

## ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

### (1) ΓΕΝΙΚΑ

<b>ΣΧΟΛΗ</b>	ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ		
<b>ΤΜΗΜΑ</b>	ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ		
<b>ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ</b>	ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΟ (ΕΠΙΠΕΔΟΥ 7)		
<b>ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>	<b>ΔΟ0100</b>	<b>ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ</b>	9 <sup>ο</sup>
<b>ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>	ΠΕΠΕΡΑΣΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ		
<b>ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ</b> <i>σε περίπτωση που οι πιστωτικές μονάδες απονέμονται σε διακριτά μέρη του μαθήματος π.χ. Διαλέξεις, Εργαστηριακές Ασκήσεις κ.λπ. Αν οι πιστωτικές μονάδες απονέμονται ενιαία για το σύνολο του μαθήματος αναγράψτε τις εβδομαδιαίες ώρες διδασκαλίας και το σύνολο των πιστωτικών μονάδων</i>	<b>ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ</b>	<b>ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ</b>	
	4	6	
<i>Προσθέστε σειρές αν χρειαστεί. Η οργάνωση διδασκαλίας και οι διδακτικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται περιγράφονται αναλυτικά στο (δ).</i>			
<b>ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b> <i>γενικού υποβάθρου, ειδικού υποβάθρου, ειδικευσης γενικών γνώσεων, ανάπτυξης δεξιοτήτων</i>	Ειδικευσης γενικών γνώσεων και ανάπτυξης δεξιοτήτων		
<b>ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:</b>	ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΔΙΑΦΟΡΙΚΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ, ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΑΛΓΕΒΡΑ, ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ II, ΣΤΑΤΙΚΗ III		
<b>ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:</b>	ΕΛΛΗΝΙΚΗ		
<b>ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS</b>			
<b>ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL)</b>	-		

### (2) ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### Μαθησιακά Αποτελέσματα

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

- Περιγραφή του Επιπέδου των Μαθησιακών Αποτελεσμάτων για κάθε ένα κύκλο σπουδών σύμφωνα με στο Πλαίσιο Προσόντων του Ευρωπαϊκού Χώρου Ανώτατης Εκπαίδευσης
- Περιγραφικοί Δείκτες Επιπέδων 6, 7 & 8 του Ευρωπαϊκού Πλαισίου Προσόντων Διά Βίου Μάθησης και το Παράρτημα Β
- Περιληπτικός Οδηγός συγγραφής Μαθησιακών Αποτελεσμάτων

- Διάκριση μεταξύ διακριτών και συνεχών συστημάτων.
- Προσδιορισμός των βαθμών ελευθερίας διακριτών δομικών συστημάτων.
- Περιγραφή μαθηματικών προσομοιωμάτων κατασκευών πολιτικού μηχανικού μέσω της μόρφωσης προβλημάτων συνοριακών και αρχικών τιμών.
- Μαθηματική περιγραφή προσομοιωμάτων κατασκευών πολιτικού μηχανικού μέσω ολοκληρωματικών εκφράσεων και εφαρμογή της Αρχής των Δυνατών Έργων.
- Εφαρμογή της Μεθόδου των Πεπερασμένων Στοιχείων για την αριθμητική διακριτοποίηση και προσεγγιστική επίλυση προβλημάτων συνοριακών τιμών.
- Υπολογισμός των συναρτήσεων σχήματος και μητρώων δυσκαμψίας διάφορων πεπερασμένων στοιχείων.

- Δημιουργία ισοπαραμετρικών πεπερασμένων στοιχείων για τον υπολογισμό κατασκευών με αυθαίρετη και πολύπλοκη γεωμετρία.
- Εφαρμογή αριθμητικής ολοκλήρωσης για τον προσδιορισμό του μητρώου δυσκαμψίας ισοπαραμετρικών πεπερασμένων στοιχείων.
- Διάκριση της συμπεριφοράς και του είδους των πεπερασμένων στοιχείων που χρησιμοποιούνται για την προσομοίωση συνήθων κατασκευών (πλάκες, πλαίσια, δοκοί, κελύφη κτλ.)
- Υπολογισμός του εντατικού και παραμορφωσιακού πεδίου μέσω αριθμητικής προσομοίωσης διαφόρων συνήθων κατασκευών.
- Αξιολόγηση της ποιότητας της προσεγγιστικής λύσης μέσω της σύγκρισης της με αναλυτικές ή και πειραματικές λύσεις.

