

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Matematyka stosowana w logistyce**

Nazwa w języku angielskim: **Applied mathematics in logistics**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Logistyka Stosowana**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **ZPM041102**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			60	
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę			Zaliczenie na ocenę	
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	1			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0.6			1.4	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

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 UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - W wyniku zajęć student potrafi formułować zagadnienia z dziedziny programowania liniowego i metod wspomagania podejmowania decyzji. Potrafi definiować podstawowe zagadnienia z zakresu zadań transportowych oraz zna algorytmy ich rozwiązania. Potrafi definiować gry macierzowe oraz zna algorytmy ich rozwiązania.

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - W wyniku zajęć student potrafi obliczać zagadnienia z dziedziny programowania liniowego i metod wspomagania podejmowania decyzji. Potrafi zinterpretować otrzymane wyniki jak również dokonać ich analizy. Potrafi rozwiązać zadania z zakresu zadań transportowych oraz potrafi wykorzystać poznane algorytmy. Potrafi rozwiązać zadania z zakresu gier macierzowych, potrafi zastosować poznane algorytmy oraz potrafi przeprowadzić analizę otrzymanych wyników.

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - W ramach zajęć student zyskuje kompetencje w zakresie przedstawiania społeczeństwu skutki wyboru alternatywnych rozwiązań rozpatrywanego zagadnienia logistycznego. Powinno wzrosnąć również jego poczucie odpowiedzialności za podejmowane decyzje.

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 (dyskretny). 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
Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin
Proj1	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. Modele programowania liniowego. Formułowanie i rozwiązywanie zadań PL – interpretacja uzyskanych wyników. Algorytm sympleksu. Rozwiązywanie zadań z omówionego materiału.	2

Proj2	Dualizm w programowaniu liniowym. Rachunek macierzowy w rozwiązywaniu zadań PL. Problem dualny, wyceny dualne i ich interpretacja. Analiza postoptimalizacyjna (wrażliwości rozwiązań). Zmiany parametrów funkcji celu oraz wyrazów wolnych w ograniczeniach. Dodawanie lub usuwanie zmiennych decyzyjnych. Kompleksowa analiza rozwiązania optymalnego. Programowanie liniowe całkowitoliczbowe (dyskretne). Metoda płaszczyzn odcinających.	2
Proj3	Klasyczne zadania transportowe – algorytmy. Zadania transportowe z kryterium czasu. Zadania transportowe (niezbilansowane, z ograniczoną przepustowością tras). Problem lokalizacji produkcji. 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
Proj4	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. 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
Proj5	Optymalizacja wielokryterialna i wybrane nieliniowe modele decyzyjne rozwiązywalne metodami PL. Wprowadzenie i przykłady gier (wieloosobowe, dwuosobowe o sumie zero, wieloetapowe, losowe). Podstawowe pojęcia (strategia czysta, mieszana, optymalna, wypłata, wartość gry).	2
Proj6	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. Przykłady zastosowania strategii mieszanych: rybołówstwo na Jamajce, gra „partyzanci i policjanci”. Drzewko – postać rozwinięta gry. Rozwiązywanie gier metoda „przycinania drzewka” (indukcji wstecznej).	2
Proj7	Gry przeciwko naturze. Kryteria Laplace'a, Bayesa, Hurwicz oraz Savage'a, znajdowanie optymalnej decyzji. 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.	1
Proj8	Kolokwium zaliczeniowe.	2
		Suma: 15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
N2. ćwiczenia problemowe
N3. ćwiczenia rachunkowe

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_K01	kolokwium, odpowiedzi ustne
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_K01	kolokwium, odpowiedzi ustne
P = F1		

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

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

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Matematyka stosowana w logistyce**

Name in English: **Applied mathematics in logistics**

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

Specialization (if applicable): **Practical Logistics**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **ZPM041102**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30			15	
Number of hours of total student workload (CNPS)	30			60	
Form of crediting	Crediting with grade			Crediting with grade	
Group of courses					
Number of ECTS points	1			2	
including number of ECTS points for practical (P) classes				2	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	0.6			1.4	

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

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

SUBJECT OBJECTIVES

C1. Gaining basic knowledge of linear programming and game theory takes into account the aspects of the application.

C2. Gaining 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. Acquiring the ability to formulate issues of optimization problems in game theory.

C3. The 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 - As a result of the course the student is able to formulate issues in the field of linear programming methods and decision support. He can define the basic issues of transport tasks and knows the algorithms to solve them. He can define the game matrix and knows the algorithms to solve them.

II. Relating to skills:

PEK_U01 - As a result of the course the student is able to calculate issues in the field of linear programming methods and decision support. Able to interpret the results and analyze them. Able to solve tasks in the field of transport tasks and is able to use known algorithms. Can solve tasks of matrix games, can apply the learned algorithms, and is able to analyze the results.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - As part of the course, the student gains competence in the public presentation of the effects of selection alternatywnych logistics solutions to the issues under consideration. It should also increase the sense of responsibility for their decisions.

