

Wydział Mechaniczny PWR

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Matematyka stosowana - metody badań operacyjnych w inżynierii pojazdów**

Nazwa w języku angielskim: **Applied Mathematics - Operational Methods in Automotive Engineering**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Mechanika i Budowa Maszyn**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Automotive Engineering**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM041401**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.2				

### 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 kolejek uwzględniające jej aspekty aplikacyjne.

C2. Zdobywanie umiejętności formułowania problemów optymalizacyjnych w procesie podejmowania decyzji z dziedziny organizacji i zarządzania, a także optymalizacji konstrukcji, technologii oraz systemów. Zdobywanie umiejętności formułowania problemów optymalizacyjnych w zagadnieniach teorii kolejek.

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 - W wyniku zajęć student potrafi formułować zagadnienia z dziedziny programowania liniowego i metod wspomagania podejmowania decyzji. Potrafi definiować systemy kolejkowe oraz zna algorytmy ich rozwiązania. 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 teorii kolejek, potrafi zastosować poznane algorytmy.

### 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.	2
Wy2	Metody rozwiązywania zadań PL. Graficzne rozwiązywanie zadań PL. Modele programowania liniowego. Formułowanie i rozwiązywanie zadań PL – interpretacja uzyskanych wyników.	2
Wy3	Modele programowania liniowego. Algorytm sympleksu.	2
Wy4	Rozwiązywanie zadań z omówionego materiału (Wy1 - Wy3). Interpretacja otrzymanych wyników.	2
Wy5	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
Wy6	Programowanie liniowe całkowitoliczbowe (dyskretne). Metoda płaszczyzn odcinających.	2
Wy7	Rozwiązywanie zadań z omówionego materiału (Wy5 - Wy6). Interpretacja otrzymanych wyników.	2

Wy8	Klasyczne zadania transportowe – algorytmy. Zadania transportowe z kryterium czasu. Zadania transportowe (niezbilansowane, z ograniczoną przepustowością tras). Problem lokalizacji produkcji.	2
Wy9	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
Wy10	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
Wy11	Rozwiązywanie zadań z omówionego materiału (Wy8 - Wy10). Interpretacja otrzymanych wyników.	2
Wy12	Własność Markowa, funkcja prawdopodobieństwa przejścia, równanie Chapmana-Kołmogorowa. Procesy Markowa o przeliczalnej przestrzeni stanów i czasie dyskretnym, macierz prawdopodobieństw przejścia, proces błędzenia losowego. Procesy Markowa o przeliczalnej przestrzeni stanów i czasie ciągłym, równania Kołmogorowa dla rozkładu jednowymiarowego i dla prawdopodobieństwa przejścia, proces urodzin i śmierci.	2
Wy13	Zastosowanie teorii masowej obsługi w zagadnieniach transportowych: podstawowe definicje, typy i klasyfikacja systemów masowej obsługi, procesy losowe zgłoszeń i obsług, obsługa grupowa i wielofazowa, sieci masowej obsługi.	2
Wy14	Rozwiązywanie zadań z omówionego materiału (Wy12 - Wy13). Interpretacja otrzymanych wyników.	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe.	2
		Suma: 30

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu  
N3. 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 zaliczeniowe
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] Hamdy A. Taha: Operations research: an introduction. Prentice Hall 1997.
- [2] Frederick S. Hillier, Gerald J. Lieberman: Introduction To Operations Research, 1995.
- [3] Dennis Blumenfeld: Operations Research Calculations Handbook, Second Edition, CRC Press, 2009.
- [4] Donald Gross: Fundamentals of Queueing Theory, Wiley, 2009

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] A. Ravi Ravindran: Operations Research Applications, CRC Press, 2008

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
**Matematyka stosowana - metody badań operacyjnych w inżynierii pojazdów**  
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU  
**Mechanika i Budowa Maszyn**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01	K2MBM_AE_W01	C1-C3	Wy1-Wy14	N1-N3

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

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

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Matematyka stosowana - metody badań operacyjnych w inżynierii pojazdów**

Name in English: **Applied Mathematics - Operational Methods in Automotive Engineering**

Main field of study (if applicable): **Mechanical Engineering and Machine Building**

Specialization (if applicable): **Automotive Engineering**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM041401**

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)	60				
Form of crediting	Crediting with grade				
Group of courses					
Number of ECTS points	2				
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.2				

## 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 queuing theory, taking into account the aspects of their application

C2. Participants learn to formulate optimization problems in the field of management 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 - As a result of the course students are able to formulate and solve the problems in the field of linear programming and decision support. They can define queuing systems, know and apply algorithms to solve them. Participants of the course can also interpret the results of optimization as well as to analyze them.

### 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.	2
Lec2	Methods for solving PL. Graphical method of PL problems solving. Linear programming models. Formulation and solution of problems PL - interpretation of the results.	2
Lec3	Linear programming models. Simplex algorithm.	2
Lec4	Practice of material discussed during the lecture 1-3. The interpretation of the results.	2
Lec5	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
Lec6	Integer Linear Programming (discrete). The method of shutoff surfaces.	2
Lec7	Practice of material discussed during the lecture 5-6. The interpretation of the results.	2
Lec8	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
Lec9	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
Lec10	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
Lec11	Practice of material discussed during the lecture 8-10. The interpretation of the results.	2

Lec12	Markov process, transition probabilities, Chapman-Kolmogorov equation. Markov processes with countable state space and discrete time, transition probability matrix, random walk process. Markov processes with countable state space and continuous time, Kolmogorov equations for the one-dimensional probability distribution and the probability transition, the process of birth and death.	2
Lec13	Application of the mass service theory in transportation problems: basic definitions, types and classification of queuing systems, random processes of applications and service, group and multiphase service, queuing networks.	2
Lec14	Practice of material discussed during the lecture 12-13. The interpretation of the results.	2
Lec15	Final exam.	2
		Total hours: 30

#### TEACHING TOOLS USED

- N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides  
N2. self study - self studies and preparation for examination  
N3. 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	final exam
P = F1		

#### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

##### PRIMARY LITERATURE

- [1] Hamdy A. Taha: Operations research: an introduction. Prentice Hall 1997.  
[2] Frederick S. Hillier, Gerald J. Lieberman: Introduction To Operations Research, 1995.  
[3] Dennis Blumenfeld: Operations Research Calculations Handbook, Second Edition, CRC Press, 2009.  
[4] Donald Gross: Fundamentals of Queueing Theory, Wiley, 2009

##### SECONDARY LITERATURE

- [1] A. Ravi Ravindran: Operations Research Applications, CRC Press, 2008

MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT  
**Applied Mathematics - Operational Methods in Automotive Engineering**  
 AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY  
**Mechanical Engineering and Machine Building**

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	K2MBM_AE_W01	C1-C3	Lec1 to Lec14	N1-N3

SUBJECT SUPERVISOR

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