### 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	Σχεδιασμός και διαχείριση έργων
Προσαρμογή σε νέες καταστάσεις	Σεβασμός στη διαφορετικότητα και στην πολυπολιτισμικότητα
Λήψη αποφάσεων	Σεβασμός στο φυσικό περιβάλλον
Αυτόνομη εργασία	Επίδειξη κοινωνικής, επαγγελματικής και ηθικής υπευθυνότητας και ευαισθησίας σε θέματα φύλου
Ομαδική εργασία	Άσκηση κριτικής και αυτοκριτικής
Εργασία σε διεθνές περιβάλλον	Προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης
Εργασία σε διεπιστημονικό περιβάλλον	.....
Παράγωγή νέων ερευνητικών ιδεών	Άλλες...
	.....

Το μάθημα αποσκοπεί στην εκμάθηση της μεθόδου των πεπερασμένων στοιχείων που πρακτικά αποτελεί την κυρίαρχη μέθοδο επίλυσης των κατασκευών στη σημερινή εποχή με την χρήση Η/Υ. Έμφαση δίνεται στους τρόπους προσομοίωσης πραγματικών φυσικών προβλημάτων με τη μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων τόσο σε θεωρητικό επίπεδο όσο και πρακτικά με την χρήση εμπορικού προχωρημένου λογισμικού. Μέσω του μαθήματος προάγεται η κριτική σκέψη τόσο για την αξιολόγηση του πλαισίου των παραδοχών που πρέπει να γίνουν για την επίλυση ενός πραγματικού προβλήματος όσο και για την αξιολόγηση της ορθότητας και των ορίων εφαρμοσιμότητας των παραγόμενων αποτελεσμάτων.

### (3) ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Εισαγωγή στη Μέθοδο των Πεπερασμένων Στοιχείων-Μονοδιάστατα Προβλήματα: Η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων ως αριθμητική μέθοδος επίλυσης Διαφορικών Εξισώσεων. Ασθενής και Ισχυρή μορφή Προβλημάτων Συνοριακών Τιμών. Συνοριακές συνθήκες Dirichlet και Neumann. Δοκιμαστικές συναρτήσεις (trial functions). Συνέχεια δοκιμαστικών συναρτήσεων. Διακριτοποίηση μονοδιάστατων προβλημάτων συνοριακών τιμών σε πεπερασμένα στοιχεία και κόμβους. Συναρτήσεις σχήματος (shape functions). Αξονικός εφελκυσμός ράβδου. Μετάδοση θερμότητας σε ράβδο. Αναλυτική και προσεγγιστική επίλυση των προβλημάτων. Σύγκριση των λύσεων. Η σημασία του πλήθους των πεπερασμένων στοιχείων και του είδους των συναρτήσεων σχήματος στην ποιότητα της αριθμητικής προσεγγιστικής λύσης. Συναρτήσεις σχήματος ανωτέρας τάξης.

Η μέθοδος των Πεπερασμένων Στοιχείων για την επίλυση του προβλήματος της Ελαστικότητας: Το συνοριακό πρόβλημα τιμών των Φορέων στα πλαίσια της Θεωρίας Ελαστικότητας. Η Αρχή των Δυνατών Έργων ως ασθενής μορφή του προβλήματος. Διακριτοποίηση του προβλήματος και αναγωγή του σε επίλυση του αλγεβρικού συστήματος  $KU=P$ . Εισαγωγή στα είδη των πεπερασμένων στοιχείων ανάλογα με την συμπεριφορά των φορέων και το είδος της αριθμητικής προσομοίωσης. Λίγα λόγια για την προσομοίωση κατασκευών Πολιτικού Μηχανικού.

Ραβδωτά πεπερασμένα στοιχεία: Δισδιάστατα πεπερασμένα στοιχεία δικτύωματος για την επίλυση δικτυωτών φορέων. Δισδιάστατα πεπερασμένα στοιχεία δοκού για την επίλυση πλαίσιακών φορέων.

