



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ»**



M2.2

**Επικαιροποιημένος Εσωτερικός Κανονισμός Λειτουργίας του ΠΜΣ,
σύμφωνα με τον Ν. 4957/2022**

Ακαδημαϊκή Μονάδα: Σχολή Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ

Ο παρών επικαιροποιημένος, σύμφωνα με τις διατάξεις του ν. 4957/2022, Εσωτερικός Κανονισμός Λειτουργίας του ΔΠΜΣ «Υπολογιστική Μηχανική» έλαβε έγκριση από:

- την ΕΠΣ του ΔΠΜΣ «Υπολογιστική Μηχανική»: συνεδρίαση 18.12.2023, θέμα 1ο
- τη Γενική Συνέλευση της Σχολής ΧΜ ΕΜΠ: συνεδρίαση 20.12.2023
- τη Σύγκλητο του ΕΜΠ: 1^η/2024 συνεδρίαση, θέμα 4ο

Είναι δημοσιοποιημένος:

<https://compmech.chemeng.ntua.gr/wp-content/uploads/2024/01/m-2-2.pdf>

**ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΟΥ ΕΘΝΙΚΟΥ ΜΕΤΣΟΒΙΟΥ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ ΜΕ ΤΙΤΛΟ «ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ
(COMPUTATIONAL MECHANICS)»**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Α: ΓΕΝΙΚΟΙ ΟΡΟΙ

Άρθρο 1

«Σκοπός των ΔΠΜΣ»

Με αφετηρία τη διακεκριμένη θέση που κατέχει στο διεθνή χώρο ως έγκριτο δημόσιο πανεπιστήμιο, το οποίο προάγει τις επιστήμες και την τεχνολογία, το ΕΜΠ οργανώνει και λειτουργεί Διατμηματικά ή Διιδρυματικά Προγράμματα Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΠΜΣ) ώστε να προάγεται η διεπιστημονικότητα. Τα ΔΠΜΣ του ΕΜΠ οδηγούν στην απόκτηση Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΜΣ).

Το ΔΜΣ ισοδυναμεί, κατ' αναλογία με τη διάρκειά του, προς 90 πιστωτικές μονάδες για τα ΔΠΜΣ διάρκειας τριών (3) ακαδημαϊκών εξαμήνων ή 120 πιστωτικές μονάδες (ECTS) για τα ΔΠΜΣ διάρκειας τεσσάρων (4) ακαδημαϊκών εξαμήνων.

Το ΔΜΣ είναι τίτλος ειδίκευσης, είναι ισότιμο προς πτυχίο *Master of Science* και αποτελεί δεύτερο μεταπτυχιακό τίτλο για τους διπλωματούχους ενιαίων αδιάσπαστων 5ετών σπουδών, όπως οι μηχανικοί. Το ΔΜΣ αποδεικνύει γνώση στη συγκεκριμένη διεπιστημονική γνωστική περιοχή κάθε ΔΠΜΣ. Η απόκτηση ΔΜΣ δεν συνεπάγεται την απόκτηση του βασικού Διπλώματος του ΕΜΠ.

Στόχοι των ΔΠΜΣ του ΕΜΠ είναι η ανταπόκριση στις τρέχουσες και μελλοντικές αναπτυξιακές ανάγκες, αλλά και στις τεκμηριωμένες ερευνητικές επιλογές, η συνεκτικότητα και το επιστημονικό βάθος, καθώς και η διατήρηση και ενίσχυση της ποιότητας και της διεθνούς αναγνώρισης των χορηγούμενων από το ΕΜΠ τίτλων σπουδών.

Κάθε ΔΠΜΣ του Ιδρύματος:

α) υπηρετεί τους στόχους και τις στρατηγικές επιλογές του Ιδρύματος για τις παρεχόμενες από αυτό μεταπτυχιακές σπουδές υψηλής στάθμης,

β) διατηρεί την αρχή της διεπιστημονικότητας και διατμηματικότητας των ΠΜΣ του ΕΜΠ, τα οποία οδηγούν στην απόκτηση Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΜΣ),

γ) εμπίπτει στο γνωστικό πεδίο της Σχολής ή των Σχολών από τις οποίες προσφέρεται, και

δ) δεν έχει σημαντικές επικαλύψεις με υπάρχοντα προγράμματα/ υπάρχουσες κατευθύνσεις μεταπτυχιακών σπουδών του ΕΜΠ ή με δράσεις που στοχεύουν στην επαγγελματική κατάρτιση ή τη δια βίου μάθηση.

Άρθρο 2

«Αρμόδια όργανα/διοίκηση προγραμμάτων μεταπτυχιακών σπουδών»

Αρμόδια όργανα που διέπουν την ίδρυση, οργάνωση, λειτουργία και διαχείριση των ΔΠΜΣ, σύμφωνα με το άρθρο 81 παρ. 1 του ν.4957/22 είναι τα ακόλουθα:

α) Η Σύγκλητος του ΕΜΠ

β) Η Επιτροπή Προγράμματος Σπουδών (ΕΠΣ) του ΔΠΜΣ

γ) Η Συντονιστική Επιτροπή (ΣΕ) του ΔΠΜΣ

δ) Ο Διευθυντής Σπουδών του ΔΠΜΣ

α) Η **Σύγκλητος του ΕΜΠ** είναι το αρμόδιο όργανο για τα θέματα ακαδημαϊκού, διοικητικού, οργανωτικού και οικονομικού χαρακτήρα των ΔΠΜΣ και έχει τις ακόλουθες αρμοδιότητες:

- i. εγκρίνει την ίδρυση ή την τροποποίηση της απόφασης ίδρυσης του Διατμηματικού, Διδρυματικού και κοινού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΠΜΣ), καθώς και το περιεχόμενο των προγραμμάτων αυτών,
- ii. εγκρίνει ή τροποποιεί τους εσωτερικούς κανονισμούς λειτουργίας των ΠΜΣ
- iii. εγκρίνει την παράταση της χρονικής διάρκειας της λειτουργίας των ΠΜΣ
- iv. εγκρίνει τη σύναψη συνεργασιών με ιδρύματα της ημεδαπής ή αλλοδαπής ή ερευνητικά κέντρα - ινστιτούτα και τεχνολογικούς φορείς του άρθρου 13Α του ν. 4310/2014 (Α' 258) για την οργάνωση κοινών προγραμμάτων σπουδών, δεύτερου κύκλου, καθώς και τα πρωτόκολλα για ακαδημαϊκή ή ερευνητική συνεργασία με φορείς της ημεδαπής ή αλλοδαπής.
- v. συγκροτεί την Επιτροπή Μεταπτυχιακών Σπουδών του Ιδρύματος, κατόπιν πρότασης των Κοσμητειών των Σχολών του Ιδρύματος.
- vi. συγκροτεί την Επιτροπή Προγράμματος Σπουδών, σε περίπτωση διατμηματικών ή διδρυματικών ή κοινών ΠΜΣ
- vii. αποφασίζει την κατάργηση των ΔΠΜΣ που προσφέρονται από το ΕΜΠ.
- viii. ασκεί όσες αρμοδιότητες σχετικά με τα ΔΠΜΣ δεν ανατίθενται από το νόμο ειδικώς σε άλλα όργανα.