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. Solving the material discussed.	2
Lec2	Linear programming models. Formulating and solving EN - interpretation of the results. Simplex algorithm. Solving the material discussed.	2
Lec3	Dualism in linear programming. Matrix calculus in solving PL. The dual problem, dual pricing and their interpretation. Analysis postoptymalizacyjna (sensitivity solutions). Change the parameters of the objective function and the words available in the restrictions. Add or remove decision variables. Comprehensive analysis of the optimal solution.	2
Lec4	Integer linear programming (discrete). Method planes shut off.	2

Lec5	Classic transport tasks - algorithms. Transportation tasks with the criterion of time. Transportation tasks (unbalanced, with limited bandwidth routes). The problem of manufacturing location.	2
Lec6	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. Minimizing empty runs. Blocking routes. The multi-phase transport task.	2
Lec7	Introduction to graph theory. Project management (network programming). The maximum flow in the network. Ford-Fulkerson algorithm. Decision trees. Minimum spanning tree. The shortest route in the graph - algorithms.	2
Lec8	Depending on the network - deterministic (CPM, PERT) and stochastic (GERT). Analysis of time-cost. Create Gantt charts. Optimisation of resources based networks. Travelling Salesman Problem. Little's algorithm. Problem loading (knapsack). The problem of production and inventory control.	2
Lec9	Optimizing Multi-criteria and selected non-linear decision models solvable methods EN.	2
Lec10	Introduction and examples of games (dormitories, double zero-sum, multi-stage, random). Basic concepts (pure strategy, mixed, optimal payment, the value of the game).	2
Lec11	Matrix Games - mixed strategies, the expected value criterion, graphical method for solving Game $2 \times n$. John von Neumann theorem on the existence of solutions for each game matrix. Solving the material discussed.	2
Lec12	Examples of the use of mixed strategies: fishing in Jamaica, the game "guerrillas and the police". Tree - a character-developed games. Solving games method "pruning trees" (backward induction).	2
Lec13	Games against nature. Criteria Laplace, Bayesian Hurwicz and Savage, finding the optimal decision.	2
Lec14	Games double zero sum: Nash equilibrium and solutions niekooperacyjne, Pareto optimality, strategies for safe and kontrbezpieczne. Nash arbitration scheme and cooperative solutions. Employer-employee negotiations.	2
Lec15	Final test	2
		Total hours: 30
Form of classes – Project		Number of hours
Proj1	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. Linear programming models. Formulating and solving EN - interpretation of the results. Simplex algorithm. Solving the material discussed.	2
Proj2	Dualism in linear programming. Matrix calculus in solving PL. The dual problem, dual pricing and their interpretation. Analysis postoptimalizacyjna (sensitivity solutions). Change the parameters of the objective function and the words available in the restrictions. Add or remove decision variables. Comprehensive analysis of the optimal solution. Integer linear programming (discrete). Method planes shut off.	2

Proj3	Classic transport tasks - algorithms. Transportation tasks with the criterion of time. Transportation tasks (unbalanced, with limited bandwidth routes). The problem of manufacturing location. 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. Minimizing empty runs. Blocking routes. The multi-phase transport task.	2
Proj4	Introduction to graph theory. Project management (network programming). The maximum flow in the network. Ford-Fulkerson algorithm. Decision trees. Minimum spanning tree. The shortest route in the graph - algorithms. Depending on the network - deterministic (CPM, PERT) and stochastic (GERT). Analysis of time-cost. Create Gantt charts. Optimisation of resources based networks. Travelling Salesman Problem. Little's algorithm. Problem loading (knapsack). The problem of production and inventory control.	2
Proj5	Optimizing Multi-criteria and selected non-linear decision models solvable methods EN. Introduction and examples of games (dormitories, double zero-sum, multi-stage, random). Basic concepts (pure strategy, mixed, optimal payment, the value of the game).	2
Proj6	Matrix Games - mixed strategies, the expected value criterion, graphical method for solving Game $2 \times n$. John von Neumann theorem on the existence of solutions for each game matrix. Solving the material discussed. Examples of the use of mixed strategies: fishing in Jamaica, the game "guerrillas and the police". Tree - a character-developed games. Solving games method "pruning trees" (backward induction).	2
Proj7	Games against nature. Criteria Laplace, Bayesian Hurwicz and Savage, finding the optimal decision. Games double zero sum: Nash equilibrium and solutions niekooperacyjne, Pareto optimality, strategies for safe and kontrbezpieczne. Nash arbitration scheme and cooperative solutions. Employer-employee negotiations.	1
Proj8	Final test.	2
		Total hours: 15

TEACHING TOOLS USED	
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. problem exercises N3. calculation exercises	

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_K01	test, oral answer
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_K01	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] 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 [7]. Watson J.: Strategia: Wprowadzenie do teorii gier, 2005, Norton, New York.[8] Gibbons R.: Game Theory for Applied Economists, 1992 Princeton U.P.

SUBJECT SUPERVISOR

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