

COURSE DESCRIPTION

1. GENERAL INFORMATION

SCHOOL	CIVIL ENGINEERING		
DEPARTMENT			
EDUCATION LEVEL	UNDERGRADUATE		
COURSE CODE	1077	SEMESTER	6
COURSE TITLE	Matrix Structural Analysis – 1D Finite Elements		
COURSE UNITS <i>σε περίπτωση που οι διδακτικές απονέμονται σε διακριτά μέρη του μαθήματος π.χ. Διαλέξεις, Εργαστηριακές Ασκήσεις κ.λπ. Αν οι διδακτικές απονέμονται ενιαία για το σύνολο του μαθήματος αναγράφεται σε εβδομαδιαίες ώρες διδασκαλίας και το σύνολο των διδακτικών μονάδων / ECTS</i>		HOURS	ECTS CREDITS
		4	5
<i>Προσθέστε σειρές αν χρειαστεί. Η οργάνωση διδασκαλίας και οι διδακτικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται περιγράφονται αναλυτικά στο 4.</i>			
COURSE TYPE: <i>Γενικού Υποβάθρου, Ειδικού Υποβάθρου, Ειδικότητας</i>	Mandatory		
PREREQUISITE KNOWLEDGE:	Structural Analysis of Statically Determinate Structures, Structural Analysis of Statically Indeterminate Structures, Strength of Materials		
COURSE AND EXAMS LANGUAGE:	Greek		
COURSE OFFERED TO ERASMUS STUDENTS:	Yes		
COURSE WEBSITE (URL):	https://helios.ntua.gr/course/view.php?id=1563		

2. LEARNING OBJECTIVES

Learning Objectives <i>Περιγράφονται τα μαθησιακά αποτελέσματα του μαθήματος οι συγκεκριμένες γνώσεις, δεξιότητες και ικανότητες καταλλήλου επιπέδου που θα αποκτήσουν οι φοιτητές μετά την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος. Συμβουλευτείτε το Παράρτημα Α</i> - Περιγραφή του Επιπέδου των Μαθησιακών Αποτελεσμάτων για κάθε ένα κύκλο σπουδών σύμφωνα με Πλαίσιο Προσόντων του Ευρωπαϊκού Χώρου Ανώτατης Εκπαίδευσης - Περιγραφικοί Δείκτες Επιπέδων 6, 7 & 8 του Ευρωπαϊκού Πλαισίου Προσόντων Διά Βίου Μάθησης και Παράρτημα Β - Περίληπτικός Οδηγός συγγραφής Μαθησιακών Αποτελεσμάτων
The course aims at providing students with the necessary skills and competences to perform numerical analysis of skeletal structures. It further aims at enabling them to critically assess the results of numerical simulation.
In successfully completing the course, students will be able to - develop displacement-based direct stiffness methods using matrix algebra, - appreciate the response of skeletal structures, - understand the methodological tools necessary for the development of numerical codes vis-à-vis the analysis of skeletal structures assess the results of structural analysis and identify sources of error during the simulation process.

General abilities

Λαμβάνοντας υπόψη τις γενικές ικανότητες που πρέπει να έχει αποκτήσει ο πτυχιούχος (όπως αυτές αναγράφονται στο Παράρτημα Διπλώματος και παρατίθενται ακολούθως) σε ποια / ποιες από αυτές αποσκοπεί το μάθημα;.

Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών, με τη χρήση και των απαραίτητων τεχνολογιών

Προσαρμογή σε νέες καταστάσεις Λήψη αποφάσεων

Αυτόνομη εργασία Ομαδική εργασία

Εργασία σε διεθνές περιβάλλον

Εργασία σε διεπιστημονικό περιβάλλον

Παράγωγή νέων ερευνητικών ιδεών

Σχεδιασμός και διαχείριση έργων

Σεβασμός στη διαφορετικότητα και στην πολυπολιτισμικότητα Σεβασμός στο φυσικό περιβάλλον

Επίδειξη κοινωνικής, επαγγελματικής και ηθικής υπευθυνότητας και ευαισθησίας σε θέματα φύλου

Άσκηση κριτικής και αυτοκριτικής

Προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης

- Researching, analyzing and synthesizing facts and data using pertinent technologies and methods
- Promoting free, creative and inductive thinking
- Individual working
- Developing critical thinking and reflective thinking

