

COURSE DESCRIPTION

1. GENERAL INFORMATION

SCHOOL	CIVIL ENGINEERING		
DEPARTMENT			
EDUCATION LEVEL	UNDERGRADUATE		
COURSE CODE	1064	SEMESTER	9
COURSE TITLE	NONLINEAR BEHAVIOR OF STEEL STRUCTURES		
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 τις εβδομαδιαίες ώρες διδασκαλίας και το σύνολο των διδακτικών μονάδων / ECTS</i>	HOURS	ECTS CREDITS	
	3	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>	ELECTIVE		
PREREQUISITE KNOWLEDGE:			
COURSE AND EXAMS LANGUAGE:	GREEK		
COURSE OFFERED TO ERASMUS STUDENTS:	No, because attendance is impossible without knowledge of the Greek language.		
COURSE WEBSITE (URL):	https://helios.ntua.gr/course/view.php?id=1554		

2. LEARNING OBJECTIVES

<p>Learning Objectives</p> <p><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></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 • Περιληπτικός Οδηγός συγγραφής Μαθησιακών Αποτελεσμάτων
<p>After successfully attending the course, students:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Will have acquired appropriate knowledge so that: <ul style="list-style-type: none"> o They understand the concept of non-linear behavior and the sub-cases of geometry and material nonlinearity. o They understand the importance of initial imperfections. o They recognize cases where non-linear behavior is important and must be considered in design. o They understand the theoretical background of the design regulations for steel structures where non-linearity is taken into account to determine the design strength. - They will have acquired appropriate skills so that: <ul style="list-style-type: none"> o They can select initial imperfections for nonlinear analyzes with appropriate shape and size. o They can perform nonlinear analyses with initial imperfections using the finite element method. o They can evaluate the results of such analyses. - They will have acquired appropriate competences so that: <ul style="list-style-type: none"> o They can design steel structural elements with complex geometry and/or variable cross-section along their length, as well as steel structures with non-conventional geometry, through non-linear finite element analyses.

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

- Search, analysis and synthesis of data and information, using the necessary technologies
- Adaptation to new situations
- Decision making
- Autonomous work
- Teamwork
- Work in an international environment
- Work in an interdisciplinary environment
- Generating new research ideas
- Project planning and management
- Respect for the natural environment
- Demonstrating social, professional and ethical responsibility and sensitivity to gender issues
- Exercise criticism and self-criticism
- Promotion of free, creative and inductive thinking

3. COURSE DESCRIPTION

Introduction

Objectives and organization of the course, prerequisites of linear behavior, basic concepts of nonlinear behavior, types of nonlinear behavior, material nonlinearity, geometric nonlinearity, interaction of nonlinearities, influence of imperfections, examples of nonlinear behavior (cylindrical shell in compression, bar in compression, von Mises triangular truss, lattice triangular arch), recapitulation of forms of non-linear behavior, importance of imperfections and types of analysis.

Material nonlinearity

Constitutive behavior of steel (real – idealized), complex stress-state, failure criteria, elastoplastic behavior of cross-section under pure bending, the concept of plastic hinge, elastoplastic behavior of cross-section under compression and bending, elastoplastic behavior of rectangular cross-section under shear and bending, elastoplastic behavior of a simply-supported beam, fixed beam, continuous 2-span beam, hinged frame, fixed frame.

Geometric nonlinearity – 1-DOF systems

Concept of geometry nonlinearity, linear and nonlinear buckling theory, equilibrium or Euler method, energy method (equilibrium and stability criteria), dynamic method (phase diagram, constrained and unconstrained motion, correlation of eigenfrequencies and stability, influence of initial conditions, influence of damping), examples of perfect and imperfect 1-DOF systems that fail through a symmetric stable, symmetric unstable or asymmetric bifurcation point, or through a limit point, proposed methods of analysis of such systems, influence of imperfections, correlation with real structures.

Geometric nonlinearity – Multi-DOF systems

Equilibrium or Euler method, energy method, dynamic method, linear and non-linear theory, buckling modes, influence of the shape and size of initial imperfections, interaction of buckling modes, effect of critical load ratio and initial imperfection ratio on the nonlinear response.

