

Wydział Mechaniczny PWR

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Badania operacyjne**

Nazwa w języku angielskim: **Operations research**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Transport**

Poziom i forma studiów: **I stopień, stacjonarne**

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **TRM031019**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90			60	
Forma zaliczenia	Egzamin			Zaliczenie na ocenę	
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	3			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.8			1.4	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Ma podstawową wiedzę w zakresie matematyki potwierdzone pozytywnymi ocenami na świadectwie ukończenia szkoły ponadgimnazjalnej

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie podstawowej wiedzy z zakresu programowania liniowego uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne
- C2. Zdobywanie umiejętności formułowania problemów optymalizacyjnych w procesie podejmowania decyzji z dziedziny obsługi transportowej rynku, lokalizacji środków dystrybucji, organizacji i zarządzania, a także optymalizacji konstrukcji, technologii oraz systemów.
- C3. Nabycie umiejętności rozwiązywania problemów optymalizacyjnych z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania komputerowego.
- C4. Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych obejmujących inteligencję emocjonalną polegającą na umiejętności współpracy w grupie studenckiej mającej na celu efektywne rozwiązywanie problemów przy uwzględnieniu odpowiedzialności, uczciwości i rzetelności w postępowaniu.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Ma podstawową wiedzę w zakresie programowania liniowego i metod wspomagania podejmowania decyzji optymalnych

PEK_W02 - Zna podstawy programowania liniowego, zna zasadę działania algorytmu simpleksu, posiada wiedzę z zakresu budowy modeli dualnych, ma wiedzę o metodach analizy wrażliwości rozwiązania optymalnego, zna podstawy kompleksowej analizy rozwiązania optymalnego

PEK_W03 - Posiada wiedzę dotyczącą programowania dyskretnego i podstawowe algorytmy, zna podstawowe algorytmy rozwiązywania zadań transportowych zbilansowanych, zna podstawy formułowania i rozwiązywania zadań związanych z minimalizacją pustych przebiegów, zna podstawy teorii grafów i zastosowania jej do rozwiązywania zagadnień związanych z zarządzaniem projektami

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Potrafi poprawnie formułować modele decyzyjne o charakterze inżynierskim i rozwiązywać je z wykorzystaniem programów komputerowych, potrafi sformułować proste zadanie decyzyjne i rozwiązać je metodą geometryczną oraz zinterpretować poprawnie uzyskane wyniki, potrafi sformułować złożone zadanie decyzyjne w postaci klasycznej i kanonicznej oraz rozwiązać je z wykorzystaniem algorytmu sympleksu

PEK_U02 - Potrafi sformułować zadanie dualne, rozwiązać je i wyniki przenieść do zadania primalnego, potrafi przeprowadzić analizę postoptymalizacyjną rozwiązania optymalnego, potrafi znaleźć rozwiązanie optymalne w dziedzinie liczb całkowitych, potrafi sformułować i rozwiązać zadanie transportowe zbilansowane.

PEK_U03 - Potrafi poprawnie korzystać z teorii grafów, potrafi narysować drzewo decyzyjne, rozwiązać zagadnienie maksymalizacji przepływu w sieci, potrafi podzielić projekt na czynności składowe, narysować sieć powiązań, znaleźć ścieżkę krytyczną, przeprowadzić analizę czasowo-kosztową a także obliczyć prawdopodobieństwo ukończenia projektu w zadanym czasie.

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Nabywanie i utrwalanie kompetencji w zakresie wyszukiwania informacji oraz jej krytycznej analizy, rozwijania zdolności samooceny i samokontroli oraz odpowiedzialności za rezultaty podejmowanych działań

PEK_K02 - Rozumie konieczność samokształcenia, w tym poprawiania umiejętności koncentracji uwagi i skupienia się na rzeczach istotnych oraz rozwijania zdolności do samodzielnego stosowania posiadanej wiedzy i umiejętności