Επιφανειακά στοιχεία επίπεδης έντασης-επίπεδης παραμόρφωσης: Τετρακομβικά επιφανειακά

πεπερασμένα στοιχεία γραμμικών συναρτήσεων σχήματος για την επίλυση προβλημάτων επίπεδης έντασης-επίπεδης παραμόρφωσης.

**Η ισοπαραμετρική Θεώρηση:** Η ανάγκη για ισοπαραμετρική μόρφωση. Το φυσικό σύστημα και η 1-1 απεικόνιση των συντεταγμένων του προβλήματος. Το ιακωβιανό μητρώο του μετασχηματισμού. Ισοπαραμετρικά στοιχεία επίπεδης έντασης-επίπεδης παραμόρφωσης. Αριθμητική ολοκλήρωση (Μέθοδος Gauss) για την εύρεση του μητρώου δυσκαμψίας των ισοπαραμετρικών πεπερασμένων στοιχείων. Το φαινόμενο hourglass (hourglass effect).

**Αριθμητική προσομοίωση κατασκευών από σκυρόδεμα:** Προσομοίωση κατασκευών από σκυρόδεμα σε προχωρημένο λογισμικό πεπερασμένων στοιχείων. Αριθμητική κάμψη οπλισμένης επίπεδης δοκού και προσομοίωση της με στοιχεία επίπεδης έντασης (σκυρόδεμα) και στοιχεία δικτύματος (οπλισμοί). Προσομοίωση των καταστατικών νόμων υλικών. Προσομοίωση των συνοριακών συνθηκών. Χρήση ισοπαραμετρικών στοιχείων. Προσομοίωση των φορτίσεων. Μη γραμμική στατική ανάλυση για την εύρεση του οριακού φορτίου. Σύγκριση της λύσης με αναλυτικές λύσεις.

**Αριθμητική προσομοίωση μεταλλικών κατασκευών:** Προσομοίωση μεταλλικών κατασκευών με πεπερασμένα στοιχεία κελύφους σε προχωρημένο λογισμικό πεπερασμένων στοιχείων. Ελαστοπλαστική κάμψη προβόλου από διατομή διπλού ταυ. Εύρεση του οριακού πλαστικού φορτίου και του ελαστοπλαστικού εντατικού και παραμορφωσιακού πεδίου. Αξονικός καμπτικός λυγισμός στύλου από ορθογωνική μεταλλική κοιλοδοκό. Προσομοίωση του προβλήματος ευστάθειας. Συνοριακές συνθήκες και κινηματικές εξαρτήσεις. Αριθμητική επίλυση του προβλήματος ιδιοτιμών λυγισμού και εύρεση του οριακού φορτίου με την εφαρμογή γεωμετρικής μη γραμμικής ανάλυσης.

