

Name in English: Rock mechanics
Nazwa w języku polskim: Mechanika skał

Dane dotyczące zajęć:
Information on course:

Jednostka oferująca: Wydziału Górnictwa, Inżynierii Bezpieczeństwa i Automatyki Przemysłowej // dr inż. Grzegorz Smolnik

Course offered by: Faculty of Mining, Safety Engineering, and Industrial Automation // dr inż. Grzegorz Smolnik

Język wykładowy:
angielski
Language:
English
Strona WWW: Course homepage:
Skrócony opis:
Cel przedmiotu: • Zapoznanie studentów z podstawami reologii oraz teorii wytrzymałości i kruchego pękania skał; • Przekazanie studentom wiedzy o własnościach mechanicznych oraz zachowaniu się skał w prostych i złożonych stanach naprężenia; • Wykształcenie u studentów umiejętności wykonywania podstawowych testów laboratoryjnych i polowych oraz wyznaczania wartości parametrów mechanicznych skał; • Przygotowanie studentów do dalszych studiów w dziedzinie mechaniki górotworu i geotechniki oraz zastosowania metod komputerowych w geomechanice.
Short description:
The objective of the education is to: • acquaint students with the fundamentals of rheology, strength theories and the mechanism of brittle fracture in rocks, • provide students with knowledge about the mechanical properties and behavior of rocks under simple and complex stress conditions, • develop skills in carrying out laboratory and field tests for the determination of the mechanical properties of rocks, • prepare students for their further studies in the field of strata mechanics and geotechnics and numerical methods in geomechanics.
Opis:
Treści programowe Wykład: 1. Teoria stanu odkształcenia i naprężenia (Opis ruchu i deformacji. Miary deformacji i odkształcenia. Tensor odkształcenia. Siły wewnętrzne. Wektor naprężenia. Tensor naprężenia. Wytężenie.) (2 godziny) 2. Wprowadzenie do mechaniki skał; pojęcia podstawowe (Reologiczne modele skał; sprężystość, lepkość, plastyczność. Postulaty reologii Reinerja. Elementarne równania konstytutywne.) (2 godziny) 3. Własności odkształceniowe i wytrzymałościowe skał w prostych i złożonych stanach naprężenia. Właściwości charakterystyk naprężenie-odkształcenie. (2 godziny) 4. Elementy mechaniki kruchego pękania. Mody pękania. Teoria Griffitha. (2 godziny) 5. Wytrzymałość graniczna skał. Teorie wytrzymałościowe. Warunki wytrzymałościowe dla skał. (2 godziny) 6. Efekt dylatacji i zwiastuny kruchego zniszczenia skał. (2 godziny) 7. Plastyczne płynięcie skał. Teorie plastycznego płynięcia i warunek plastyczności dla skał. (2 godziny) 8. Pełzanie skał. Teorie pełzania. Funkcje pełzania. Relaksacja naprężeń w skałach. (2 godziny)

9. Tarcie w skałach (Adhezyjna teoria tarcia. Prawa rządzące tarcie w skałach. Poślizg przerywany. Tarcie w warunkach właściwych występowaniu skał w górotworze.) (2 godziny)
10. Zdolność do gromadzenia energii sprężystej i tąpliwość skał. (2 godziny)
11. Zachowanie się skał w stanie pokrytycznym. (2 godziny)
12. Zachowanie się skał w warunkach wysokich ciśnień i temperatur. (2 godziny)
13. Wpływ płynów porowych na odkształceniowe i wytrzymałościowe właściwości skał. (2 godziny)
14. Anizotropia odkształceniowych i wytrzymałościowych własności skał. (2 godziny)
15. Właściwości nieciągłości w skałach. Podstawy mechaniki spękanych ośrodków skalnych. (2 godziny)

Laboratorium:

1. Wytrzymałość graniczna skał na jednoosiowe ściskanie i rozciąganie.
2. Zdolność skał do gromadzenia energii sprężystej.
3. Wytrzymałość skał w warunkach trójosiowego ściskania.
4. Badanie właściwości wytrzymałościowych skał w warunkach polowych - Wskaźnik Is.

Liczba godzin zajęć z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów.

Wykład: 30h

Lab. 15h

Liczba punktów ECTS: 6

Description:

Lecture:

1. Theory of strain and stress (Description of motion and deformation. Measures of deformation and strain. Strain tensor. Internal forces. Stress vector. Stress tensor. Material effort.) (2 hours)
2. Introduction to rock mechanics; basic concepts (Rheological models of rocks; elasticity, viscosity, plasticity. Reiner's axioms of rheology. Elementary constitutive equations.). (2 hours)
3. Deformational and strength properties of rocks under simple and complex stress conditions. Features of stress-strain characteristics of rocks. (2 hours)
4. Basic concepts of fracture mechanics. Fracture modes. Griffith crack theory. (2 hours)
5. Ultimate strength of rocks. Strength theories. Failure criteria for rocks. (2 hours)
6. Dilatancy in rocks and the dilatancy-related precursors of brittle failure of rocks. (2 hours)
7. Plastic flow of rocks. Theories of plastic flow and yield criteria for rocks. (2 hours)
8. Creep of rocks. Creep theories. Creep functions. Stress relaxation in rocks. (2 hours)
9. Friction in rocks (Adhesive theory of friction. Laws governing friction in rocks. The phenomenon of stick-slip. Friction under conditions encountered in rock masses.). (2 hours)
10. Ability of rocks to store elastic strain energy and susceptibility of rocks to bursting. (2 hours)
11. Post-failure behavior of rocks. (2 hours)
12. Behavior of rocks under high pressure and high temperature conditions. (2 hours)
13. Influence of pore fluids on the deformational and strength properties of rocks. (2 hours)
14. Anisotropy of the deformational and strength properties of rocks. (2 hours)
15. Deformational and strength properties of rock joints. Basics of the mechanics of jointed rocks. (2 hours)

Laboratory:

1. Uniaxial compressive and tensile strength of rocks.
2. Ability of rocks to store elastic strain energy.
3. Strength of rocks under triaxial compression conditions.
4. Point load strength of rocks.

Each session consists of a 2-hour theoretical introduction and a 2-hour laboratory practical.

The practicals are aimed not at parameter measurement only, but also at illustrating the factors which affect rock strength and deformability in order to impart an understanding of rock mechanics principles.

Number of hours of classes with direct participation of academic teachers or other persons teaching courses and students.

Contact hours

Lecture: 30h

Lab. 15h
Number of ECTS credits: 6

Literatura:

Basic:

Charlez Ph. A.: *Rock Mechanics*, Volume 1 – *Theoretical Fundamentals*. Éditions Technip, Paris 1991.
Goodman R. E.: *Introduction to Rock Mechanics* (2nd edn). John Wiley & Sons, New York 1989.
Hudson J. A. (ed.), *Comprehensive Rock Engineering* (Vol. 1, Vol. 3). Pergamon Press, Oxford 1993.
Hudson J. A. and Harrison J. P.: *Engineering Rock Mechanics – An Introduction to the Principles*. Elsevier Science Ltd, Oxford 1997.
Jaeger J. C., Cook N. G. W. and Zimmerman R. W.: *Fundamentals of Rock Mechanics* (4th edn). Blackwell Publishing, Malden 2007.
Jumikis A. R.: *Rock Mechanics* (2nd edn). Trans Tech Publications, Clausthal-Zellerfeld 1983.
Mogi K.: *Experimental Rock Mechanics*. Taylor & Francis/Balkema, Leiden 2006.
Paterson M. S. and Wong T.-f.: *Experimental Rock Deformation – The Brittle Field* (2nd edn). Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2005.
Ulusay R. and Hudson J. A. (eds): *The Complete ISRM Suggested Methods for Rock Characterization, Testing and Monitoring: 1974-2006*. ISRM Turkish National Group, Ankara 2007.

Complementary:

Farmer I. W.: *Engineering Behaviour of Rocks* (2nd edn). Chapman and Hall, London 1983.
Hoek E.: *Practical Rock Engineering*. www.rocscience.com/hoek/PracticalRockEngineering.asp

Bibliography:

Basic:

Charlez Ph. A.: *Rock Mechanics*, Volume 1 – *Theoretical Fundamentals*. Éditions Technip, Paris 1991.
Goodman R. E.: *Introduction to Rock Mechanics* (2nd edn). John Wiley & Sons, New York 1989.
Hudson J. A. (ed.), *Comprehensive Rock Engineering* (Vol. 1, Vol. 3). Pergamon Press, Oxford 1993.
Hudson J. A. and Harrison J. P.: *Engineering Rock Mechanics – An Introduction to the Principles*. Elsevier Science Ltd, Oxford 1997.
Jaeger J. C., Cook N. G. W. and Zimmerman R. W.: *Fundamentals of Rock Mechanics* (4th edn). Blackwell Publishing, Malden 2007.
Jumikis A. R.: *Rock Mechanics* (2nd edn). Trans Tech Publications, Clausthal-Zellerfeld 1983.
Mogi K.: *Experimental Rock Mechanics*. Taylor & Francis/Balkema, Leiden 2006.
Paterson M. S. and Wong T.-f.: *Experimental Rock Deformation – The Brittle Field* (2nd edn). Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2005.
Ulusay R. and Hudson J. A. (eds): *The Complete ISRM Suggested Methods for Rock Characterization, Testing and Monitoring: 1974-2006*. ISRM Turkish National Group, Ankara 2007.

