

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

Module name: Strength of materials

Academic year: 2019/2020 Code: RIMA-1-304-s ECTS credits: 5

Faculty of: Mechanical Engineering and Robotics

Field of study: Mechatronic Engineering with English as instruction language Specialty: —

Study level: First-cycle studies Form and type of study: Full-time studies

Lecture language: English Profile of education: Academic (A) Semester: 3

Course homepage: —

Responsible teacher: prof. dr hab. inż. Pęcherski Ryszard (rpe@agh.edu.pl)

### Module summary

Student comprehends assumptions and basic concepts of strength of materials, in particular: a concept of an internal force, sectional forces, a state of stress, a state of strain, the Hooke's law, the concept of material effort and its measure and basic hypotheses of material effort (failure theories). Student knows how to apply the design concepts and formulas of strength of materials for practical cases of mechanical engineering.

### Description of learning outcomes for module

MLO code	Student after module completion has the knowledge/ knows how to/is able to	Connections with FLO	Method of learning outcomes verification (form of completion)
Social competence: is able to			
M_K001	Student is aware of the necessity of team work as well as of the economical and legal consequences of the reached decisions.	IMA1A_W15, IMA1A_W18, IMA1A_W17	Activity during classes, Examination, Test, Oral answer, Report, Execution of exercises, Execution of laboratory classes
Skills: he can			
M_U001	Student is able to apply the design concepts for simple and complex cases of stress state.	IMA1A_W08, IMA1A_W02, IMA1A_W01	Activity during classes, Examination, Test, Oral answer, Report, Execution of exercises, Execution of laboratory classes
M_U002	Student is able to assess the risk of the assumed simplifications in the design procedures.	IMA1A_W08, IMA1A_W02, IMA1A_W01	Activity during classes, Examination, Test, Oral answer, Report, Execution of exercises, Execution of laboratory classes
Knowledge: he knows and understands			

M_W001	Student comprehends assumptions and basic concepts of strength of materials, in particular: a concept of an internal force, sectional forces, a state of stress, a state of strain, constitutive description of material.	IMA1A_W08, IMA1A_W02, IMA1A_W01	Activity during classes, Examination, Test, Oral answer, Report, Execution of exercises, Execution of laboratory classes
M_W002	Student comprehends the concept of material effort and its measure as well as basic hypotheses of material effort (failure theories): of the maximum normal stress (Gallileo), maximum shear stress (Tresca), maximum energy of distortion (Huber-Mises).	IMA1A_W08, IMA1A_W02, IMA1A_W01	Activity during classes, Examination, Test, Oral answer, Report, Execution of exercises, Execution of laboratory classes
M_W003	Student knows how to apply the design concepts and formulas of strength of materials for practical cases of mechanical engineering.	IMA1A_W08, IMA1A_W02, IMA1A_W01	Activity during classes, Examination, Test, Oral answer, Report, Execution of exercises, Execution of laboratory classes

### Number of hours for each form of classes

Suma	Form of classes										
	Lectures	Auditorium classes	Laboratory classes	Project classes	Conversation seminar	Seminar classes	Practical classes	Fieldwork classes	Workshops	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
71	30	26	15	0	0	0	0	0	0	0	0

### FLO matrix in relation to forms of classes

MLO code	Student after module completion has the knowledge/ knows how to/is able to	Form of classes										
		Lectures	Auditorium classes	Laboratory classes	Project classes	Conversation seminar	Seminar classes	Practical classes	Fieldwork classes	Workshops	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Social competence: is able to												
M_K001	Student is aware of the necessity of team work as well as of the economical and legal consequences of the reached decisions.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Skills: he can												
M_U001	Student is able to apply the design concepts for simple and complex cases of stress state.	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Student is able to assess the risk of the assumed simplifications in the design procedures.	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-

Knowledge: he knows and understands												
M_W001	Student comprehends assumptions and basic concepts of strength of materials, in particular: a concept of an internal force, sectional forces, a state of stress, a state of strain, constitutive description of material.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Student comprehends the concept of material effort and its measure as well as basic hypotheses of material effort (failure theories): of the maximum normal stress (Gallileo), maximum shear stress (Tresca), maximum energy of distortion (Huber-Mises).	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W003	Student knows how to apply the design concepts and formulas of strength of materials for practical cases of mechanical engineering.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## Student workload (ECTS credits balance)

Student activity form	Student workload
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	71 h
Preparation for classes	53 h
Realization of independently performed tasks	22 h
Examination or Final test	2 h
Contact hours	2 h
Summary student workload	150 h
Module ECTS credits	5 ECTS

## Additional information

### Module content

#### Lectures

##### List of lecture topics

- 1 Introduction
- 2 Internal forces and cross-sectional forces
- 3 State of stress analysis in a point. A plane state of stress.
- 4 Strain analysis. Generalized Hooke's law for isotropic materials
- 5 Problems of strength of a prismatic bar. The problem of a pure and simple tension/compression
- 6 Pure and simple torsion, torsion of a bar with circular cross-section
- 7 Pure and simple bending, unsymmetric bending
- 8 Non-uniform bending, shear stress in beams.

