

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Wytrzymałość materiałów**

Nazwa w języku angielskim: **Strength of materials**

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

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM041009**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	2				
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)	1.8				

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

1. Znajomość wytrzymałości materiałów jednorodnych
2. Znajomość procesów modyfikujących własności mechaniczne materiałów konstrukcyjnych
3. Metody wyznaczania parametrów wytrzymałościowych materiałów konstrukcyjnych

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Wyjaśnienie natury i konsekwencji odmiennego zachowania się materiałów niejednorodnych, a szczególnie materiałów metalicznych zawierających pęknięcia i/lub narażonych na podkrytyczny rozwój pęknięć oraz materiałów pękających wskutek lokalizacji odkształceń w pasmach ścinania.
- C2. Określenie kryteriów i zasad oceny odporności materiałów na rozwój pęknięć kruchych oraz kryteriów sterowania rozwojem pęknięcia plastycznego i kryteriów pęknięcia pełzaniowego.
- C3. Określenie możliwości i zasad praktycznego wykorzystania nabytej wiedzy w celu zapobiegania katastroficznemu rozwojowi pęknięć kruchych, zapobiegania i/lub sterowania pękaniem poślizgowym i pełzaniowym oraz w celu przewidywania i oceny trwałości, poprawy jakości i niezawodności determinowanej przez wymienione rodzaje pęknięcia.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### **I. Z zakresu wiedzy:**

PEK\_W01 - Student potrafi określić potencjalne przyczyny i skutki poszczególnych rodzajów pęknięcia materiału oraz wskazać sposób na opanowanie problemu.

PEK\_W02 - Student potrafi zaproponować metodykę oceny odporności materiału na pękanie i wykorzystać uzyskane wyniki do wyboru sposobu przeciwdziałania potencjalnym skutkom pęknięcia kruchego, ciągliwego i pełzaniowego.

PEK\_W03 - Student potrafi ocenić różnice i skutki poszczególnych rodzajów uszkodzeń oraz zaproponować działania umożliwiające opóźnianie i/lub wyeliminowanie najgroźniejszego uszkodzenia materiału, to jest pęknięcia. Innymi słowy, student ma elementarną możliwość wpływania na jakość procesów wytwarzania, niezawodność i trwałość gotowych produktów, a przez to na bezpieczeństwo oraz koszty produkcji, eksploatacji, monitoringu i remontów.

### **II. Z zakresu umiejętności:**

### **III. Z zakresu kompetencji społecznych:**

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Zasady analizy potencjalnych uszkodzeń i ich skutków. Kryteria oceny ryzyka. Znaczenie wiedzy na temat mechanizmu uszkodzeń.	2
Wy2	Mapy mechanizmów odkształceń, uszkodzeń lokalnych i pęknięcia materiałów.	2
Wy3	Wprowadzenie do mechaniki pęknięcia kruchego.	2
Wy4	Metodyka badania odporności na katastroficzny rozwój pęknięć w płaskim stanie odkształcenia (KIC) i płaskim stanie naprężenia ( $K_{IC}$ ). Metodyka badania COD i całki $J$ .	2
Wy5	Możliwości i zasady praktycznego wykorzystania KIC w celu przewidywania i zapobiegania katastroficznemu rozwojowi pęknięć.	2
Wy6	Stosowanie kryteriów uplastycznienia przed pękaniem i wycieku przed pękaniem, jako sposób na unikanie katastroficznego rozwoju pęknięć. Zasady korzystania z wykresów własności materiałów (KIC-R0,2).	2

Wy7	Prędkość odkształceń jako kryterium oceny odporności materiałów na pełzanie. Czynniki wpływające na prędkość odkształceń przy pełzaniu.	2
Wy8	Metody przewidywania i oceny trwałości materiałów pracujących w warunkach pełzania.	2
Wy9	Wprowadzenie do mezomechaniki pękania wskutek lokalizacji odkształceń w pasmach ścinania.	2
Wy10	Kryteria i zasady zapobiegania i/lub sterowania pękaniem wskutek lokalizacji odkształceń w pasmach ścinania. Przykłady praktycznych zastosowań.	2
Wy11	Wykresy odkształceń granicznych ze względu na lokalizację odkształceń i pękanie materiałów podczas ich odkształcania na zimno.	2
Wy12	Zasady korzystania z wykresów odkształceń granicznych w celu rozwiązywania typowych problemów technicznych.	2
Wy13	Mapy mechanizmów odkształceń i pękania materiałów odkształcanych na gorąco. Zasady korzystania z map w celu zapobiegania pękaniu.	2
Wy14	Zasady i przykłady wielokryteriowego doboru materiałów. Definicja i znaczenie wskaźnika materiałowego.	2
Wy15	Przyczyny i skutki degradacji własności wskutek przetwarzania i eksploatacji materiałów w określonych warunkach. Metody badań stopnia degradacji własności mechanicznych materiału i jego wpływu na założoną trwałość obiektu technicznego (przykłady).	2
		Suma: 30

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. konsultacje

#### 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		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

Neimitz A.: Mechanika pękania. PWN, Warszawa 1998. German J. Podstawy mechaniki pękania, Wyd. Politechniki Krakowska, 2011. Frost H.J., Ashby M.F. Deformation-Mechanism Maps, Pergamon, Oxford, 1982. Ashby F. M.: Materials selection in mechanical design. Elsevier 2005. Dzikowski E. S.: Mechanizm pękania poślizgowego w aspekcie dekohezji sterowanej metali. Wyd.PWr., Wrocław 1990. Dzikowski E. S.: Physical concept of shear fracture mesomechanism and its applications. Central European Journal of Engineering, 2011, nr 1(3), s. 217-233.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Broek D.: Elementary engineering - fracture mechanics. Noordhoff Int. Publishing, Leyden, 1974. Ashby M. F.: Jones D. R.: Materiały inżynierskie. Własności i zastosowania. WNT, Warszawa 1995. Dzikowski E. S.: Jak projektować, wytwarzać i eksploatować rury do bezpiecznej pracy pod ciśnieniem. Rudy i Metale, 2008, nr 11, s. 714-721.

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Grzegorz Chruścielski tel.: 3393 email: grzegorz.chruscielski@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Wytrzymałość materiałów**

Name in English: **Strength of materials**

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

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM041009**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	2				
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	1.8				

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

1. Knowledge of the strength of uniform materials
2. Knowledge of processes modifying mechanical properties of construction materials
3. Methods of determination of strength parameters of construction materials

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Explanation of the nature and consequences of distinct behavior of non-uniform materials, with particular regard to metallic materials including fractures and/or exposed to subcritical fracture development and materials fracturing due to deformations located in shear bands
- C2. Adoption of the criteria and assessment principles for material resistance to development of brittle fracture and the criteria for controlling plastic fracture development and the criteria for creep fracture
- C3. Presentation of the possibilities and principles of practical application of the acquired knowledge for the purposes of preventing catastrophic brittle fracture development, preventing and/or controlling shear and creep fracture and for the purposes of predicting and evaluating durability, quality improvement and reliability determined by the above-mentioned types of fracture

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

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

PEK\_W01 - The students are able to determine the potential causes and effects of particular types of material fracture, and propose a method to address the problem

PEK\_W02 - The students are able to propose the assessment methodology for material resistance to fracture, and use the obtained results to select a method to prevent the potential consequences of brittle, ductile and creep fracture

PEK\_W03 - The students are able to evaluate the differences between, and results of particular types of damage and propose actions which delay and/or eliminate the most dangerous material damage, i.e. fracture. In other words, the students have basic impact on the quality of production processes, reliability and durability of finished products, and thereby on safety and the costs of production, exploitation, monitoring and renovations

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

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

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	The principles of the analysis of potential damages and their consequences. Risk assessment criteria. The importance of the knowledge about damage mechanism.	2
Lec2	Maps of strain, local damage and material fracture mechanisms	2
Lec3	Introduction to the mechanisms of brittle fracture	2
Lec4	The methodology for testing resistance to catastrophic fracture development in plane strain condition (K <sub>IC</sub> ) and plain stress condition (K <sub>c</sub> ). The methodology for testing COD and the J-integral	2
Lec5	The possibilities and principles of practical application of K <sub>IC</sub> for the purposes of predicting and preventing catastrophic fracture development	2

Lec6	Application of the criteria of yield before fracture and leak before fracture as a method to avoid catastrophic fracture development. The principles of using material properties diagrams (KIC-R0,2)	2
Lec7	The strain rate as a criterion for the assessment of material resistance to creep. The factors affecting the strain rate during creep	2
Lec8	The methods for predicting and evaluating the durability of materials working in creep conditions	2
Lec9	Introduction to the mesomechanics of fracture caused by the location of strains in shear bands	2
Lec10	The criteria and principles of preventing and/or controlling fracture caused by the location of strains in shear bands. Examples of practical applications	2
Lec11	The diagrams of yield strains depending on the location of strains and the fracture of materials during their cold-working	2
Lec12	The principles of using the forming limit diagrams to solve typical technical issues.	2
Lec13	The maps of strain mechanisms and the mechanisms of fracture of hot-working materials. The principles of using the maps to prevent fracture	2
Lec14	The principles and examples of multicriteria selection of materials. The definition and meaning of material index	2
Lec15	The causes and effects of properties degradation due to the processing and exploitation of materials in particular conditions. The methodology for testing the degree of degradation of the mechanical properties of a material and its impact on the assumed durability of a technical structure (examples)	2
		Total hours: 30

TEACHING TOOLS USED	
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. tutorials	

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		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

Neimitz A.: Mechanika pękania. PWN, Warszawa 1998. German J. Podstawy mechaniki pękania, Wyd. Politechniki Krakowska, 2011. Frost H.J., Ashby M.F. Deformation-Mechanism Maps, Pergamon, Oxford, 1982. Ashby F. M.: Materials selection in mechanical design. Elsevier 2005. Dzikowski E. S.: Mechanizm pękania poślizgowego w aspekcie dekohezji sterowanej metali. Wyd.PWr., Wrocław 1990. Dzikowski E. S.: Physical concept of shear fracture mesomechanism and its applications. Central European Journal of Engineering, 2011, nr 1(3), s. 217-233.

### SECONDARY LITERATURE

Broek D.: Elementary engineering - fracture mechanics. Noordhoff Int. Publishing, Leyden, 1974. Ashby M. F.: Jones D. R.: Materiały inżynierskie. Własności i zastosowania. WNT, Warszawa 1995. Dzikowski E. S.: Jak projektować, wytwarzać i eksploatować rury do bezpiecznej pracy pod ciśnieniem. Rudy i Metale, 2008, nr 11, s. 714-721.

## SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Grzegorz Chruścielski tel.: 3393 email: grzegorz.chruscielski@pwr.edu.pl