Συγκροτείται Επιτροπή Μεταπτυχιακών Σπουδών σύμφωνα με το άρθρο 79 του ν. 4957/2022.

Η **Επιτροπή Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΕΜΣ) του ΕΜΠ** έχει συμβουλευτικό προς τη Σύγκλητο χαρακτήρα και είναι αρμόδια για την εποπτεία και το γενικότερο συντονισμό των μεταπτυχιακών σπουδών του Ιδρύματος.

Η Επιτροπή αποτελείται από ένα (1) μέλος Διδακτικού Ερευνητικού Προσωπικού (Δ.Ε.Π.) από κάθε Σχολή του Α.Ε.Ι., ένα (1) μέλος που προέρχεται από τις κατηγορίες μελών Ειδικού Εκπαιδευτικού Προσωπικού (Ε.Ε.Π.), Εργαστηριακού Διδακτικού Προσωπικού (Ε.Δι.Π.), και Ειδικού Τεχνικού Εργαστηριακού Προσωπικού (Ε.Τ.Ε.Π.) του Α.Ε.Ι. και τον Αντιπρύτανη, που είναι αρμόδιος για ακαδημαϊκά θέματα, ως Πρόεδρος. Τα μέλη της Επιτροπής έχουν εμπειρία στην οργάνωση και συμμετοχή σε προγράμματα σπουδών δεύτερου κύκλου σπουδών. Η θητεία της Επιτροπής είναι δύο (2) ακαδημαϊκά έτη.

Η Επιτροπή Μεταπτυχιακών Σπουδών:

- i. υποβάλλει τη γνώμη της για την ίδρυση νέων προγραμμάτων μεταπτυχιακών σπουδών ή την τροποποίηση των ήδη λειτουργούντων προγραμμάτων μεταπτυχιακών σπουδών, μετά από αξιολόγηση των αιτημάτων των Γενικών Συνελεύσεων (ΓΣ) των Σχολών για την ίδρυση νέων προγραμμάτων μεταπτυχιακών σπουδών, των σχετικών εκθέσεων σκοπιμότητας και βιωσιμότητάς τους και την κοστολόγηση της λειτουργίας του ΠΜΣ, καθώς και τη δυνατότητα αναπομπής τους, αν η εισήγηση δεν είναι επαρκώς αιτιολογημένη ή οι συνοδευτικές εκθέσεις δεν είναι πλήρεις.
- ii. καταρτίζει σχέδιο Κανονισμού για προγράμματα δεύτερου και τρίτου κύκλου σπουδών του Ιδρύματος και το υποβάλλει στην Σύγκλητο,
- iii. εκπονεί πρότυπο σχέδιο Κανονισμού λειτουργίας προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών,
- iv. ελέγχει την τήρηση των Κανονισμών λειτουργίας των προγραμμάτων μεταπτυχιακών σπουδών,
- v. παρακολουθεί την εφαρμογή της νομοθεσίας, του Κανονισμού και των αποφάσεων των οργάνων διοίκησης του Ιδρύματος από τα προγράμματα μεταπτυχιακών σπουδών,
- vi. παρακολουθεί την εφαρμογή της διαδικασίας απαλλαγής από την υποχρέωση καταβολής τελών φοίτησης.

β) Η **Επιτροπή Προγράμματος Σπουδών (ΕΠΣ)**, η οποία στα διατμηματικά, τα διδρυματικά και κοινά ΠΜΣ ασκεί τις αρμοδιότητες της ΓΣ της Σχολής. Η ΕΠΣ αποτελείται από μέλη ΔΕΠ των συνεργαζομένων Σχολών και συγκροτείται με απόφαση Συγκλήτου του ΕΜΠ με διετή θητεία, κατόπιν εισήγησης των ΓΣ των συνεργαζομένων Σχολών ή αρμοδίων οργάνων των συνεργαζομένων φορέων σύμφωνα με όσα καθορίζονται στο Ειδικό Πρωτόκολλο Συνεργασίας του ΔΠΜΣ. Εάν στο ΔΠΜΣ συμμετέχουν και άλλοι φορείς (σύμφωνα με την παρ. 6 του άρθρου 80), μετέχει ως μέλος της Επιτροπής τουλάχιστον ένας (1) εκπρόσωπος από κάθε συνεργαζόμενο φορέα. Με απόφαση της ΕΠΣ δύναται να συγκροτείται **Συντονιστική Επιτροπή (ΣΕ)** με διετή θητεία, στην οποία μετέχουν υποχρεωτικά ο Διευθυντής του ΠΜΣ και τέσσερα από τα μέλη της ΕΠΣ.

Στην ΕΠΣ και τη ΣΕ δύναται να συμμετέχουν Ομότιμοι Καθηγητές των συνεργαζομένων Σχολών, εφόσον παρέχουν διδακτικό έργο στο ΔΠΜΣ.

Στις συνεδριάσεις της ΕΠΣ συμμετέχει το μέλος της Γραμματείας της επισπεύδουσας Σχολής το οποίο έχει αναλάβει τη γραμματειακή υποστήριξη του ΔΠΜΣ και μεριμνά για την σύνταξη του πρακτικού των συνεδριάσεων.

Με βάση τα πορίσματα των απολογισμών και των ετησίων διαδικασιών αξιολόγησης των ΔΠΜΣ του ΕΜΠ και τις εξελίξεις της επιστήμης και της τεχνολογίας, η ΕΠΣ κάθε ΔΠΜΣ αποφασίζει για όλα τα εκπαιδευτικά και ερευνητικά θέματα, με γνώμονα την προσπάθεια συνεχούς βελτίωσης του περιεχομένου, της ποιότητας σπουδών και της γενικότερης λειτουργίας και ανάπτυξης του προγράμματος.