- 9 Bending due to eccentric load.
- 10 Beam deflection.
- 11 Assessment of strength under complex load – failure theories
- 12 Elastic energy, a concept of material effort, hypotheses of material effort.
- 13 Buckling.
- 14 Some problems of the strength of materials related with engineering applications – assessment of strength in creep, brittle fracture and fatigue.

### **Auditorium classes**

#### List of topics of auditorium classes

- 1 Geometrical characteristics of cross-sections.
- 2 Review of statics. Cross-sectional forces – normal, shear and moment functions.
- 3 State of stress and strain. A plane state of stress.
- 4 Strain state, application of Hooke's law.
- 5 Axial tension/compression.
- 6 Torsion of circular cross-sections.
- 7 Bending – simple and unsymmetric.
- 8 Joining of structural elements – shear problems.
- 9/10 Stress and strain – structural problems. Knowledge checking.

### **Laboratory classes**

#### Non-destructive tests

- Non-destructive tests – theoretical introduction  
Non-destructive tests – laboratory classes

#### Investigations of mechanical properties of materials

- Mechanical properties of materials – Part 1 (tensile and compressive strength)-  
laboratory classes

- Mechanical Properties of Materials – Part 2 (toughness and hardness)- laboratory  
classes

#### Analysis of the states of stress and strain

- Stress and strain state analysis (Finite Element Method) – laboratory classes

#### Photoelasticity

- Photoelasticity – laboratory classes

#### Strain-gauge measurements

- Strain-gauge measurements – theoretical introduction,

- Strain-gauge measurements – laboratory classes

### **Teaching methods and techniques:**

Lectures: Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie prezentacji multimedialnej w połączeniu z klasycznym wykładem tablicowym wzbogaconymi o pokazy odnoszące się do prezentowanych zagadnień.

Auditorium classes: Podczas zajęć audytoryjnych studenci na tablicy rozwiązują zadane wcześniej problemy. Prowadzący na bieżąco dokonuje stosowanych wyjaśnień i moderuje dyskusję z grupą nad danym problemem.

Laboratory classes: W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci samodzielnie rozwiązują zadany problem praktyczny, dobierając odpowiednie narzędzia. Prowadzący stymuluje grupę do refleksji nad problemem, tak by otrzymane wyniki miały wysoką wartość merytoryczną.

## **Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:**

1) Ćwiczenia audytoryjne: a) ocena osiągniętych przez studenta efektów kształcenia prowadzona jest w formie ustnej (rozwiązywanie przy tablicy zadanych wcześniej problemów) i pisemnej (zapowiedziane wcześniej kolokwia), b) ocena końcowa odpowiada oceną najbliższej wartości średniej z uzyskanych ocen cząstkowych (z odpowiedzi ustnych i sprawdzianów pisemnych), c) w celu uzyskania zaliczenia wszystkie kolokwia powinny być zaliczone na ocenę pozytywną (chyba że prowadzący ćwiczenia zdecyduje inaczej), d) student nie uzyska zaliczenia gdy jego łączna absencja na zajęciach jest równa lub wyższa niż 50% (bez względu na powód nieobecności), e) student nie uzyska zaliczenia gdy liczba nieusprawiedliwionych godzin jego nieobecności na zajęciach jest większa niż 4, f) podstawą usprawiedliwienia nieobecności na zajęciach jest zwolnienie lekarskie, lub ewentualnie inna udokumentowana przyczyna, uznana przez prowadzącego ćwiczenia za dostatecznie ważną, g) prowadzący ćwiczenia może dodatkowo, zgodnie z przyjętymi przez siebie i podanymi wcześniej zasadami, obniżyć ocenę końcową ze względu na nieusprawiedliwione nieobecności na zajęciach (z uwzględnieniem punktu 1e), h) brak oceny z kolokwium w związku z nieusprawiedliwioną nieobecnością studenta na zajęciach traktowany jest równoznacznie z otrzymaniem z tego kolokwium oceny niedostatecznej, i) w przypadku braku zaliczenia w pierwszym terminie student ma prawo do dwóch zaliczeń poprawkowych z zakresu materiału wskazanego przez prowadzącego zajęcia, pod warunkiem, że nie zachodzą okoliczności określone w punktach 1d) i 1e). 2) Zajęcia laboratoryjne: a) o ocenie z kolejnych zajęć laboratoryjnych decydują: wynik sprawdzianu wiadomości a także sposób opracowania i terminowość oddania sprawozdania z ćwiczeń, b) podstawą wyznaczenia oceny zaliczeniowej z zajęć laboratoryjnych jest średnia z ocen za kolejne ćwiczenia, c) aby uzyskać końcowe zaliczenie zajęć laboratoryjnych wymagane jest zaliczenie każdego z przerabianych ćwiczeń (tj. B, D, T, E, M – por. opis zajęć laboratoryjnych), d) student ma prawo do dwóch popraw niezaliczonego sprawdzianu w terminie ustalonym z prowadzącym dane ćwiczenie.