Numerical solution of nonlinear problems

Peculiarities of finite element method for nonlinear problems, techniques for solving the nonlinear system of equations, numerical algorithms for solving nonlinear problems, application of step loads, Newton-Raphson method, modified Newton-Raphson method, convergence criteria, analysis method selection criteria, number of steps, number of iterations, convergence limits, load/displacement control, arc-length methods, finite element software applications, von Mises truss, elastic and inelastic buckling of compression bars, buckling of frames, cylindrical shell under transverse load, compression plate with and without ribs, local buckling.

Design of steel structures through non-linear analyses

Design methodology of steel structures through non-linear numerical analyses, provisions of the new Eurocode 3 edition for alternative design methods, choice of material law, choice of shape and size of initial imperfections.

Applications from research

Nonlinear behavior of in-plane arches and their design methodology, local buckling of wind turbine towers in the manhole area and strengthening design, interaction of global buckling, local buckling and yielding in composite columns, wind turbine tower connections.

Applications from practice

Design of beams of variable cross-section at the Panathinaikos stadium in Votanikos, design of pylons and main roof structures of Aristotle High School Hangar, underground oil pipeline Thessaloniki - Skopje at intersections with active seismic faults, design of cladding and dome of Oval building.

4. TEACHING METHODS – STUDENT ASSESSMENT

TEACHING METHODS: <i>Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξαποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.</i>	The course is delivered face-to-face, with a continuous flow of theory and applications, using projected PowerPoint presentations as well as using a traditional chalkboard.	
TEACHING MEDIA: <i>Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία με τους φοιτητές</i>	PowerPoint presentations are used. All course material is posted on the course website. Included are PowerPoint presentations, course teaching notes, articles from international literature and past exam papers. Teachers communicate with students via e-mail sent to all registered students via the course website. Communication with individual students for guidance and resolution of questions regarding the course or their individual term projects is also done via e-mail.	
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>	Lectures and applications
<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>	Term-project in small groups	45
	Home study	41
	OVERALL:	125

<p style="text-align: center;">STUDENT ASSESSMENT:</p> <p><i>Περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης</i></p> <p><i>Γλώσσα Αξιολόγησης, Μέθοδοι αξιολόγησης, Διαμορφωτική ή Συμπερασματική, Δοκιμασία Πολλαπλής Επιλογής, Ερωτήσεις Σύντομης Απάντησης, Ερωτήσεις Ανάπτυξης Δοκιμίων, Επίλυση Προβλημάτων, Γραπτή Εργασία, Έκθεση / Αναφορά, Προφορική Εξέταση, Δημόσια Παρουσίαση, Εργαστηριακή Εργασία, Κλινική Εξέταση Ασθενούς, Καλλιτεχνική Ερμηνεία, Άλλη / Άλλες</i></p> <p><i>Αναφέρονται ρητά προσδιορισμένα κριτήρια αξιολόγησης και εάν και που είναι προσβάσιμα από τους φοιτητές.</i></p>	<p>The evaluation language is Greek.</p> <p>The examination procedures include preparation of a term project in small groups and a final examination.</p> <p>The subject of the term project can be bibliographic, computational or design. After choosing their topic, the students are provided with initial bibliography and instructions from the lecturers, with whom they are then in collaboration to solve questions that arise during the preparation. During the last week of classes, each student delivers a technical report (10 to 20 pages) and makes a 15-minute oral presentation to the class using PowerPoint.</p> <p>The final exam includes qualitative questions of a synthetic nature.</p> <p>The final grade of the course, with a maximum of 10, results from the final exam (with a weight of 50%) and from the term project (with a weight of 50%).</p> <p>These criteria are listed on the course website.</p>
--	--

5. TEXTBOOKS – BIBLIOGRAPHY

<p>- <i>Suggested Bibliography:</i></p> <p>G.J. Gantes, "Nonlinear Behavior of Structures - Emphasis on Steel Structures", Greek Academic Electronic Books and Aids, 2016.</p> <p>A.N. Kounadis, Introduction to the Non-Linear Theory of Elastic Stability.</p> <p>A.N. Kounadis, Linear Theory of Elastic Stability.</p> <p>- <i>Related scientific journals:</i></p> <p>Journal of Constructional Steel Research, International Journal of Steel Structures, International Journal of Non-Linear Mechanics, Engineering Structures, Structures, Thin-Walled Structures, A.S.C.E. Journal of Structural Engineering, A.S.C.E. Journal of Engineering Mechanics, Structural Engineering and Mechanics, Structure and Infrastructure Engineering, Structural Engineering International, International Journal of Space Structures, Journal of the International Association for Shell and Spatial Structures, Computers & Structures.</p>
