboratoryjne: praktyczne zapoznanie się z wyzwaniami optymalizacji kombinatorycznej przez implementację algorytmów rozwiązujących zadane problemy, wykonywanie eksperymentów obliczeniowych oceniających jakość rozwiązań i czas ich uzyskania, dyskusja, praca w zespole,</li></ol>

**Literatura podstawowa:**

1. J. Błażewicz, Złożoność obliczeniowa problemów kombinatorycznych, WNT, W-wa, 1988
2. W. Lipski, Kombinatoryka dla programistów, WNT, W-wa, 1982
3. M.R.Garey, D.S.Johnson, Computers and intractability: A guide to the theory of NP-completeness, W.H.Freeman, San Francisco, 1979
4. W.Cook, W.Cunningham, W.Pulleyblank, A.Schrijver, Combinatorial optimization, Wiley & Sons, 1998
5. M.Sysło, N.Deo, J.Kowalik, Algorytmy optymalizacji dyskretnej z programami w języku Pascal, PWN, Warszawa, 1993
6. T.Cormen, C.Leiserson, R.Rivest, C.Stein, Wprowadzenie do algorytmów, WNT, Warszawa, 2005
7. M.Kubale (redaktor), Optymalizacja dyskretna modele i metody kolorowania grafów, WNT, Warszawa, 2003.

**Literatura uzupełniająca:**

1. J. Błażewicz, K. Ecker, E.Pesch, G. Schmidt, J. Węglarz, Scheduling Computer and Manufacturing Processes, Springer, Berlin, New York, 2001
2. J.Błażewicz, W.Cellary, R.Słowinski, J.Węglarz, Badania operacyjne dla informatyków, WNT, W-wa, 1983
3. L.Banachowski, A.Kreczmar, Elementy analizy algorytmów, WNT, W-wa, 1989;
4. A.V.Aho, J.E.Hopcroft, J.D.Ullman, Projektowanie i analiza algorytmów komputerowych, PWN, W-wa, 1983
5. K.Manuszewski, Grafy Algorytmicznie trudne do kolorowania, praca doktorska, WETI, Gdańsk, 1997
6. M.Drozdowski, D.Kowalski, J.Mizgajski, D.Mokwa, G.Pawlak, Mind the gap: a heuristic study of subway tours, Journal of Heuristics vol.20, Issue 5, October 2014, pp 561-587, DOI 10.1007/s10732-014-9252-3
7. J.Marszałkowski, D.Mokwa, M.Drozdowski, Ł.Rusiecki, H.Narożny, Fast algorithms for online construction of web tag clouds, Engineering Applications of Artificial Intelligence, vol. 64 (2017) pp. 378-390 DOI: 10.1016/j.engappai.2017.06.023

**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

<b>Czynność</b>	<b>Czas (godz.)</b>
1. udział w zajęciach projektowych:	15
2. dokończenie (w ramach pracy własnej) sprawozdań z realizacji projektów:	5
3. napisanie programów, uruchomienie, weryfikacja, testowanie wydajności (czas poza zajęciami)	10
4. udział w wykładach	30
5. zapoznanie się ze wskazaną literaturą / materiałami dydaktycznymi (10 stron tekstu naukowego = 1 godz.), 100 stron	10 10
6. przygotowanie do zaliczenia wykładów i udział w kolokwium zaliczeniowym.	

**Obciążenie pracą studenta**

<b>forma aktywności</b>	<b>godzin</b>	<b>ECTS</b>
Łączny nakład pracy	80	3
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	45	2
Zajęcia o charakterze praktycznym	30	1