Complementary:

Farmer I. W.: *Engineering Behaviour of Rocks* (2nd edn). Chapman and Hall, London 1983.
Hoek E.: *Practical Rock Engineering*. www.rocscience.com/hoek/PracticalRockEngineering.asp

Efekty uczenia się:

Wiedza – Student zna i rozumie:

Podstawowe procesy zachodzące w cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych oraz metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu typowych zadań inżynierskich związanych z kierunkiem studiów Geoinżynieria i eksploatacja surowców. (K1A_W2)

Umiejętności – Student potrafi:

Przy identyfikacji i formułowaniu specyfikacji zadań inżynierskich oraz ich rozwiązywaniu: - wykorzystywać metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne, - dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne, w tym aspekty etyczne, - dokonywać wstępnej oceny ekonomicznej proponowanych rozwiązań i podejmowanych działań inżynierskich. Potrafi dokonywać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania istniejących rozwiązań technicznych z zakresu geoinżynierii i eksploatacji surowców i oceniać te rozwiązania. (K1A_U3)

Dobierać i korzystać z właściwych technik, umiejętności i nowoczesnych narzędzi inżynierskich w zakresie geoinżynierii i eksploatacji surowców, w tym eksploatacji podziemnej, odkrywkowej, geologii, rekultywacji terenów przemysłowych oraz maszyn inżynierskich i robotyki przemysłowej. (K1A_U7)

Kompetencje społeczne - jest gotów do:

Krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści, uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu. (K1A_K1)

Learning outcomes:

Knowledge - A student knows and understands:

Basic processes taking place in the life cycle of technical devices, facilities and systems as well as methods, techniques, tools and materials used in solving typical engineering tasks related to the field of study geoenvironment and exploitation of raw materials. (K1A_W2)

Skills - A student can:

When identifying and formulating specifications for engineering tasks and solving them: -use analytical, simulation and experimental methods, -see their systemic and non-technical aspects, including ethical aspects, -make a preliminary economic assessment of the proposed solutions and undertaken engineering activities. Can make a critical analysis of the functioning of the existing technical solutions in the field of geoenvironment and exploitation of raw materials and evaluate these solutions. (K1A_U3)

Select and use appropriate techniques, skills and modern engineering tools in the field of geoenvironment and exploitation of raw materials including underground and opencast mining, geology, reclamation of post-industrial areas as well as engineering machines and industrial robotics. (K1A_U7)

Social competences - A student is ready for:

Critical evaluation of knowledge and received content, recognition of the importance of knowledge in solving cognitive and practical problems as well as consulting experts in the event of difficulties in solving the problem on their own. (K1A_K1)

Metody i kryteria oceniania:

Wykład

Forma zaliczenia

Kurs jest egzaminowany poprzez test pisemny oraz egzamin ustny (szczegóły w sekcji poniżej).

Minimalne wymagania dotyczące zaliczenia kursu

1. Regularne uczęszczanie na wykłady z kursu (Proszę dać znać prowadzącemu, jeśli będziesz musiał opuścić jakieś zajęcia. Zaliczenie nie może być dokonane w przypadku więcej niż 3 nieobecności na kursie).

2. Zdanie końcowego egzaminu ustnego z tematów przedstawionych w ramach wykładów kursu.

Ocena studenta jest ustalana na koniec semestru poprzez obliczenie średniej ocen, które uzyskał w trakcie tego semestru. Minimalna ogólna ocena zaliczeniowa potrzebna do uzyskania zaliczenia przedmiotu wynosi 2,5 w skali 5,0.

Sposób oceny: 40% - egzamin końcowy (ustny), 40% - testy pisemne, 20% - obecność na wykładach z przedmiotu.

Skala ocen:

> 4.75 = 5.0 A

4.26 - 4.75 = 4.5 B

3.76 - 4.25 = 4.0 C

3.26 - 3.75 = 3.5 D

2.76 - 3.25 = 3.0 E

≤ 2.75 = 2.0 F

Assessment methods and assessment criteria:

Lecture

Form of examination

The course is examined through a written test and an oral examination (for details see the section below).

Minimum requirements for course credit

1. Regular attendance at the course lectures (Let the instructor know if you will have to miss a class. Credit cannot be given if there are more than 3 absences for a course.).
2. Passing the final oral examination on topics presented within the lectures of the course.

A student's academic performance is determined at the end of the semester by computing the average of the grades he/she has received during that semester. The minimum general passing point grade needed to

receive credit for the course is 2.5 on a 5.0 scale.

Method of assessment: 40% - final (oral) examination, 40% - written tests, 20% - attendance at course lectures.

Grading scale:

> 4.75	=	5.0	A
4.26 – 4.75	=	4.5	B
3.76 – 4.25	=	4.0	C
3.26 – 3.75	=	3.5	D
2.76 – 3.25	=	3.0	E
≤ 2.75	=	2.0	F

Przynależność do grup przedmiotów w cyklach:

Element of course groups in various terms:

Opis grupy przedmiotów Course group description	Cykl pocz. First term	Cykl kon. Last term
przedmioty obieralne studia stacjonarne i niestacjonarne stopień studiów – dowolny kierunek studiów – dowolny, semestr dowolny elective courses full-time and part-time studies degree - any field of study - any semester - any	2023/2024	