

ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

1. ΓΕΝΙΚΑ

ΣΧΟΛΗ	ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ		
ΤΜΗΜΑ			
ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	Προπτυχιακό		
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	1064	ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	9
ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	ΜΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ		
ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ <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 αναγράφονται εβδομαδιαίες ώρες διδασκαλίας και το σύνολο των διδακτικών μονάδων / ECTS</i>		ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ / ECTS
		3	5
<i>Προσθέστε σειρές αν χρειαστεί. Η οργάνωση διδασκαλίας και οι διδακτικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται περιγράφονται αναλυτικά στο 4.</i>			
ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ : <i>Γενικού Υποβάθρου, Ειδικού Υποβάθρου, Ειδικότητας</i>	ΚΑΤ' ΕΚΛΟΓΗΝ ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΟ		
ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ :			
ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ :	Ελληνική		
ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS :	Όχι, διότι η παρακολούθηση είναι αδύνατη χωρίς γνώση της ελληνικής γλώσσας.		
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL) :	https://helios.ntua.gr/course/view.php?id=1554		

2. ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μαθησιακά Αποτελέσματα <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 - Περιληπτικός Οδηγός συγγραφής Μαθησιακών Αποτελεσμάτων
Μετά την επιτυχή παρακολούθηση του μαθήματος οι φοιτητές: - Θα έχουν αποκτήσει κατάλληλες γνώσεις, ώστε: - ο Να αντιλαμβάνονται την έννοια της μη γραμμικής συμπεριφοράς και των υποπεριπτώσεων μη γραμμικότητας γεωμετρίας και υλικού. - ο Να αντιλαμβάνονται την σημασία των αρχικών ατελειών. - ο Να αναγνωρίζουν περιπτώσεις στις οποίες η μη γραμμική συμπεριφορά είναι σημαντική και πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στον σχεδιασμό. - ο Να αντιλαμβάνονται το θεωρητικό υπόβαθρο των κανονισμών σχεδιασμού μεταλλικών κατασκευών όπου η μη γραμμικότητα λαμβάνεται υπόψη για τον προσδιορισμό της αντοχής σχεδιασμού. - Θα έχουν αποκτήσει κατάλληλες δεξιότητες, ώστε: - ο Να επιλέγουν αρχικές ατέλειες για μη γραμμικές αναλύσεις με κατάλληλο σχήμα και μέγεθος. - ο Να εκτελούν μη γραμμικές αναλύσεις με αρχικές ατέλειες με τη μέθοδο πεπερασμένων στοιχείων. - ο Να αξιολογούν τα αποτελέσματα τέτοιων αναλύσεων. - Θα έχουν αποκτήσει κατάλληλες ικανότητες, ώστε: - ο Να σχεδιάζουν μεταλλικά δομικά στοιχεία σύνθετης γεωμετρίας και/ή μεταβαλλόμενης διατομής κατά μήκος τους, καθώς και μεταλλικές κατασκευές με μη συμβατική γεωμετρία, μέσω μη γραμμικών αναλύσεων πεπερασμένων στοιχείων.

Γενικές Ικανότητες

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

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 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

3. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Εισαγωγή

Στόχοι και διαδικαστικά θέματα του μαθήματος, προϋποθέσεις γραμμικής συμπεριφοράς, βασικές έννοιες μη γραμμικής συμπεριφοράς, είδη μη γραμμικής συμπεριφοράς, μη γραμμικότητα υλικού, μη γραμμικότητα γεωμετρίας, αλληλεπίδραση μη γραμμικοτήτων, επιρροή ατελειών, παραδείγματα μη γραμμικής συμπεριφοράς (θλιβόμενο κυλινδρικό κέλυφος, αμφιαρθρωτή θλιβόμενης ράβδος, τριγωνικό δικτύωμα von Mises, δικτυωτή τριγωνική αψίδα), ανακεφαλαίωση μορφών μη γραμμικής συμπεριφοράς, σημασίας ατελειών και τύπων ανάλυσης.

Μη γραμμικότητα υλικού

Καταστατική συμπεριφορά χάλυβα (πραγματική – εξιδανικευμένη), σύνθετη καταπόνηση, κριτήρια αστοχίας, ελαστοπλαστική συμπεριφορά διατομής υπό καθαρή κάμψη, η έννοια της πλαστικής άρθρωσης, ελαστοπλαστική συμπεριφορά διατομής υπό θλίψη και κάμψη, ελαστοπλαστική συμπεριφορά ορθογωνικής διατομής υπό διάτμηση και κάμψη, ελαστοπλαστική συμπεριφορά αμφιέρεστης δοκού, αμφίπακτης δοκού, συνεχούς δοκού 2 ανοιγμάτων, αμφιαρθρωτού πλαισίου, αμφίπακτου πλαισίου.

Γεωμετρική μη γραμμικότητα – Μονοβάθμια συστήματα

Έννοια της μη γραμμικότητας γεωμετρίας, γραμμική και μη γραμμική θεωρία λυγισμού, μέθοδος ισορροπίας ή Euler, ενεργειακή μέθοδος (κριτήρια ισορροπίας και ευστάθειας), δυναμική μέθοδος (διάγραμμα φάσεων, φραγμένη και μη φραγμένη κίνηση, συσχετισμός ιδιοσυχνοτήτων και ευστάθειας, επιρροή αρχικών συνθηκών, επιρροή απόσβεσης), παραδείγματα τέλειων και ατελών μονοβάθμιων συστημάτων που αστοχούν μέσω συμμετρικού ευσταθούς, συμμετρικού ασταθούς ή ασύμμετρου σημείου διακλάδωσης, ή μέσω οριακού σημείου, προτεινόμενες μέθοδοι ανάλυσης τέτοιων στατικών συστημάτων, επιρροή ατελειών, συσχέτιση με πραγματικούς φορείς.

Γεωμετρική μη γραμμικότητα – Πολυβάθμια συστήματα

Μέθοδος ισορροπίας ή Euler, ενεργειακή μέθοδος, δυναμική μέθοδος, γραμμική και μη γραμμική θεωρία, ιδιομορφές λυγισμού, επιρροή του σχήματος και μεγέθους των αρχικών ατελειών, αλληλεπίδραση μορφών λυγισμού, επίδραση λόγου κρίσιμων φορτίων και λόγου αρχικών ατελειών στη μη γραμμική απόκριση.

Αριθμητική επίλυση μη γραμμικών προβλημάτων

Ιδιαιτερότητες μεθόδου πεπερασμένων στοιχείων για μη γραμμικά προβλήματα, τεχνικές επίλυσης του μη γραμμικού συστήματος εξισώσεων, αριθμητικοί αλγόριθμοι επίλυσης μη γραμμικών προβλημάτων, άσκηση των φορτίων κατά βήματα, μέθοδος Newton-Raphson, τροποποιημένη μέθοδος Newton-Raphson, κριτήρια σύγκλισης, κριτήρια επιλογής μεθόδου ανάλυσης, πλήθους βημάτων, πλήθους επαναλήψεων, ορίων σύγκλισης, έλεγχος φορτίου/μετατόπισης, μέθοδοι τύπου arc-length, εφαρμογές σε λογισμικό πεπερασμένων στοιχείων, δικτύωμα von Mises, ελαστικός και ανελαστικός λυγισμός θλιβόμενων ράβδων, λυγισμός πλαισίων, κυλινδρικό κέλυφος υπό εγκάρσιο φορτίο, θλιβόμενη πλάκα με και χωρίς νευρώσεις, τοπικός λυγισμός.

Σχεδιασμός μεταλλικών κατασκευών μέσω μη γραμμικών αναλύσεων

Μεθοδολογία σχεδιασμού μεταλλικών κατασκευών μέσω μη γραμμικών αριθμητικών αναλύσεων, διατάξεις νέας έκδοσης Ευρωκώδικα 3 για τις εναλλακτικές μεθόδους σχεδιασμού, επιλογή νόμου υλικού, επιλογή σχήματος και μεγέθους αρχικών ατελειών.

Εφαρμογές από την έρευνα

Μη γραμμική συμπεριφορά τόξων εντός επιπέδου και μεθοδολογία σχεδιασμού τους, τοπικός λυγισμός πυλώνων ανεμογεννητριών στην περιοχή της οπής ανθρωποθυρίδας και σχεδιασμός της ενίσχυσης, αλληλεπίδραση καθολικού λυγισμού, τοπικού λυγισμού και διαρροής σε σύνθετα υποστυλώματα, συνδέσεις πυλώνων ανεμογεννητριών.

Εφαρμογές από την πράξη

Σχεδιασμός δοκών μεταβλητής διατομής στο γήπεδο του Παναθηναϊκού στο Βοτανικό, σχεδιασμός πυλώνων και κύριων φορέων στεγάστρου Λυκείου Αριστοτέλη, υπόγειος αγωγός πετρελαίου Θεσσαλονίκη – Σκόπια σε θέσεις διασταύρωσης με ενεργά σεισμικά ρήγματα, σχεδιασμός πλαγιοκάλυψης και θόλου κτιρίου Oval.

4. ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ : <i>Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξαποστάσεις εκπαίδευση κ.λπ.</i>	Η παράδοση του μαθήματος γίνεται πρόσωπο με πρόσωπο, με συνεχή ροή θεωρίας και εφαρμογών, με χρήση παρουσιάσεων PowerPoint που προβάλλονται καθώς και με χρήση παραδοσιακού πίνακα με κιμωλία.	
ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ: <i>Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία με τους φοιτητές</i>	Χρησιμοποιούνται παρουσιάσεις PowerPoint. Όλο το εκπαιδευτικό υλικό του μαθήματος είναι ανηρτημένο στην ιστοσελίδα του μαθήματος. Περιλαμβάνονται οι παρουσιάσεις PowerPoint, οι διδακτικές σημειώσεις του μαθήματος, άρθρα από τη διεθνή βιβλιογραφία και παλαιά θέματα εξετάσεων. Η επικοινωνία των διδασκόντων με τους φοιτητές γίνεται μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου που αποστέλλεται σε όλους τους εγγεγραμμένους φοιτητές μέσω της ιστοσελίδας του μαθήματος. Κατά περίπτωση η επικοινωνία των διδασκόντων με μεμονωμένους φοιτητές για καθοδήγηση και επίλυση αποριών σχετικά με την εκπόνηση του θέματος του μαθήματος ή και για ατομικά τους θέματα γίνεται επίσης μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.	
ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ : <i>Περιγράφονται αναλυτικά ο τρόπος και μέθοδοι διδασκαλίας.</i>	Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου
<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>	Διαλέξεις και εφαρμογές	3 x 13 = 39
	Εκπόνηση θέματος σε ολιγομελείς ομάδες	45
	Μελέτη	41
<i>Αναγράφονται οι ώρες μελέτης του φοιτητή για κάθε μαθησιακή δραστηριότητα καθώς και οι ώρες μη καθοδηγούμενης μελέτης ώστε ο συνολικός φόρτος</i>		

εργασίας σε επίπεδο εξαμήνου να αντιστοιχεί στα standards του ECTS	Σύνολο Μαθήματος:	125
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ : <i>Περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης</i> <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> <i>Αναφέρονται ρητά προσδιορισμένα κριτήρια αξιολόγησης και εάν και που είναι προσβάσιμα από τους φοιτητές.</i>	Η γλώσσα αξιολόγησης είναι η ελληνική. Οι εξεταστικές διαδικασίες περιλαμβάνουν εκπόνηση θέματος σε ολιγομελείς ομάδες και τελική εξέταση. Το θέμα μπορεί να είναι βιβλιογραφικό, υπολογιστικό ή μελετητικό. Μετά την επιλογή του θέματός τους οι φοιτητές εφοδιάζονται με αρχική βιβλιογραφία και οδηγίες από τους διδάσκοντες, με τους οποίους είναι στη συνέχεια σε συνεργασία για επίλυση αποριών που προκύπτουν κατά την εκπόνηση. Κατά την τελευταία εβδομάδα μαθημάτων κάθε φοιτητής παραδίδει τεχνική έκθεση (10 ως 20 σελίδων) και κάνει προφορική παρουσίαση του θέματός του στην τάξη με χρήση PowerPoint, διάρκειας 15 λεπτών. Η τελική εξέταση περιλαμβάνει ποιοτικές ερωτήσεις συνθετικού χαρακτήρα. Ο τελικός βαθμός του μαθήματος, με μέγιστο το 10, προκύπτει από την τελική εξέταση (με βαρύτητα 50%) και από το θέμα (με βαρύτητα 50%). Τα κριτήρια αυτά αναγράφονται στην ιστοσελίδα του μαθήματος.	

5. ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Προτεινόμενη Βιβλιογραφία :

Χ.Ι. Γαντές, “Μη Γραμμική Συμπεριφορά των Κατασκευών – Έμφαση σε Μεταλλικές Κατασκευές”, Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα, 2016.

Α.Ν. Κουνάδης, Εισαγωγή εις την μη Γραμμική Θεωρίαν Ελαστικής Ευσταθείας.

Α.Ν. Κουνάδης, Γραμμική Θεωρία Ελαστικής Ευσταθείας.

- Συναφή επιστημονικά περιοδικά:

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.