PEK_K03 - Nabywanie i utrwalanie kompetencji w zakresie zespołowej współpracy dotyczącej doskonalenia metod wyboru strategii mającej na celu optymalne rozwiązywanie powierzonych grupie problemów, myślenia niezależnego i twórczego, przestrzegania obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Badania operacyjne jako narzędzie wspomagania procesów decyzyjnych – klasyfikacja procesów decyzyjnych. Metody podejmowania decyzji w warunkach pewności. Programowanie liniowe (PL) – liniowy model decyzyjny, decyzje dopuszczalne i optymalne. Metody rozwiązywania zadań PL. Graficzne rozwiązywanie zadań PL.	2
Wy2	Modele programowania liniowego. Formułowanie i rozwiązywanie zadań PL – interpretacja uzyskanych wyników. Algorytm sympleksu.	2
Wy3	Dualizm w programowaniu liniowym. Rachunek macierzowy w rozwiązywaniu zadań PL. Problem dualny, wyceny dualne i ich interpretacja.	2
Wy4	Analiza postoptymalizacyjna (wrażliwości rozwiązań). Zmiany parametrów funkcji celu oraz wyrazów wolnych w ograniczeniach. Dodawanie lub usuwanie zmiennych decyzyjnych.	2
Wy5	Kompleksowa analiza rozwiązania optymalnego	2
Wy6	Programowanie liniowe całkowitoliczbowe (dyskretnie). Metoda płaszczyzn odcinających.	2
Wy7	Klasyczne zadania transportowe – algorytmy. Zadania transportowe z kryterium czasu.	2
Wy8	Zadania transportowe (niezbilansowane, z ograniczoną przepustowością tras). Problem lokalizacji produkcji.	2
Wy9	Przykłady problemów dających się sprowadzić do zagadnienia transportowego (zagadnienie optymalnego przydziału). Zadania transportowo-produkcyjne i transportowo-magazynowe.	2
Wy10	Minimalizacja pustych przebiegów. Blokowanie tras. Wieloetapowe zadanie transportowe.	2
Wy11	Wprowadzenie do teorii grafów. Zarządzanie projektami (programowanie sieciowe). Maksymalny przepływ w sieci. Algorytm Forda-Fulkersona. Drzewa decyzyjne.	2
Wy12	Minimalne drzewo rozpinające. Najkrótsza droga w grafie – algorytmy wyznaczania.	2
Wy13	Sieci zależności – deterministyczne (CPM, PERT) i stochastyczne (GERT). Analiza czasowo-kosztowa. Tworzenie wykresów Gantta. Optymalizacja zasobów w sieciach zależności.	2
Wy14	Problem komiwojażera. Algorytm Little'a. Problem załadunku (plecakowy). Problem sterowania produkcją i zapasami.	2
Wy15	Optymalizacja wielokryterialna i wybrane nieliniowe modele decyzyjne rozwiązywalne metodami PL	2
		Suma: 30
Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin

Proj1	Sprawy organizacyjne. Zasady programowania liniowego. Budowa modeli matematycznych zadania programowania liniowego. Funkcja celu, zmienne decyzyjne, ograniczenia nierównościowe, Warunki brzegowe. Metoda geometryczna rozwiązywania zadań z dwiema zmiennymi decyzyjnymi.	2
Proj2	Postać bazowa zadania programowania liniowego. Algorytm sympleksu. Rozwiązywanie równań liniowych z wykorzystaniem rachunku macierzowego.	2
Proj3	Analiza wrażliwości rozwiązania. Współczynniki funkcji celu. Wektor wyrazów wolnych w ograniczeniach.	2
Proj4	Formułowanie zadania dualnego. Wykorzystanie zadania dualnego do rozwiązywania metodą geometryczną zadań PL z dwoma ograniczeniami.	2
Proj5	Dualna metoda sympleksu – wykorzystywanie programów komputerowych WinQSB oraz modułu SOLVER arkusza kalkulacyjnego EXCEL.	2
Proj6	Parametryczne programowanie liniowe.	2
Proj7	Programowanie liniowe dyskretne (całkowitoliczbowe). Zaokrąglanie rozwiązań. Metoda podziału i ograniczeń. Metoda cięć.	2
Proj8	Zadanie transportowe – algorytm. Pierwsze bazowe rozwiązanie bazowe. Metoda minimalnego elementu macierzy kosztów. Metoda VAM. Metodą kąta N-W.	2
Proj9	Zadania transportowe – metoda potencjałów. Bilansowanie zadania transportowego otwartego. Degeneracja w zadaniu transportowym.	2
Proj10	Programowanie sieciowe – minimalne drzewo rozpinające, najkrótsze drogi w sieci, maksymalny przepływ w sieci.	2
Proj11	Zarządzanie projektami. Konstrukcja grafu sieci czynności. Metoda ścieżki krytycznej (PCM).	2
Proj12	Zarządzanie projektami. Metoda PERT. Przyspieszanie terminu realizacji projektu. Minimalizacja kosztu przedsięwzięcia przy zadanym czasie realizacji. Minimalizacja czasu realizacji projektu przy zadanym koszcie maksymalnym.	2
Proj13	Harmonogramowanie zadań. Wykresy Gantta.	2
Proj14	Zagadnienie komiwojażera. Algorytm Little'a.	2
Proj15	Prezentacja i obrona projektu	2
		Suma: 30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład informacyjny
N2. praca własna - przygotowanie do projektu
N3. ćwiczenia rachunkowe
N4. prezentacja projektu

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Wykład)		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01, PEK_W02,, PEK_W03	kolokwium
P = F1		