#### (4) ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

<p><b>ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ</b> Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξ αποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.</p> <p><b>ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ</b> Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία με τους φοιτητές</p> <p><b>ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ</b> Περιγράφονται αναλυτικά ο τρόπος και μέθοδοι διδασκαλίας. Διαλέξεις, Σεμινάρια, Εργαστηριακή Άσκηση, Άσκηση Πεδίου, Μελέτη &amp; ανάλυση βιβλιογραφίας, Φροντιστήριο, Πρακτική (Τοποθέτηση), Κλινική Άσκηση, Καλλιτεχνικό Εργαστήριο, Διαδραστική διδασκαλία, Εκπαιδευτικές επισκέψεις, Εκπόνηση μελέτης (project), Συγγραφή εργασίας / εργασιών, Καλλιτεχνική δημιουργία, κ.λπ.</p> <p>Αναγράφονται οι ώρες μελέτης του φοιτητή για κάθε μαθησιακή δραστηριότητα καθώς και οι ώρες μη καθοδηγούμενης μελέτης σύμφωνα με τις αρχές του ECTS</p>	Πρόσωπο με πρόσωπο																			
	<p><b>Χρήση προχωρημένου λογισμικού ανάλυσης κατασκευών με πεπερασμένα στοιχεία – MARCMSC. Mentat</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Δραστηριότητα</th> <th>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ώρες διδασκαλίας</td> <td>56 ώρες</td> </tr> <tr> <td>Μελέτη ύλης διαλέξεων</td> <td>25 ώρες</td> </tr> <tr> <td>Μη καθοδηγούμενη μελέτη</td> <td>56 ώρες</td> </tr> <tr> <td>Προετοιμασία για εξετάσεις</td> <td>30 ώρες</td> </tr> <tr> <td>Εξετάσεις-προφορικές</td> <td>3-4 ώρες</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Σύνολο Μαθήματος</td> <td>170 ώρες</td> </tr> </tbody> </table>	Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου	Ώρες διδασκαλίας	56 ώρες	Μελέτη ύλης διαλέξεων	25 ώρες	Μη καθοδηγούμενη μελέτη	56 ώρες	Προετοιμασία για εξετάσεις	30 ώρες	Εξετάσεις-προφορικές	3-4 ώρες							Σύνολο Μαθήματος
Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου																			
Ώρες διδασκαλίας	56 ώρες																			
Μελέτη ύλης διαλέξεων	25 ώρες																			
Μη καθοδηγούμενη μελέτη	56 ώρες																			
Προετοιμασία για εξετάσεις	30 ώρες																			
Εξετάσεις-προφορικές	3-4 ώρες																			
Σύνολο Μαθήματος	170 ώρες																			
<p><b>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ</b> Περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης</p> <p>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,</p>	<p>Γλώσσα αξιολόγησης: Ελληνικά</p> <p>Η αξιολόγηση πραγματοποιείται μέσω υποχρεωτικών σειρών ασκήσεων που καλύπτουν όλες τις ενότητες της διδαχθείσας ύλης (όπως παρατίθεται ανωτέρω).</p> <p>Η αξιολόγηση περιλαμβάνει:</p>																			

Κλινική Εξέταση Ασθενούς, Καλλιτεχνική Ερμηνεία, Άλλη / Άλλες

Αναφέρονται ρητά προσδιορισμένα κριτήρια αξιολόγησης και εάν και που είναι προσβάσιμα από τους φοιτητές.

- Ασκήσεις και προφορική εξέταση (100% του τελικού βαθμού).

Κριτήρια αξιολόγησης (αφορούν τις ασκήσεις και την προφορική εξέταση):

Αξιολογείται το κατά πόσο ο εξεταζόμενος έχει την ικανότητα:

- Να κατανοεί τι είναι η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων και πως υλοποιείται, τόσο με υπολογισμούς στο χέρι (για απλές εφαρμογές) όσο και με την χρήση Η/Υ.
- Να χρησιμοποιεί τα σωστά πεπερασμένα στοιχεία για την εκάστοτε περίπτωση που καλείται να μελετήσει.
- Να προσομοιώνει ορθά την γεωμετρία της κατασκευής, την καταστατική συμπεριφορά των υλικών, καθώς και τις συνοριακές συνθήκες φόρτισης και στήριξης.
- Να εκτιμά σωστά το πλαίσιο των παραδοχών μέσα στο οποίο θα είναι αποδεκτή η προσεγγιστική λύση που θα δώσει.
- Να ελέγχει την ορθότητα των αποτελεσμάτων του και να γνωρίζει τρόπους βελτίωσης τους.

Τα κριτήρια αξιολόγησης αναλύονται στην τάξη τόσο κατά την έναρξη του εξαμήνου όσο και κατά την διάρκεια του.

## (5) ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Προτεινόμενη Βιβλιογραφία:

Χ.Γ. Προβατίδης «Πεπερασμένα Στοιχεία στην Ανάλυση Κατασκευών», Εκδόσεις Τζιόλα, 2017 (ISBN 978-960-418-676-1).

Μ. Παπαδρακάκης «Ανάλυση Φορέων με Πεπερασμένα Στοιχεία», Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 2001, (ISBN 960-7510-94-1).

J. Fish, T. Belytschko «A first course in finite elements», John Wiley and Sons, 2007.

K. J. Bathe «Finite element procedures», Prentice Hall, 1996.

- Συναφή επιστημονικά περιοδικά: