

Wydział Mechaniczny PWR

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Badania operacyjne**

Nazwa w języku angielskim: **Operations research**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Zarządzanie i Inżynieria Produkcji**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Production Management**

Stopień studiów i forma: **II stopień, stacjonarna**

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **ZPM041401**

Grupa kursów: **nie**

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

### WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Znajomość zagadnień przedstawianych w ramach kursów "Analiza matematyczna", "Algebra z geometrią analityczną" oraz "Statystyka inżynierska".

## CELE PRZEDMIOTU

C1. Nabycie podstawowej wiedzy z zakresu programowania liniowego oraz teorii gier uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne.

C2. Zdobycie 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. Zdobycie umiejętności formułowania problemów optymalizacyjnych w zagadnieniach teorii gier.

C3. 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 KSZTAŁCENIA

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Ma podstawową wiedzę w zakresie programowania liniowego i metod wspomagania podejmowania decyzji optymalnych. Zna podstawy programowania liniowego, zna zasadę działania algorytmu sympleksu, posiada wiedzę z zakresu budowy modeli dualnych, ma wiedzę o metodach analizy wrażliwości rozwiązania optymalnego, zna podstawy kompleksowej analizy rozwiązania optymalnego. 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. Zna podstawowe zagadnienia teorii gier.

### II. Z zakresu umiejętności:

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

## 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. Rozwiązywanie zadań z omówionego materiału.	2
Wy2	Modele programowania liniowego. Formułowanie i rozwiązywanie zadań PL – interpretacja uzyskanych wyników. Algorytm sympleksu. Rozwiązywanie zadań z omówionego materiału.	2
Wy3	Dualizm w programowaniu liniowym. Rachunek macierzowy w rozwiązywaniu zadań PL. Problem dualny, wyceny dualne i ich interpretacja. Analiza postoptymalizacyjna (wrażliwości rozwiązań). Zmiany parametrów funkcji celu oraz wyrazów wolnych w ograniczeniach. Dodawanie lub usuwanie zmiennych decyzyjnych. Kompleksowa analiza rozwiązania optymalnego.	2
Wy4	Programowanie liniowe całkowitoliczbowe (dyskretnie). Metoda płaszczyzn odcinających.	2

Wy5	Klasyczne zadania transportowe – algorytmy. Zadania transportowe z kryterium czasu. Zadania transportowe (niezbilansowane, z ograniczoną przepustowością tras). Problem lokalizacji produkcji.	2
Wy6	Przykłady problemów dających się sprowadzić do zagadnienia transportowego (zagadnienie optymalnego przydziału). Zadania transportowo-produkcyjne i transportowo-magazynowe. Minimalizacja pustych przebiegów. Blokowanie tras. Wieloetapowe zadanie transportowe.	2
Wy7	Wprowadzenie do teorii grafów. Zarządzanie projektami (programowanie sieciowe). Maksymalny przepływ w sieci. Algorytm Forda-Fulkersona. Drzewa decyzyjne. Minimalne drzewo rozpinające. Najkrótsza droga w grafie – algorytmy wyznaczania.	2
Wy8	Sieci zależności – deterministyczne (CPM, PERT) i stochastyczne (GERT). Analiza czasowo-kosztowa. Tworzenie wykresów Gantta. Optymalizacja zasobów w sieciach zależności. Problem komiwojażera. Algorytm Little'a. Problem załadunku (plecakowy). Problem sterowania produkcją i zapasami.	2
Wy9	Optymalizacja wielokryterialna i wybrane nieliniowe modele decyzyjne rozwiązywalne metodami PL.	2
Wy10	Wprowadzenie i przykłady gier (wieloosobowe, dwuosobowe o sumie zero, wieloetapowe, losowe). Podstawowe pojęcia (strategia czysta, mieszana, optymalna, wypłata, wartość gry).	2
Wy11	Gry macierzowe – strategie mieszane, kryterium wartości oczekiwanej, graficzna metoda rozwiązywania gier $2 \times n$ . Twierdzenie Johna von Neumanna o istnieniu rozwiązania każdej gry macierzowej. Rozwiązywanie zadań z omówionego materiału.	2
Wy12	Przykłady zastosowania strategii mieszanych: rybołówstwo na Jamajce, gra „partyzanci i policjanci”. Drzewko – postać rozwinięta gry. Rozwiązywanie gier metoda „przycinania drzewka” (indukcji wstecznej).	2
Wy13	Gry przeciwko naturze. Kryteria Laplace'a, Bayesa, Hurwicz oraz Savage'a, znajdowanie optymalnej decyzji.	2
Wy14	Gry dwuosobowe o sumie niezerowej: równowaga Nasha i rozwiązania niekooperacyjne, optymalność w sensie Pareto, strategie bezpieczne i kontrbezpieczne. Schemat arbitrażowy Nasha i rozwiązania kooperacyjne. Negocjacje pracodawcy-pracownicy.	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe.	2
		Suma: 30

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. dyskusja problemowa

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA (Wykład)

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01	kolokwium, odpowiedzi ustne
P = F1		

#### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

##### LITERATURA PODSTAWOWA

[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[4] Straffin P.: Teoria gier, 2001, Scholar[5] Malawski M., Wieczorek A., Sosnowska H. (2004): Konkurencja i kooperacja. Teoria gier w ekonomii i naukach społecznych, 2004, PWN.

##### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[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[7]. Watson J.: Strategia: Wprowadzenie do teorii gier, 2005, Norton, New York.[8] Gibbons R.: Game Theory for Applied Economists, 1992 Princeton U.P.

#### MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU **Badania operacyjne** Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Zarządzanie i Inżynieria Produkcji**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01	K2ZIP_W01, K2ZIP_W02	C1, C2, C3	Wy1-Wy15	N1, N2

#### OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Anna Jodejko tel.: 71 320-28-17 email: Anna.Jodejko@pwr.wroc.pl

Faculty of Mechanical Engineering

### SUBJECT CARD

Name in Polish: **Badania operacyjne**

Name in English: **Operations research**

Main field of study (if applicable): **Management and Manufacturing Engineering**

Specialization (if applicable): **Production Management**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **ZPM041401**

Group of courses: **no**

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

### PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge of the issues presented in the courses "Mathematical Analysis", "Algebra and Analytic Geometry" and "Engineering Statistics".

### SUBJECT OBJECTIVES

C1. Students should obtain basic knowledge from the linear programming and the game theory, taking into account the aspects of their application.

C2. Participants learn to formulate optimization problems in the field of management, transport services market, location of distribution and construction, technology, and systems designing. They also acquire the ability to formulate optimization problems from queuing theory.

C3. Participants obtain and consolidate social skills including emotional intelligence involving the ability to work in a group of students to solve problems effectively with regard to accountability, integrity and fairness in the proceedings

## SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

### **I. Relating to knowledge:**

PEK\_W01 - Student has a basic knowledge of linear programming methods and methods supporting optimal decision taking. He knows the basics of linear programming, the simplex algorithm, can construct the dual model, knows methods of sensitivity analysis of the optimal solution. He has knowledge of basic programming and discrete algorithms, knows the basic algorithms for solving balanced transportation problem, the basics of formulating and solving problems related to minimizing empty runs, knows the basics of graph theory and can apply them to solve the issues related to project management. He knows the basic concepts of the game theory.

### **II. Relating to skills:**

### **III. Relating to social competences:**

## PROGRAMME CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Operations research as a tool to support decision-making processes - classification decision-making processes. Methods of decision making under conditions of certainty. Linear programming (PL) - linear model of decision-making, decisions acceptable and optimal. Graphical methods of PL problem solving. Training the discussed material.	2
Lec2	Linear programming models. Formulation and solution of problems PL - interpretation of the results. Simplex algorithm. Training the discussed material.	2
Lec3	Duality in linear programming. Matrix calculus in solving tasks of PL. The dual problem, its measurement and interpretation. Sensitivity analysis of the optimum solution. Changes in the parameters of the objective function and the free terms of constraints. Addition or removing decision variables. Comprehensive analysis of the optimal solution.	2
Lec4	Integer Linear Programming (discrete). The method of shutoff surfaces.	2
Lec5	Classical transportation models and algorithms. Transportation model with the criterion of time. Transportation model (unbalanced, with limited bandwidth routes). The problem of localization of production.	2
Lec6	Examples of problems, which may be reduced to the transportation problem (issue of optimal allocation). The tasks of transport, production and transport and warehousing. Minimizing empty runs. Blocking the route. The multi-stage transportation problem.	2
Lec7	Introduction to graph theory. Project management (network programming). The maximum flow in a network. Ford-Fulkerson algorithm. Decision trees. Minimum spanning tree. The shortest routes in the graph.	2
Lec8	Network Models - deterministic (CPM, PERT) and stochastic (GERT). Time and cost analysis. Gantt charts. Resource optimization in network. Salesman Problem. Little's algorithm. The knapsack problem. The production and inventory models.	2
Lec9	Multi-criteria optimization. Selection of nonlinear decision models solvable with PL methods.	2

Lec10	Introduction and examples of games (multiplayer, double zero-sum, multi-stage, random). Basic concepts (pure strategy, mixed, payment, the value of the game).	2
Lec11	Matrix games - mixed strategies, expected value criterion, graphical method for solving games $2 \times n$ . John von Neumann's theorem on the existence of solutions for each game matrix. Training the discussed material.	2
Lec12	Examples of the use of mixed strategies: fishing in Jamaica, playing "the guerrillas and the police." Tree - a character-developed game. Solving game with method "pruning the tree" (backwards induction).	2
Lec13	Games against nature. Criteria for finding the optimal decision: Laplace, the Bayesian Hurwicz and Savage's.	2
Lec14	Double games with non-zero sum: Nash equilibrium, Pareto optimality, safe and contsafe strategies. Nash arbitration scheme and cooperative solutions. Employer-employee negotiations.	2
Lec15	Final test.	2
		Total hours: 30

#### TEACHING TOOLS USED

N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides

N2. problem discussion

#### EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT (Lecture)

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01	test, oral answer
P = F1		

#### 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[4] Straffin P.: Teoria gier, 2001, Scholar[5] Malawski M., Wieczorek A., Sosnowska H. (2004): Konkurencja i kooperacja. Teoria gier w ekonomii i naukach społecznych, 2004, PWN.

#### SECONDARY LITERATURE

[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[7]. Watson J.: Strategia: Wprowadzenie do teorii gier, 2005, Norton, New York.[8] Gibbons R.: Game Theory for Applied Economists, 1992 Princeton U.P.

MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT  
**Operations research**  
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY  
**Management and Manufacturing Engineering**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)	Subject objectives	Programme content	Teaching tool number
PEK_W01	K2ZIP_W01, K2ZIP_W02	C1, C2, C3	Le.1-Le.15	N1, N2

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Anna Jodejko tel.: 71 320-28-17 email: Anna.Jodejko@pwr.wroc.pl