

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Planowanie doświadczeń**

Nazwa w języku angielskim: **Design of experiments**

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

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

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **ZPM041464 (2020)**

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			30	
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę			Zaliczenie na ocenę	
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	1			1	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)					

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

1. Student ma wiedzę o o sposobach przedstawiania i analizowania związków przyczynowo-skutkowych w obiekach (wyrobach i procesach)
2. Student ma ugruntowaną wiedzę o statystyce matematycznej i metodach statystycznego sterowania procesami.
3. Student potrafi wykonywać obliczenia w programie Excel

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie wiedzy w zakresie metod planowania doświadczeń i ich zastosowań w rozwiązywaniu problemów związanych z jakością.
- C2. Nabycie umiejętności dotyczących właściwego postępowania przy planowaniu, przeprowadzeniu i analizowaniu wyników doświadczeń.
- C3. Nabycie umiejętności zastosowania metod statystycznych do analizowania wyników doświadczeń.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Student potrafi scharakteryzować metody Planowania doświadczeń i wskazać ich rolę w planowaniu i doskonaleniu jakości

PEK\_W02 - Student potrafi wymienić różne metody planowania doświadczeń i dobrać je w zależności od postawionego problemu badawczego.

PEK\_W03 - Student zna metody statystyczne do analizy wyników doświadczeń.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Student potrafi zaplanować działania niezbędne do przeprowadzenia doświadczenia.

PEK\_U02 - Student potrafi dobrać właściwą metodykę do przeprowadzenia doświadczenia (plan doświadczeń) i właściwe metody do analizy jego wyników.

PEK\_U03 - Student potrafi interpretować wyniki przeprowadzonych doświadczeń oraz przygotować dobrze udokumentowane opracowanie w tym zakresie.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Student jest świadomy znaczenia pracy w grupie i jej wpływu na kreatywność.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do planowania doświadczeń - rola w planowaniu jakości i doskonaleniu jakości. Podstawowe definicje i terminologia związana z DOE. Zalety wynikające z planowania doświadczeń.	2
Wy2	Fazy przeprowadzania doświadczeń: planowanie, projektowanie, przeprowadzanie i analiza.	2
Wy3	Proste doświadczenia porównawcze. Testowanie hipotez dla wartości średnich i wariancji. Analysis of variance (ANOVA). Pojęcie efektów głównych i interakcji. Model ustalonych efektów. Estymacja parametrów modelu. Analiza statystyczna wyników.	2
Wy4	Minimalizacja efektów zakłócających - randomizacja i blowanie. Plan blokowy zrandomizowany, plan kwadratu łacińskiego, plan kwadratu grecko-łacińskiego.	2
Wy5	Plany czynnikowe dwupoziomowe i trypoziomowe kompletne - definicje, zasady, zalety. Analiza statystyczna. Generalne plany czynnikowe. Blokowanie w planach czynnikowych.	2

Wy6	Plany czynnikowe frakcyjne dwupoziomowe. Pojęcia uwikłania, aliasów i rozdzielczości planu doświadczenia. Plany eliminacyjne. Analiza statystyczna.	2
Wy7	Modele regresji w planowaniu doświadczeń. Sprawdzanie adekwatności modelu. Predykcja wyników.	2
Wy8	Plany doświadczeń zgnieżdzone - rodzaje i ich analiza statystyczna. Variance component analysis.	2
Wy9	Optymalizacja zmiennej odpowiedzi - Plan powierzchni odpowiedzi - wprowadzenie, plany doświadczeń	2
Wy10	Plany powierzchni odpowiedzi - modele, blokowanie, plany dla mieszaniny.	2
Wy11	Operacja ewolucyjna - charakterystyka i przykłady zastosowania.	2
Wy12	Planowanie eksperymentów wg metod Taguchi-ego - idea Robust Design, strategia przeprowadzania doświadczeń, grafy liniowe, tablice wewnętrzne i zewnętrzne.	2
Wy13	Planowanie eksperymentów wg metod Taguchi-ego - planu ortogonalne, analiza wyników doświadczeń. Przykład zastosowania.	2
Wy14	Zagadnienia optymalności planów doświadczeń - plan D-optymalny, G-optymalny, A-optymalny.	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe.	2
		Suma: 30
Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin
Proj1	Analiza wybranego obiektu (wyrób, process) pod kątem przeprowadzenia zaplanowanego doświadczenia - wybór celu, wybór zmiennej wyjściowej, wybór i klasyfikacja czynników	2
Proj2	Analiza wariancji (ANOVA) doświadczenia jednoczynnikowego i dwuczynnikowego.	2
Proj3	Zaplanowanie, przeprowadzenie doświadczenia pełnoczynnikowego kompletnego na dwóch poziomach oraz analiza jego wyników. Opracowanie modelu i jego weryfikacja.	2
Proj4	Zaplanowanie, przeprowadzenie doświadczenia czynnikowego frakcyjnego na dwóch poziomach oraz analiza jego wyników.	2
Proj5	Opracowanie modelu procesu, sprawdzenie jego adekwatności i predykcja wyników.	2
Proj6	Optymalizacja wyjścia procesu. Zaplanowanie, przeprowadzenie doświadczenia za pomocą planu powierzchni odpowiedzi i analiza jego wyników.	2
Proj7	Zaplanowanie, przeprowadzenie doświadczenia wg metody Taguchi. Analiza wyników.	2
Proj8	Podsumowanie i zaliczenie projektu.	1
		Suma: 15