Η ΕΠΣ ασκεί τις αρμοδιότητες σε θέματα οργάνωσης, διοίκησης και διαχείρισης του ΔΠΜΣ σύμφωνα με την παρ. 2 και 3 του άρθρου 82 (στην περίπτωση που δεν υφίσταται Συντονιστική Επιτροπή (ΣΕ)) του ν. 4957/2022, ως εξής:

- i. συγκροτεί Επιτροπές για την αξιολόγηση των αιτήσεων των υποψήφιων μεταπτυχιακών φοιτητών και εγκρίνει την εγγραφή αυτών στο ΔΠΜΣ,
- ii. αναθέτει το διδακτικό έργο στους διδάσκοντες του ΔΠΜΣ, λαμβάνοντας υπόψη τις εισηγήσεις των ΓΣ της επισπεύδουσας και κάθε συμμετέχουσας στο ΔΠΜΣ Σχολής.

- iii. εισηγείται προς τη Γενική Συνέλευση της επισπεύδουσας Σχολής την τροποποίηση της απόφασης ίδρυσης του ΔΠΜΣ, καθώς και την παράταση της διάρκειας του ΔΠΜΣ,
- iv. συγκροτεί εξεταστικές επιτροπές για την εξέταση των διπλωματικών εργασιών των μεταπτυχιακών φοιτητών και ορίζει τον επιβλέποντα ανά εργασία,
- v. διαπιστώνει την επιτυχή ολοκλήρωση της φοίτησης, προκειμένου να απονεμηθεί ο τίτλος του ΔΠΜΣ,
- vi. εγκρίνει τον απολογισμό του ΔΠΜΣ, κατόπιν εισήγησης της ΣΕ σε περίπτωση που αυτή υφίσταται.
- vii. Με απόφαση της ΕΠΣ οι αρμοδιότητες των περ. i) και iv) δύναται να μεταβιβάζονται στη ΣΕ του ΔΠΜΣ.

γ) Η ΣΕ δύναται να συγκροτείται με απόφαση της ΕΠΣ του ΔΠΜΣ με διετή θητεία. Απαρτίζεται από τον Διευθυντή του ΔΠΜΣ και τέσσερα από τα μέλη της ΕΠΣ. Η σύνθεση των μελών της ΣΕ καθορίζεται στο Ειδικό Πρωτόκολλο Συνεργασίας.

Η ΣΕ, όταν υφίσταται, σύμφωνα με την παρ. 3 του άρθρου 82, είναι αρμόδια για την παρακολούθηση και τον συντονισμό λειτουργίας του προγράμματος και ιδίως:

- i. καταρτίζει τον αρχικό ετήσιο προϋπολογισμό του ΠΜΣ και τις τροποποιήσεις του, εφόσον το ΔΠΜΣ διαθέτει πόρους σύμφωνα με το άρθρο 84 του ν. 4957/2022, και εισηγείται την έγκρισή του προς την Επιτροπή Ερευνών του Ειδικού Λογαριασμού Κονδυλίων Έρευνας (Ε.Λ.Κ.Ε.),
- ii. καταρτίζει αναλυτικό απολογισμό του ερευνητικού και εκπαιδευτικού έργου του ΔΠΜΣ, καθώς και των λοιπών δραστηριοτήτων του, με στόχο την αναβάθμιση των σπουδών, την καλύτερη αξιοποίηση του ανθρώπινου δυναμικού, τη βελτιστοποίηση των υφιστάμενων υποδομών και την κοινωνικά επωφελή χρήση των διαθέσιμων πόρων του ΔΠΜΣ, και εισηγείται την έγκρισή του προς την ΕΠΣ,
- iii. εγκρίνει τη διενέργεια δαπανών του ΔΠΜΣ,
- iv. εγκρίνει τη χορήγηση υποτροφιών, ανταποδοτικών ή μη, σύμφωνα με όσα ορίζονται στην απόφαση ίδρυσης του ΔΠΜΣ και τον Κανονισμό μεταπτυχιακών και διδακτορικών σπουδών,
- v. εισηγείται προς την ΕΠΣ την κατανομή του διδακτικού έργου, καθώς και την ανάθεση διδακτικού έργου στις κατηγορίες διδασκόντων του άρθρου 83 του ν.4957/2022,
- vi. εισηγείται προς την ΕΠΣ την πρόσκληση Επισκεπτών Καθηγητών για την κάλυψη διδακτικών αναγκών του ΔΠΜΣ,
- vii. καταρτίζει σχέδιο για την τροποποίηση του προγράμματος σπουδών, το οποίο υποβάλλει προς την ΕΠΣ,
- viii. εισηγείται προς την ΕΠΣ την ανακατανομή των μαθημάτων μεταξύ των ακαδημαϊκών εξαμήνων, καθώς και θέματα που σχετίζονται με την ποιοτική αναβάθμιση του προγράμματος σπουδών.

δ) Ο **Διευθυντής του ΔΠΜΣ**, προέρχεται από τα μέλη ΔΕΠ των συνεργαζομένων Σχολών και είναι κατά προτεραιότητα βαθμίδα Καθηγητή ή Αναπληρωτή Καθηγητή, είναι μέλος της ΕΠΣ και ορίζεται με απόφαση της ΕΠΣ για διετή θητεία, με δυνατότητα ανανέωσης χωρίς περιορισμό, σύμφωνα με όσα ορίζονται στο Ειδικό Πρωτόκολλο Συνεργασίας. Η ΕΠΣ συγκροτείται σε σώμα με επισπεύδον το αρχαιότερο μέλος της και εκλέγει τον Διευθυντή.

Ο Διευθυντής του ΔΠΜΣ έχει τις ακόλουθες αρμοδιότητες:

- i. προεδρεύει της ΕΠΣ και της ΣΕ, συντάσσει την ημερήσια διάταξη και συγκαλεί τις συνεδριάσεις της,
- ii. εισηγείται τα θέματα που αφορούν στην οργάνωση και λειτουργία του ΔΠΜΣ προς την ΕΠΣ.
- iii. εισηγείται προς τη ΣΕ και τα λοιπά όργανα του ΔΠΜΣ και του ΑΕΙ θέματα σχετικά με την αποτελεσματική λειτουργία του ΔΠΜΣ,
- iv. είναι Επιστημονικός Υπεύθυνος του προγράμματος σύμφωνα με το άρθρο 234 του ν. 4957/2022 και ασκεί τις αντίστοιχες αρμοδιότητες,
- v. παρακολουθεί την υλοποίηση των αποφάσεων των οργάνων του ΔΠΜΣ και του Εσωτερικού Κανονισμού μεταπτυχιακών και διδακτορικών προγραμμάτων σπουδών, καθώς και την παρακολούθηση εκτέλεσης του προϋπολογισμού του ΔΠΜΣ,
- vi. ασκεί οποιαδήποτε άλλη αρμοδιότητα, η οποία ορίζεται στην απόφαση ίδρυσης του ΔΠΜΣ.