3. COURSE DESCRIPTION

- i. Overview of matrix structural analysis and design. Primary structural members and their modeling – Matrix structural analysis steps. Flexibility – stiffness methods. Computer programs and rational use. Basic steps of programming the direct stiffness method. Degrees of freedom of plane and spatial structures.
- ii. Global and local systems of axes. Vectors of end-actions and end-translations of a plane truss element. Transformation matrix. Calculation of local-global stiffness matrix of a plane truss element: analytical and numerical (shape function, deformation matrix) methods. Vectors of nodal-forces and nodal-translations, global stiffness matrix of a plane truss. Modification of global stiffness matrix due to support conditions – Reordering matrix. Modification of global stiffness matrix of a plane truss due to inclined and elastic supports. Plane truss subjected to member loading. Restrained – equivalent structure. Stress resultants of plane truss members.
- iii. Vectors of end-actions and end-displacements of a plane frame element. Transformation matrix. Calculation of local - global stiffness matrix of a plane frame element: analytical and numerical (shape functions, deformation matrix) methods. Vectors of nodal-forces and nodal-displacements, global stiffness matrix of a plane frame. Modification of global stiffness matrix due to support conditions – Reordering matrix. Modification of global stiffness matrix of a plane frame due to inclined and elastic supports. Plane frame subjected to member loading. Restrained – equivalent structure. Stress resultants of plane frame members.
- iv. Transformation matrix of a spatial truss element. Local - global stiffness matrices of a spatial truss element: analytical and numerical methods. Steps of analysis of a spatial truss.
- v. Transformation matrix of a spatial frame element. Basic transformation matrix. Transformation matrix with special orientation. Transformation matrix for special auxiliary point. Formulation of transformation matrices of elements of other type of skeletal structures. Local stiffness matrix of a spatial frame element. Formulation, stiffness terms. Formulation of local stiffness matrices of members of all other types of skeletal structures. Vectors of nodal-actions and nodal-displacement of a spatial frame.
- vi. Analysis of a grid structure. Solving a grid structure as a special case of a spatial framed structure.
- vii. Kinematic relations and equivalent actions between two points of a rigid body plane. Rigid joints in plane framed structure. Kinematic relations and equivalent actions between two points of space rigid structure. Rigid joints in space frame element.
- viii. Combined node method. Degrees of freedom of combined nodes. Assembly of total global stiffness matrix with combined nodes. Computation of nodal actions of restrained and equivalent structures with combined nodes. Elastic hinge. Internal releases– Method of modified stiffness matrices. Modified matrices and internal releases. Restrained actions – Equivalent actions. Static condensation method. Physical interpretation of static condensation. Qualitative examination of the stiffness coefficients of a hyper-element. Stiffness matrix and restrained actions with elastic hinge
- ix. Stiffness matrix– Analytic evaluation and approximate computation. Restrained actions. Analytic evaluation and approximate computation.

4. TEACHING METHODS – STUDENT ASSESSMENT

TEACHING METHODS: <i>Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξ αποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.</i>	1. Face to face contact 2. Asynchronous teaching via material that is curated on the course website.	
TEACHING MEDIA: <i>Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία με τους φοιτητές</i>	The lecture material is handwritten in the lecture room on a tablet and projected on the monitor. The handwritten notes are then uploaded on the course webpage. Programming sessions are also provided so that the students may develop their own algorithms. The entire course material is provided on the course website. This includes 1. Lecture notes 2. Worked examples 3. Code snippets 4. Self-assessment quizzes 5. Passed exam questions. All communication with the students is performed via the course website where any relevant announcements are also provided.	
COURSE ARRANGEMENT: <i>Περιγράφονται αναλυτικά ο τρόπος και μέθοδοι διδασκαλίας.</i>	ACTIVITY	IMPORTANCE
<i>Διαλέξεις, Σεμινάρια, Εργαστηριακή Άσκηση, Άσκηση Πεδίου, Μελέτη & ανάλυση βιβλιογραφίας, Φροντιστήριο, Πρακτική (Τοποθέτηση), Κλινική Άσκηση, Καλλιτεχνικό Εργαστήριο, Διαδραστική διδασκαλία, Εκπαιδευτικές επισκέψεις, Εκπόνηση μελέτης (project), Συγγραφή εργασίας / εργασιών, Καλλιτεχνική δημιουργία, κ.λπ.</i> <i>Αναγράφονται οι ώρες μελέτης του φοιτητή για κάθε μαθησιακή δραστηριότητα καθώς και οι ώρες μη καθοδηγούμενης μελέτης ώστε ο συνολικός φόρτος εργασίας σε επίπεδο εξαμήνου να αντιστοιχεί στα standards του ECTS</i>	Lectures 13 weeks * 4 hours	52 hours
	Self-study 13 weeks * 3 hours	39 hours
	Projects 2 projects * 15 hours	30 hours
	Programming sessions 2 sessions * 2 hours	4 hours
	OVERALL:	125
STUDENT ASSESSMENT:	Student assessment is performed on the basis of 1. A final written exam weighting 80% on the final grade 2. Two term projects weighting 20% on the final grade The assessment criteria are described on the course webpage. The final exam comprises problem solving questions and short answer questions with the objective of assessing the student critical skills.	

5. TEXTBOOKS – BIBLIOGRAPHY

-Recommended :

1. Papadrakakis M. and Sapountzakis E.J. (2017) Matrix Methods for Advanced Structural Analysis, Butterworth – Heinemann, Elsevier, ISBN 978-0-12-811708-8.
2. Παπαδρακάκης Μ. Σαπουντζάκης Ε. (2015). Ανάλυση Ραβδωτών Φορέων με Μητρωϊκές Μεθόδους – Μέθοδος Άμεσης Στιβαρότητας, Τσότρας.
3. Κωμοδρόμος Π. (2009). Ανάλυση Κατασκευών, Παπασωτηρίου.

-Relevant scientific journals:

Journal of Engineering Mechanics, ASCE

Journal of Structural Engineering, ASCE

Journal of Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Wiley