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
 N2. praca własna - przygotowanie do projektu  
 N3. prezentacja projektu  
 N4. przygotowanie sprawozdania

## 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_W03	Kolokwium zaliczeniowe
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

Montgomery D. - "Design and analysis of experiments"  
 Peace G.S. - "Taguchi methods"

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Box G., Hunter S. - "Statistics for experiments"

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Adam Jednoróg tel.: 29-88 email: adam.jednorog@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Planowanie doświadczeń**

Name in English: **Design of experiments**

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: **optional**

Subject code: **ZPM041464 (2020)**

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			30	
Form of crediting	Crediting with grade			Crediting with grade	
Group of courses					
Number of ECTS points	1			1	
including number of ECTS points for practical (P) classes				1	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes					

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

1. Student has a knowledge about presentation of cause and effects relationships in objects (products and processes).
2. Student has a knowledge about mathematical statistics and about statistical process control.
3. Student is able to make calculations in Excel software.

### SUBJECT OBJECTIVES

- C1. To get the knowledge on methods of design of experiments and their use for quality problems solving.
- C2. To get the skills to act properly at design planning and conducting and experimental results analysis.
- C3. To get the skills to use the statistical methods for analysis of experimental design results.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

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

PEK\_W01 - Student has ability to characterize the Design of Experiments methods and to indicate their role in quality planning and improvement

PEK\_W02 - Student is able to specify different methods of design of experiments and to match them to the particular research problem.

PEK\_W03 - Student knows the statistical methods for experiment results analysis.

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

PEK\_U01 - Student is able to plan the activities necessary to conduct experiments.

PEK\_U02 - Student has the ability to select proper method for running experiment (experimental plan) and proper method of its analysis.

PEK\_U03 - Student is able to interpret the experimental results and to prepare well documented report.

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

PEK\_K01 - Student is aware of teamwork and its impact on creativity.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Introduction to Designs of Experiments - role in quality planning and quality improvement. Definitions and terms concerning DOE. Advantages of DOE.	2
Lec2	Phases of experiment: planning, designing, conducting and analysing.	2
Lec3	Simple comparative experiments. Hypothesis testing for means and variances. Analysis of Variance. Analysis of Variance (ANOVA) for two factors. Meaning of Fixed effects model. Estimation of model parameters. Statistical analysis of results.	2
Lec4	Reduction of nuisance factors effects - randomization and blocking. Randomized block design, Latin Squares, Greco-Latin Square Design and Related Designs (Balanced incomplete block design)	2
Lec5	Two-level full factorial designs - terms, principles, advantages. Statistical analysis. General factorial design. Blocking in factorial design.	2
Lec6	Fractional factorial designs. Definitions of aliasing, confounding and design resolutions. Screening designs. Statistical analysis.	2
Lec7	Regression models in design of experiments. Model adequacy checking. Prediction of results.	2
Lec8	Nested designs - types and statistical analysis. Analiza składowych wariancji.	2
Lec9	Optimization of response variable - Response surface design - introduction, methods (steepest ascent).	2
Lec10	Response Surface Designs - models, blocking, mixture experiments.	2
Lec11	Evolutionary operation - characteristics and application examples.	2
Lec12	Tachugi methods in design of experiments - Robust Design, experimental strategy, linear graphs, inner and outer arrays.	2

Lec13	Tachugi methods in design of experiments - orthogonal designs, experiment analysis. Application example.	2
Lec14	Problems of optimal designs - D-optimal, G-optimal and A-optimal designs.	2
Lec15	Final test.	2
		Total hours: 30
Form of classes – Project		Number of hours
Proj1	Analysis of selected object (product, process) aimed at conducting the planned experiment - goal selection, selection of response variable, selection and classification of factors	2
Proj2	Analysis of Variance (ANOVA) for one-factor and two-factor experiment.	2
Proj3	Planning, conducting of two-level full factorial experiment and analysis of results. Model building and its	2
Proj4	Planning, conducting of two-level fractional factorial experiment and analysis of results analysis.	2
Proj5	Process model development, checking of its adequacy and prediction of results.	2
Proj6	Optimization of response variable. Zaplanowanie, przeprowadzenie doświadczenia za pomocą planu powierzchni odpowiedzi i analiza jego wyników.	2
Proj7	Planning, conducting of experiment according to Taguchi method. Analysis of results.	2
Proj8	Project summary and assessment.	1
		Total hours: 15

TEACHING TOOLS USED		
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. self study - preparation for project class N3. project presentation N4. report preparation		

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_W03	Final Test
P = F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

Montgomery D. - "Design and analysis of experiments"

Peace G.S. - "Taguchi methods"

SECONDARY LITERATURE

Box G., Hunter S. - "Statistics for experiments"

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Adam Jednoróg tel.: 29-88 email: adam.jednorog@pwr.edu.pl