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Projekt)		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01, PEK_U02,	kartkówka, obrona części obliczeniowej projektu
F2	PEK_U03, PEK_K01-PEK_K03	kartkówka, obrona części obliczeniowej projektu, prezentacja i obrona projektu
P = 0,5*F1+0,5*F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u></p> <p>[1] Ignasiak E. (red.): Badania operacyjne. Warszawa 2001, PWE[2] Kukuła K. (red.): Badania operacyjne w przykładach i zadaniach. Warszawa 2002, PWN[3] Trzaskalik T.: Wprowadzenie do badań operacyjnych z komputerem. Warszawa 2008, PWE</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u></p> <p>[1] Stadnicki J.: Teoria i praktyka rozwiązywania zadań optymalizacji z przykładami zastosowań technicznych. Warszawa 2006, WNT[2] Szapiro T. (red.): Decyzje menadżerskie z Excelem. Warszawa 2000, PWE[3] Guzik B.: Ekonometria i badania operacyjne. Wydawnictwo AE Poznań, Poznań 1999[4] Krawczyk S.: Badania operacyjne dla menadżerów. Wydawnictwo AE Wrocław 1996[5] Lipiec-Zajchowska M. (red.): Wspomaganie procesów decyzyjnych. Tom III. Badania operacyjne. Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2003[6] Anholcer M., Gaspras H., Owczarkowski A.: Przykłady i zadania z badań operacyjnych i ekonometrii. Wydawnictwo AE Poznań, Poznań 2003</p>

OPIEKUN PRZEDMIOTU
dr hab. inż. Artur Kierzkowski tel.: 71 320-20-04 email: artur.kierzkowski@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Badania operacyjne**

Name in English: **Operations research**

Main field of study (if applicable): **Transport**

Level and form of studies: **I level, full-time**

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **TRM031019**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30			30	
Number of hours of total student workload (CNPS)	90			60	
Form of crediting	Examination			Crediting with grade	
Group of courses					
Number of ECTS points	3			2	
including number of ECTS points for practical (P) classes				2	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.8			1.4	

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Have basic knowledge in mathematics confirmed positive assessments on the certificate of completion of secondary school

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. The acquisition of basic knowledge of linear programming takes into account the aspects of the application
- C2. Acquiring the ability to formulate optimization problems in decision-making in the field of transport services market, the location means of distribution, organization and management, and optimization of design, technology and systems.
- C3. Acquiring the ability to solve optimization problems using specialized software.
- C4. Acquisition and consolidation of social competencies including emotional intelligence skills involving the cooperation in the group of students aiming to effectively solve problems, taking into account the responsibility, honesty and fairness in the proceedings.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - It has a basic knowledge of linear programming methods and decision support optimal

PEK_W02 - He knows the basics of linear programming, knows the principle of the simplex algorithm has knowledge of the construction of dual models, knowledgeable about methods of sensitivity analysis, the optimal solution, knows the basis of a comprehensive analysis of the optimal solution

PEK_W03 - He has knowledge of programming discrete and basic algorithms, knows basic algorithms for solving transport balanced, he knows the basics of formulating and solving problems related to minimizing empty runs, he knows the basics of graph theory and apply it to solving issues related to project management

II. Relating to skills:

PEK_U01 - Can properly formulate decision models of engineering and solve them using computer programs, able to formulate a simple task of making and using the geometric method to solve them, and interpret the results correctly, is able to formulate a complex task decision-making in the form of classic and canonical and solve them using the simplex algorithm

PEK_U02 - He can formulate the dual problem, solve it and move to the task results prymalnego, it can be analyzed postoptymalizacyjną optimal solution, able to find the optimum solution in integers, is able to formulate and solve the transport task in balance.

PEK_U03 - Able to correctly use graph theory, he can draw a decision tree to solve the problem of maximizing the flow on the network, he can divide the project into component tasks, draw a network of connections, find the critical path, an analysis of the time-cost and calculate the probability of completing the project within the given time.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - Acquisition and consolidation of competence in information retrieval and its critical analysis, capacity building self-esteem and self-control and responsibility for the results of the activities undertaken

PEK_K02 - He understands the need for self-education, including improving the skills of attention and focus on important things, and develop the ability to independently apply their knowledge and skills

PEK_K03 - Acquisition and consolidation of competence in the field of team cooperation on improving the methods for the selection of a strategy to optimally solving problems assigned to a group, independent and creative thinking, respect the customs and rules in academia

PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Operational research as a tool for decision-making processes - classification decision-making processes. Methods of decision making under conditions of uncertainty. Linear Programming (PL) - linear model of decision-making, decisions acceptable and optimal. Methods of solving GB. Graphic solving PL.	2
Lec2	Linear programming models. Formulating and solving EN - interpretation of the results. Simplex algorithm.	2
Lec3	Dualism in linear programming. Matrix calculus in solving PL. The dual problem, dual pricing and their interpretation.	2
Lec4	Analysis postoptymalizacyjna (sensitivity solutions). Change the parameters of the objective function and the words available in the restrictions. Add or remove decision variables.	2
Lec5	Comprehensive analysis of the optimal solution	2

Lec6	Integer linear programming (discrete). Method planes shut off.	2
Lec7	Classic transport tasks - algorithms. Transportation tasks with the criterion of time.	2
Lec8	Transportation tasks (unbalanced, with limited bandwidth routes). The problem of manufacturing location.	2
Lec9	Examples of issues capable of being reduced to the transportation problem (the problem of optimal allocation). The tasks of transport and production and transport and storage.	2
Lec10	Minimizing empty runs. Blocking routes. The multi-phase transport task.	2
Lec11	Introduction to graph theory. Project management (network programming). The maximum flow in the network. Ford-Fulkerson algorithm. Decision trees.	2
Lec12	Minimum spanning tree. The shortest route in the graph - algorithms.	2
Lec13	Depending on the network - deterministic (CPM, PERT) and stochastic (GERT). Analysis of time-cost. Create Gantt charts. Optimisation of resources based networks.	2
Lec14	Travelling Salesman Problem. Little's algorithm. Problem loading (knapsack). The problem of production and inventory control.	2
Lec15	Optimizing Multi-criteria and selected non-linear decision models solvable methods EN	2
		Total hours: 30
Form of classes – Project		Number of hours
Proj1	Organizational matters. The principles of linear programming. Construction of mathematical models of linear programming tasks. The objective function, decision variables, constraints inequality, Boundary conditions. Geometric method of solving two decision variables.	2
Proj2	Form the base of the linear programming. Simplex algorithm. Solving linear equations using matrix calculus.	2
Proj3	Sensitivity analysis solutions. The coefficients of the objective function. Vector words free of restrictions.	2
Proj4	Formulation of the dual problem. The use of the dual geometric method for solving tasks EN with two restrictions.	2
Proj5	The dual simplex method - using computer programs WinQSB and the module SOLVER EXCEL spreadsheet.	2
Proj6	Parametric linear programming.	2
Proj7	Discrete linear programming (integer). Rounding solutions. And bound method. Method cuts.	2
Proj8	Task transport - algorithm. The first base basic solution. Method minimum element of the cost matrix. VAM method. Method angle N-W.	2
Proj9	Transportation tasks - a method of potentials. Balancing open transport task. Degeneration in the task of transport.	2
Proj10	Network programming - the minimum spanning tree, shortest path in the network, the maximum flow in the network.	2

Proj11	Project management. Network graph construction activities. Critical path method (PCM).	2
Proj12	Project management. PERT method. Acceleration of the project. Minimizing the cost of the project at a given time of execution. Minimize the duration of the project at a given cost curve.	2
Proj13	Scheduling tasks. Gantt charts.	2
Proj14	The issue of a Salesman. Little's algorithm.	2
Proj15	Presentation and defense of project	2
		Total hours: 30

TEACHING TOOLS USED		
N1. informative lecture N2. self study - preparation for project class N3. calculation exercises N4. project presentation		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Lecture)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_W01, PEK_W02,, PEK_W03	test
P = F1		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Project)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_U01, PEK_U02,	test, defense computational part of the project
F2	PEK_U03, PEK_K01-PEK_K03	test, defense computational part of the project
P = 0,5*F1+0,5*F2		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

[1] Ignasiak E. (red.): Badania operacyjne. Warszawa 2001, PWE[2] Kukuła K. (red.): Badania operacyjne w przykładach i zadaniach. Warszawa 2002, PWN[3] Trzaskalik T.: Wprowadzenie do badań operacyjnych z komputerem. Warszawa 2008, PWE

SECONDARY LITERATURE

[1] Stadniński J.: Teoria i praktyka rozwiązywania zadań optymalizacji z przykładami zastosowań technicznych. Warszawa 2006, WNT[2] Szapiro T. (red.): Decyzje menadżerskie z Excelem. Warszawa 2000, PWE[3] Guzik B.: Ekonometria i badania operacyjne. Wydawnictwo AE Poznań, Poznań 1999[4] Krawczyk S.: Badania operacyjne dla menadżerów. Wydawnictwo AE Wrocław 1996[5] Lipiec-Zajchowska M. (red.): Wspomaganie procesów decyzyjnych. Tom III. Badania operacyjne. Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2003[6] Anholcer M., Gaspras H., Owczarkowski A.: Przykłady i zadania z badań operacyjnych i ekonometrii. Wydawnictwo AE Poznań, Poznań 2003

SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Artur Kierzkowski tel.: 71 320-20-04 email: artur.kierzkowski@pwr.edu.pl