Ο Διευθυντής του ΔΠΜΣ, καθώς και τα μέλη της ΣΕ και της επιτροπής προγράμματος σπουδών δεν δικαιούνται αμοιβής ή οιασδήποτε αποζημίωσης για την εκτέλεση των αρμοδιοτήτων που τους ανατίθενται και σχετίζεται με την εκτέλεση των καθηκόντων τους.

Άρθρο 3

«Διοικητική υποστήριξη των ΔΠΜΣ στο ΕΜΠ»

- α) Σύμφωνα με την πολιτική του Ιδρύματος για την αποκέντρωση αρμοδιοτήτων και ενίσχυση των Σχολών του, αναβαθμίζονται λειτουργικά οι αντίστοιχες Γραμματείες και συνακόλουθα η υποστήριξη των μεταπτυχιακών σπουδών σε επίπεδο Σχολής.
- β) Παράλληλα, σε επίπεδο κεντρικής διοίκησης, η Διεύθυνση Σπουδών περιλαμβάνει ειδικό τμήμα για τις μεταπτυχιακές σπουδές του Ιδρύματος.
- γ) Επιδίωξη του Ιδρύματος είναι το προσωπικό υποστήριξης των μεταπτυχιακών σπουδών κάθε Σχολής να ενισχύεται και από το προσωπικό που προσλαμβάνεται για την εκτέλεση ερευνητικών προγραμμάτων σχετικών με τις μεταπτυχιακές σπουδές.
- δ) Η υποστήριξη των μεταπτυχιακών σπουδών κάθε Σχολής ενισχύεται μηχανογραφικά και καλύπτει τις ακόλουθες δράσεις:
 - i. Διαδικασία προκήρυξης θέσεων μεταπτυχιακών φοιτητών.
 - ii. Πληροφορίες για το πρόγραμμα, σε περιόδους προκηρύξεων.
 - iii. Συγκέντρωση δικαιολογητικών υποψηφίων μεταπτυχιακών φοιτητών.
 - iv. Εγγραφές των μεταπτυχιακών φοιτητών και επικαιροποίηση στην αρχή κάθε διδακτικής περιόδου.
 - v. Σύνταξη καταλόγου εγγεγραμμένων μεταπτυχιακών φοιτητών ανά πρόγραμμα και μάθημα.
 - vi. Αρχείο παρακολούθησης των μαθημάτων.
 - vii. Τήρηση καρτέλας για κάθε εγγεγραμμένο μεταπτυχιακό φοιτητή και ενημέρωσή της κατά τη διάρκεια των σπουδών.
 - viii. Έκδοση δελτίων βαθμολογίας των μεταπτυχιακών φοιτητών.
 - ix. Σύνταξη των ωρολογίων προγραμμάτων και των προγραμμάτων εξετάσεων.
 - x. Οργάνωση εκπαιδευτικών επισκέψεων.

- xi. Τήρηση αρχείου παραδόσεων ασκήσεων και μεταπτυχιακών διπλωματικών εργασιών.
- xii. Διαρκής ενημέρωση της ιστοσελίδας του προγράμματος.
- xiii. Έκδοση πάσης φύσεως πιστοποιητικών και βεβαιώσεων, που χορηγούνται κατόπιν αιτήσεως των ενδιαφερομένων.
- xiv. Διαδικασίες χορήγησης υποτροφιών.
- xv. Τήρηση μηχανογραφημένου αρχείου μεταπτυχιακών φοιτητών.
- xvi. Στήριξη των ΕΠΣ και των ΣΕ των ΔΠΜΣ.
- xvii. Παροχή πάσης φύσεως πληροφοριών και στοιχείων σχετικά με τις μεταπτυχιακές σπουδές της Σχολής και διάθεσή τους στον παγκόσμιο ιστό.
- xviii. Διαδικασίες απονομής τίτλων ΔΜΣ.
- xix. Ενημέρωση αρχείου κατόχων ΔΜΣ.

Άρθρο 4

«Σύνταξη και έγκριση των αναλυτικών προγραμμάτων σπουδών των ΔΠΜΣ»

Το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών των ΔΠΜΣ συντάσσεται από την ΕΠΣ του κάθε ΔΠΜΣ, κάθε ακαδημαϊκό έτος, λαμβάνοντας υπόψη τις εισηγήσεις των ΓΣ της επισπεύδουσας και κάθε συμμετέχουσας στο ΔΠΜΣ Σχολής και εγκρίνεται από τη Σύγκλητο κατόπιν εισήγησης της ΕΜΣ.

α) Η ΕΠΣ κάθε ΔΠΜΣ καθορίζει, λαμβάνοντας υπόψη τον Κανονισμό Λειτουργίας του ΔΠΜΣ, τόσο τα μαθήματα των πενταετούς διάρκειας σπουδών του ΕΜΠ που καλύπτουν το απαραίτητο για την εγγραφή στο ΔΠΜΣ γνωστικό υπόβαθρο, όσο και τα μαθήματα εμπάθυνσης και όλες τις άλλες απαιτήσεις ενός καλά οργανωμένου ΠΜΣ. Ειδικότερα, με απόφαση της ΕΠΣ, λαμβάνοντας υπόψη και τα πορίσματα των διαδικασιών αξιολόγησης, πρέπει να καθορίζονται μέχρι τα μέσα Απριλίου κάθε έτους, τα εξής:

- i. οι τίτλοι και τα αναλυτικά περιεχόμενα των προαπαιτούμενων μαθημάτων των πενταετούς διάρκειας σπουδών του ΕΜΠ, όπως προκύπτουν από τις διατμηματικές απαιτήσεις για το διεπιστημονικό γνωστικό αντικείμενο κάθε ΔΠΜΣ, με τη βιβλιογραφία και τα διδακτικά βοηθήματα,
- ii. οι τίτλοι και τα αναλυτικά περιεχόμενα των μαθημάτων κορμού, υποχρεωτικών και κατ' επιλογήν υποχρεωτικών, όπως παραπάνω,
- iii. οι εβδομαδιαίες ώρες διδασκαλίας κάθε μαθήματος, όπου περιλαμβάνονται όλες οι διδακτικές δραστηριότητες,
- iv. η χρονική αλληλουχία ή αλληλεξάρτηση των μαθημάτων,
- v. τα χαρακτηριστικά του μαθήματος από πλευράς τεχνικής υποστήριξης,
- vi. οι επικαλύψεις με άλλα μαθήματα προπτυχιακού και μεταπτυχιακού επιπέδου, και
- vii. το σύστημα βαθμολογίας.

Η ΕΠΣ του ΔΠΜΣ μεριμνά για το συνεχή έλεγχο ποιότητας και την αντικειμενική αξιολόγηση όλων των μαθημάτων για την απόκτηση του ΔΜΣ ως προς το μεταπτυχιακό επίπεδο και τη διατμηματικότητα και διεπιστημονικότητα της διδακτέας ύλης και των θεμάτων εξετάσεων, προς αποφυγή οποιασδήποτε σχέσης υποκατάστασης των κανονικών προγραμμάτων των πενταετούς διάρκειας σπουδών των Σχολών του Ιδρύματος.

Η ΕΠΣ του ΔΠΜΣ μπορεί, με αιτιολογημένη πρότασή της, και εφόσον δεν αλλάζει τη φυσιολογία του ΔΠΜΣ, να τροποποιεί (με προσθήκη, αφαίρεση, συγχώνευση) τα μαθήματα του προγράμματος και να προβαίνει σε ανακατανομή μεταξύ των μαθημάτων στις ακαδημαϊκές περιόδους (εξάμηνα), στο πλαίσιο πάντα της προβλεπόμενης διαδικασίας σύνταξης και έγκρισης του αναλυτικού προγράμματος σπουδών του ΔΠΜΣ.

β) Η διαδικασία σύνταξης και έγκρισης των αναλυτικών προγραμμάτων σπουδών και η ανάθεση διδασκόντων είναι η ακόλουθη:

- i. Οι ΕΠΣ των ΔΠΜΣ, σύμφωνα με τις αποφάσεις της Συγκλήτου για τις γενικές αρχές, τη δομή και το γενικό περιεχόμενο των ΔΠΜΣ, οργανώνουν τις απαραίτητες ανά μάθημα ή σύνολα μαθημάτων ομάδες εργασίας, συνθέτουν τα αναλυτικά προγράμματα σπουδών των ΔΠΜΣ, και την ανάλυση του προτεινόμενου προγράμματος, και ενημερώνουν τις ΓΣ της επισπεύδουσας και κάθε συμμετέχουσας στο ΔΠΜΣ Σχολής.
- ii. Η ΕΠΣ λαμβάνοντας υπόψη τις εισηγήσεις των ΓΣ της επισπεύδουσας και κάθε συμμετέχουσας στο ΔΠΜΣ Σχολής διαμορφώνει και εγκρίνει την τελική εισήγηση του αναλυτικού προγράμματος σπουδών και τη διαβιβάζει στην Επιτροπή Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΕΜΣ) του Ιδρύματος μέσω της Διεύθυνσης Σπουδών.
- iii. Η ΕΜΣ συνεδριάζει, με ειδικά θέματα ημερήσιας διάταξης τα ΔΠΜΣ του Ιδρύματος, παρουσία και των Διευθυντών των ΔΠΜΣ και εισηγείται αναλυτικά για κάθε ένα από αυτά προς τη Σύγκλητο.
- iv. Η Σύγκλητος συνεδριάζει με θέματα ημερήσιας διάταξης την έγκριση των ΔΠΜΣ του Ιδρύματος. Οι σχετικές αποφάσεις της Συγκλήτου κοινοποιούνται στις ΕΠΣ και τις ΓΣ των Σχολών, και είναι υπό τον περιοδικό έλεγχο της Επιτροπής Μεταπτυχιακών Σπουδών.
- v. Η μη τήρηση της παραπάνω διαδικασίας σύνταξης, έγκρισης και απολογισμού του έργου του αντίστοιχου ΔΠΜΣ απαλλάσσει κατ' αρχάς το ΕΜΠ από την υποχρέωση υλικής ή ακαδημαϊκής υποστήριξης και από την ευθύνη για το περιεχόμενο και την ποιότητα των μεταπτυχιακών σπουδών που παρέχει το υπόψη ΔΠΜΣ. Στη συνέχεια, μέσω των οργάνων του, το Ίδρυμα κινεί τη διαδικασία της διακοπής λειτουργίας του υπόψη ΔΠΜΣ.

Η παραπάνω διαδικασία συνοψίζεται στον ακόλουθο πίνακα.

Προθεσμία	Αρμόδιο Όργανο	Ενέργεια
20/4	ΕΠΣ	Συνθέτει το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών και τις αναθέσεις διδασκαλίας του επόμενου ακαδημαϊκού έτους και ενημερώνει τις ΓΣ της επισπεύδουσας και κάθε συμμετέχουσας στο ΔΠΜΣ Σχολής.
20/6	ΕΠΣ	Συντάσσει και εγκρίνει την τελική εισήγηση για το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών και τις αναθέσεις διδασκαλίας του επόμενου ακαδημαϊκού έτους λαμβάνοντας υπόψη τις εισηγήσεις των ΓΣ της επισπεύδουσας και κάθε συμμετέχουσας στο ΔΠΜΣ Σχολής και τη διαβιβάζει στην ΕΜΣ.
30/7	Σύγκλητος	Εγκρίνει τα ΔΠΜΣ του ΕΜΠ κατόπιν εισήγησης της ΕΜΣ.

Άρθρο 5

«Διδάσκοντες»

1. Το διδακτικό έργο των Προγραμμάτων Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΠΜΣ) ανατίθεται, κατόπιν απόφασης του αρμόδιου οργάνου του ΠΜΣ στις ακόλουθες κατηγορίες διδασκόντων εφόσον έχουν επιστημονικό και διδακτικό έργο σχετικό με το αντικείμενο του ΔΠΜΣ:

α) μέλη Διδακτικού Ερευνητικού Προσωπικού (ΔΕΠ),

β) μέλη Ειδικού Εκπαιδευτικού Προσωπικού (ΕΕΠ), Εργαστηριακού Διδακτικού Προσωπικού (ΕΔΙΠ) και Ειδικού Τεχνικού Εργαστηριακού Προσωπικού (ΕΤΕΠ) του Τμήματος ή άλλων Τμημάτων του ίδιου ή άλλου Ανώτατου Εκπαιδευτικού Ιδρύματος (ΑΕΙ) ή Ανώτατου Στρατιωτικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος (ΑΣΕΙ), με πρόσθετη απασχόληση πέραν των νόμιμων υποχρεώσεών τους, αν το ΠΜΣ έχει τέλη φοίτησης,

γ) ομότιμους Καθηγητές ή αφυπηρητήσαντα μέλη ΔΕΠ του Τμήματος ή άλλων Τμημάτων του ίδιου ή άλλου ΑΕΙ,

δ) συνεργαζόμενους καθηγητές,

ε) εντεταλμένους διδάσκοντες,

στ) επισκέπτες καθηγητές ή επισκέπτες ερευνητές,

ζ) ερευνητές και ειδικούς λειτουργικούς επιστήμονες ερευνητικών και τεχνολογικών φορέων του άρθρου 13Α του ν. 4310/2014 (Α' 258) ή λοιπών ερευνητικών κέντρων και ινστιτούτων της ημεδαπής ή αλλοδαπής,

η) επιστήμονες αναγνωρισμένου κύρους, οι οποίοι διαθέτουν εξειδικευμένες γνώσεις και σχετική εμπειρία στο γνωστικό αντικείμενο του ΔΠΜΣ.

2. Η ανάθεση του διδακτικού έργου του ΠΜΣ πραγματοποιείται με απόφαση της ΕΠΣ του ΔΠΜΣ, λαμβάνοντας υπόψη τις εισηγήσεις των ΓΣ της επισπεύδουσας και κάθε συμμετέχουσας στο ΔΠΜΣ Σχολής.

3. Δικαίωμα επίβλεψης διπλωματικών εργασιών έχουν τα μέλη ΔΕΠ. Επιπλέον, δικαίωμα επίβλεψης διπλωματικών εργασιών έχουν οι διδάσκοντες στο ΔΠΜΣ των περ. β) έως ζ) της παρ. 1 υπό την προϋπόθεση ότι είναι κάτοχοι διδακτορικού διπλώματος. Με τεκμηριωμένη απόφαση της ΕΠΣ δύνανται να αναλάβουν επίβλεψη διπλωματικών εργασιών και οι διδάσκοντες της περ. η) της παρ. 1. Με τεκμηριωμένη απόφαση της ΕΠΣ του ΔΠΜΣ δύνανται να ανατίθεται η επίβλεψη διπλωματικών εργασιών και σε μέλη ΔΕΠ, ΕΕΠ και ΕΔΙΠ των Σχολών/(Τμημάτων για τα Διδρυματικά ΠΜΣ), που δεν έχουν αναλάβει διδακτικό έργο στο ΔΠΜΣ.

4. Όλες οι κατηγορίες διδασκόντων δύνανται να αμείβονται αποκλειστικά από τους πόρους του ΔΠΜΣ. Δεν επιτρέπεται η καταβολή αμοιβής ή άλλης παροχής από τον κρατικό προϋπολογισμό ή το πρόγραμμα δημοσίων επενδύσεων. Με απόφαση του αρμόδιου οργάνου του ΔΠΜΣ περί ανάθεσης του διδακτικού έργου, καθορίζεται το ύψος της αμοιβής κάθε διδάσκοντος. Ειδικώς, οι διδάσκοντες που έχουν την ιδιότητα μέλους ΔΕΠ, δύνανται να αμείβονται επιπρόσθετα για έργο που προσφέρουν προς το ΔΠΜΣ, εφόσον εκπληρώνουν τις ελάχιστες εκ του νόμου υποχρεώσεις τους, όπως ορίζονται στην παρ. 2 του άρθρου 155 του ν. 4957/2022. Το τελευταίο εδάφιο εφαρμόζεται αναλογικά και για τα μέλη ΕΕΠ, ΕΔΙΠ, και ΕΤΕΠ, εφόσον εκπληρώνουν τις ελάχιστες εκ του νόμου υποχρεώσεις τους.

5. Τη διεξαγωγή των εφαρμοσμένων μεθόδων διδασκαλίας (όπως εργαστηρίων, εργαστηρίων ηλεκτρονικών υπολογιστών, σπουδαστηρίων, εργασιών πεδίου, θεμάτων, ομαδικών εργασιών με προσωπικές παρουσιάσεις, κ.α.) με υψηλή τεχνολογική υποστήριξη μπορούν να συνεπικουρούν

μέλη ΕΔΙΠ, ΕΤΕΠ, καθώς και διδάκτορες, υποψήφιοι διδάκτορες και μεταπτυχιακοί φοιτητές. Απαιτείται έγκριση της ΕΠΣ κατόπιν προτάσεως του διδάσκοντα. Με απόφαση της ΕΠΣ ενημερώνοντας τις ΓΣ της επισπεύδουσας και κάθε συμμετέχουσας στο ΔΠΜΣ Σχολής δύναται να ανατίθεται επικουρικό διδακτικό έργο στους υποψήφιους διδάκτορες του Τμήματος ή της Σχολής, υπό την επίβλεψη διδάσκοντος του ΔΠΜΣ. Η συμμετοχή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία αναγράφεται στο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών.

Άρθρο 6

«Χώρος προέλευσης των μεταπτυχιακών φοιτητών»

1. Σε όλα τα ΔΠΜΣ του ΕΜΠ γίνονται κατ' αρχάς δεκτοί από τις αντίστοιχες ΕΠΣ, μετά από ανοικτή προκήρυξη, πτυχιούχοι ΑΕΙ της ημεδαπής ή ομοταγών αναγνωρισμένων ιδρυμάτων της αλλοδαπής και ειδικότερα οι ακόλουθοι:

α) Απόφοιτοι των Σχολών του ΕΜΠ.

β) Απόφοιτοι λοιπών Τμημάτων διπλωματούχων Μηχανικών ή και πτυχιούχοι άλλων ειδικοτήτων ΑΕΙ της ημεδαπής ή ομοταγών ιδρυμάτων της αλλοδαπής αναγνωρισμένων ως ισότιμων των ελληνικών ΑΕΙ, συγγενούς με το πρόγραμμα γνωστικού αντικειμένου, για τους οποίους η απόκτηση ΔΜΣ δεν συνεπάγεται και την απόκτηση του βασικού διπλώματος του ΕΜΠ.

γ) Τελειόφοιτοι του ΕΜΠ ή ΑΕΙ των παραπάνω κατηγοριών, εφόσον καταθέσουν αποδεικτικά στοιχεία ότι η απόκτηση του διπλώματος/πτυχίου τους θα προηγηθεί της έναρξης του ΔΠΜΣ. Μέχρις ότου αρθεί η εκκρεμότητα αυτή δεν θα εκδίδεται κανένα πιστοποιητικό στον ενδιαφερόμενο.

δ) Απόφοιτοι άλλων Τμημάτων, σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις.

2. Τα ΔΠΜΣ του ΕΜΠ παρέχονται δωρεάν, σε όλους τους μεταπτυχιακούς φοιτητές που προέρχονται από χώρες της ΕΕ. Για φοιτητές εκτός χωρών ΕΕ, υφίσταται κόστος συμμετοχής πεντακόσια (500) ευρώ ανά εξάμηνο, το οποίο ενδέχεται να αναπροσαρμοσθεί.

Άρθρο 7

«Προϋποθέσεις και κριτήρια επιλογής και εγγραφής των μεταπτυχιακών φοιτητών»

α) Γενική προϋπόθεση εγγραφής των μεταπτυχιακών φοιτητών για την απόκτηση ΔΜΣ είναι η κατοχή γνώσης ενός ελάχιστου επιστημονικού υπόβαθρου. Το υπόβαθρο αυτό καθορίζεται από την ΕΠΣ, και μπορεί να περιέχει ένα σύνολο προαπαιτούμενων προπτυχιακών μαθημάτων, τα οποία καλύπτουν τις θεμελιώδεις γνώσεις στο ευρύτερο διεπιστημονικό αντικείμενο των Σχολών (Τμημάτων για τα Διδρυματικά ΠΜΣ) που συμμετέχουν στο ΔΠΜΣ.

β) Τα αποδεικτικά γνώσης του παραπάνω υπόβαθρου καλύπτονται είτε με τα αναλυτικά περιεχόμενα των προηγούμενων σπουδών και υπόμνημα σταδιοδρομίας του μεταπτυχιακού φοιτητή είτε με την προεγγραφή του για παρακολούθηση και την επιτυχή εξέταση στα μαθήματα των σπουδών του ΕΜΠ που καθορίζει η ΕΠΣ. Ειδικότερα, κατά την επιλογή των υποψηφίων συνεκτιμώνται από την ΕΠΣ, μετά από εισήγηση Επιτροπής Επιλογής των μεταπτυχιακών φοιτητών, η οποία ορίζεται από την ΕΠΣ, και τα παρακάτω κριτήρια, καθορίζονται δε ενδεχομένως και τα ποσοστά των εγγραφόμενων από κάθε χώρο προέλευσης.

γ) Ως **κριτήρια επιλογής** λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω:

i. ο γενικός βαθμός του διπλώματος/πτυχίου,

- ii. η σειρά του βαθμού του διπλώματος/πτυχίου σε σχέση με τους βαθμούς των υπολοίπων αποφοίτων στην ίδια Σχολή / Τμήμα και ακαδημαϊκό έτος,
- iii. η βαθμολογία στα προπτυχιακά μαθήματα που είναι σχετικά με πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών,
- iv. η επίδοση και το αντικείμενο διπλωματικής εργασίας, όπου αυτή προβλέπεται στο προπτυχιακό επίπεδο,
- v. άλλοι τυχόν μεταπτυχιακοί τίτλοι σπουδών που σχετίζονται με το αντικείμενο του ΔΠΜΣ,
- vi. η ερευνητική, επαγγελματική ή και τεχνολογική δραστηριότητα του υποψηφίου,
- vii. οι γνώσεις ξένων γλωσσών και τουλάχιστον πολύ καλή γνώση της αγγλικής για τα ξενόγλωσσα ΔΠΜΣ, για δε τους αλλοδαπούς και η γνώση της ελληνικής γλώσσας για τα ΔΠΜΣ στα οποία γλώσσα διδασκαλίας είναι η Ελληνική,
- viii. οι γνώσεις πληροφορικής,
- ix. οι συστατικές επιστολές, και
- x. εφόσον ο υποψήφιος είναι υπάλληλος, οι ανάγκες και προοπτικές του φορέα από τον οποίο προέρχεται.

Η ΕΠΣ καθορίζει, με απόφασή της, τις λεπτομέρειες εφαρμογής των κριτηρίων επιλογής μεταπτυχιακών φοιτητών, τα οποία φαίνονται αναλυτικά στο άρθρο 7 του παρόντος, περιλαμβανομένου του επιπέδου γλωσσομάθειας, τον ορισμό συμπληρωματικών κριτηρίων ή τη διεξαγωγή εξετάσεων ή συνεντεύξεων, τα αποτελέσματα των οποίων συνεκτιμώνται κατά την επιλογή. Στην περίπτωση διεξαγωγής συνέντευξης, αυτή προγραμματίζεται από την ΕΠΣ και διεξάγεται από τριμελή Επιτροπή Επιλογής που ορίζεται από την ΕΠΣ και απαρτίζεται από μέλη ΔΕΠ, διδάσκοντες στο ΔΠΜΣ, εκ των οποίων ο ένας είναι μέλος της ΕΠΣ.

δ) Ο πίνακας επιτυχόντων, μετά από εισήγηση της Επιτροπής Επιλογής, εγκρίνεται από την ΕΠΣ και ενημερώνεται η ΓΣ της επισπεύδουσας Σχολής.

ε) Σε κάθε ΔΠΜΣ, επιπλέον του αριθμού εισακτέων, είναι δυνατό να γίνεται δεκτός ένας υπότροφος του Ιδρύματος Κρατικών Υποτροφιών (ΙΚΥ) που πέτυχε στο σχετικό διαγωνισμό μεταπτυχιακών σπουδών εσωτερικού του γνωστικού αντικειμένου του ΔΠΜΣ και ένας αλλοδαπός υπότροφος του Ελληνικού Κράτους. Με απόφαση της ΕΠΣ, ο αριθμός των υποτρόφων μπορεί να αυξάνεται.

στ) Τα μέλη των κατηγοριών ΕΕΠ, ΕΔΙΠ και ΕΤΕΠ που πληρούν τις προϋποθέσεις μπορούν, μετά από αίτησή τους, να εγγραφούν ως υπεράριθμοι και μόνο ένας κατ' έτος σε ΔΠΜΣ της Σχολής στην οποία υπηρετούν και εφόσον υπάρχει συνάφεια του γνωστικού τους αντικειμένου με το έργο το οποίο επιτελούν.