## **Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa:**

Lectures:

- Attendance is mandatory: Yes  
- Participation rules in classes: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.

Auditorium classes:

- Attendance is mandatory: Yes  
- Participation rules in classes: Studenci przystępując do ćwiczeń są zobowiązani do przygotowania się w zakresie wskazanym każdorazowo przez prowadzącego (np. w formie zestawów zadań). Ocena pracy studenta może bazować na wypowiedziach ustnych lub pisemnych w formie kolokwium, co zgodnie z regulaminem studiów AGH przekłada się na ocenę końcową z tej formy zajęć.

Laboratory classes:

- Attendance is mandatory: Yes  
- Participation rules in classes: Studenci wykonują ćwiczenia laboratoryjne zgodnie z materiałami udostępnionymi przez prowadzącego. Student jest zobowiązany do przygotowania się w przedmiocie wykonywanego ćwiczenia, co może zostać zweryfikowane kolokwium w formie ustnej lub pisemnej. Zaliczenie zajęć odbywa się na podstawie zaprezentowania rozwiązania postawionego problemu. Zaliczenie modułu jest możliwe po zaliczeniu wszystkich zajęć laboratoryjnych.

## **Method of calculating the final grade**

**Final mark is the average of the exam, laboratories and auditorium classes.**

### **Mark from laboratories:**

The average of all laboratory exercises (short tests and reports).

### **Mark from auditorium classes:**

- Class attendance is obligatory.
- During the classes, a student will write short tests evaluated 0/1 point and will answer orally to the evaluation 0/0.5 point. The average of accumulated points obtained from short tests and answers will be the basis for the mark from auditorium classes:  
50% of possible points – 2.0

50%-60% of possible points – 3.0  
61%-70% of possible points – 3.5  
71%-80% of possible points – 4.0  
81%-90% of possible points – 4.5  
91%-100% of possible points – 5.0

• If a student fails auditorium classes (mark 2.0), they will have a possibility of a resit in the form of a resit test. In the resit test there will be 5 tasks evaluated as follows:

0 point – if wrong or a major mistake;  
0.5 point – a minor error in calculations;  
1 point – task solved properly.

The mark from the resit test will be assigned according to the following scale:

50% of possible points – 2.0  
50%-60% of possible points – 3.0  
61%-70% of possible points – 3.5  
71%-80% of possible points – 4.0  
81%-90% of possible points – 4.5  
91%-100% of possible points – 5.0

### **Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:**

According to the individual agreement between student and the teacher responsible for the module.

### **Prerequisites and additional requirements**

1. The following courses have to be passed with a positive mark: Mathematics, Mechanics 1.
2. Students should have knowledge of vectors: forces, moments, system of forces reduction.
3. Students should know how to calculate static reactions of statically determinate structures.
4. Students should know basics of mathematical analysis: differentials, integrals.

### **Recommended literature and teaching resources**

1. Timothy A. Philpot, Mechanics of Materials. An Integrated Learning System, John Wiley & Sons, 2008 and later editions.
2. James M. Gere, Stephen P. Timoshenko, Mechanics of Materials, ITP Co., Boston, 1997.
3. Piechnik S. "Mechanika techniczna ciała stałego", Wydawnictwo PK, Kraków 2007
4. Wolny S., Siemieniec A. "Wytrzymałość materiałów. Część I.", Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków 2008
5. Niezgodziński A., Niezgodziński T. "Zadania z wytrzymałości materiałów", Wydawnictwo WNT, Warszawa 2012
6. Bodnar A. „Wytrzymałość materiałów. Podręcznik dla studentów wyższych szkół technicznych”, wydanie drugie poszerzone i poprawione, Kraków 2004
7. Wolny S., Siemieniec A. "Wytrzymałość materiałów. Część IV Ćwiczenia laboratoryjne", Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków 2008

### **Scientific publications of module course instructors related to the topic of the module**

1. Inelastic Flow and Failure of Metallic Solids. Material Effort: Study Across Scales  
Ryszard B. Pęcherski, Kinga Nalepka, Teresa Frańś and Marcin Nowak, str. 245-285 w:  
T. Łodygowski, A. Rusinek (Eds.), Constitutive Relations under Impact Loadings, CISM International Centre for Mechanical Sciences, DOI 10.1007/978-3-7091-1768-2\_6, © CISM, Udine 2014.

### **Additional information**

Within the framework of "An Integrated Learning System" the program "mecomovies" is available, which is highly recommended for students as an efficient training tool.