ζ) Ο ανώτατος αριθμός εισακτέων μεταπτυχιακών φοιτητών προσδιορίζεται σύμφωνα με τον αριθμό των διδασκόντων του ΔΠΜΣ και την αναλογία φοιτητών/διδασκόντων, την υλικοτεχνική υποδομή και τις αίθουσες διδασκαλίας. Σε περίπτωση ΔΠΜΣ που διεξάγονται αποκλειστικά στην αγγλική γλώσσα, θα πρέπει να προσδιορίζεται ο αριθμός των μεταπτυχιακών φοιτητών, ώστε τουλάχιστον το ήμισυ να καλύπτεται από Έλληνες φοιτητές, εφόσον φυσικά υπάρχει ικανοποιητικός αριθμός αιτήσεων. Ανάλογα, θα επανακαθορίζεται ο συνολικός αριθμός των μεταπτυχιακών φοιτητών.

η) Η ΕΠΣ του ΔΠΜΣ δύναται να ορίζει, κατά περίπτωση, την παρακολούθηση προαπαιτούμενων προπτυχιακών μαθημάτων σε φοιτητές για τους οποίους κρίνει ότι πρέπει να συμπληρωθεί το υπόβαθρο ακαδημαϊκών γνώσεων κατά την εισαγωγή τους στο ΔΠΜΣ. Το πλήθος των μαθημάτων αυτών μπορεί να είναι το πολύ μέχρι τέσσερα (4) εξαμηνιαία μαθήματα ανά φοιτητή και δύνανται

να προέρχονται από τους Προπτυχιακούς Κύκλους Σπουδών των συμμετεχουσών στο εκάστοτε ΔΠΜΣ Σχολών. Τα μαθήματα αυτά θα πρέπει να έχουν εξεταστεί επιτυχώς εντός του προβλεπόμενου χρόνου παρακολούθησης του ΔΠΜΣ και οπωσδήποτε πριν την ανάληψη της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας

Άρθρο 8

«Οδηγός σπουδών»

Με ευθύνη της ΕΠΣ συντάσσεται ο οδηγός σπουδών κάθε ΔΠΜΣ, ο οποίος εξειδικεύει τον παρόντα Κανονισμό Σπουδών του προγράμματος και αναρτάται στην ιστοσελίδα του ΔΠΜΣ.

Άρθρο 9

«Γλώσσα διδασκαλίας. Γλώσσα συγγραφής της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας»

α) Γλώσσα διδασκαλίας είναι η ελληνική. Επιτρέπεται η διδασκαλία μαθήματος ή μέρους του μαθήματος του ΔΠΜΣ στην αγγλική γλώσσα ύστερα από έγκριση της ΕΠΣ του προγράμματος. Γλώσσα συγγραφής της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας (ΜΔΕ) είναι η ελληνική ή η αγγλική και ορίζεται με απόφαση της ΕΠΣ. Η ΜΔΕ πρέπει να περιλαμβάνει εκτεταμένη περίληψη στην ελληνική και την αγγλική γλώσσα.

β) Όσον αφορά στα ξενόγλωσσα ΔΠΜΣ, γλώσσα διδασκαλίας και συγγραφής της ΜΔΕ είναι η αγγλική.

Άρθρο 10

«Διάρθρωση Σπουδών στα ΔΠΜΣ»

α) Σε εξαιρετικές περιπτώσεις, στις οποίες ο μεταπτυχιακός φοιτητής ολοκληρώνει επιτυχώς τις υποχρεώσεις του για την απόκτηση του Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΜΣ) σε χρονικό διάστημα μικρότερο της ελάχιστης προβλεπόμενης διάρκειας του ΔΠΜΣ και σε κάθε περίπτωση, σε διάστημα όχι μικρότερο του ενός (1) έτους, δύναται να λάβει το ΔΜΣ κατόπιν εισήγησης της ΕΠΣ στην ΕΜΣ και έγκρισης αυτής από τη Σύγκλητο.

β) Ο μέγιστος χρόνος παραμονής στο ΔΠΜΣ, υπολογιζόμενος από την κανονική εγγραφή στο ΔΠΜΣ, είναι δύο (2) έτη. Κατ' εξαίρεση, σε ειδικές περιπτώσεις, μπορεί να δοθεί μικρή παράταση μέχρι ένα (1) επιπλέον έτος, μετά από αιτιολογημένη απόφαση της ΕΠΣ. Με την ολοκλήρωση του 2^{ου} έτους η ΕΠΣ αποφασίζει τη διακοπή της φοίτησης και χορηγεί βεβαίωση με τα μαθήματα και την αντίστοιχη βαθμολογία στα οποία αυτός έχει εξετασθεί επιτυχώς.

γ) Τα μαθήματα που απαιτούν εργαστηριακή εξάσκηση ή χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών περιλαμβάνουν κατά το δυνατό ατομική εκπαίδευση των μεταπτυχιακών φοιτητών. Επιδιώκεται η εισαγωγή νέων τρόπων διδασκαλίας που θα ενισχύσουν την ενεργότερη συμμετοχή των φοιτητών. Ιδιαίτερη έμφαση δίδεται και στην εκπαίδευση των μεταπτυχιακών φοιτητών κατά ομάδες με διακριτούς ρόλους με ουσιαστικά θέματα μικρής έκτασης, ώστε να ενισχυθεί το ομαδικό πνεύμα και η συνθετική ικανότητά τους.

δ) Η διάρθρωση των μεταπτυχιακών μαθημάτων περιλαμβάνει υποχρεωτικά ή και κατ' επιλογήν υποχρεωτικά μαθήματα. Στον κύκλο των υποχρεωτικών μαθημάτων είναι δυνατόν να παρέχονται προαπαιτούμενα μαθήματα κορμού και ειδίκευσης. Κατά την κρίση των ΕΠΣ, τα μαθήματα μπορεί να προσφέρονται από άλλες Σχολές του ΕΜΠ ή και άλλα ΑΕΙ. Επίσης, κατά την κρίση της ΕΠΣ, τα

μαθήματα μπορεί να παρέχονται ως επιλέξιμα και σε άλλα ΔΠΜΣ του ΕΜΠ. Είναι προφανές ότι πολλά από τα μαθήματα ειδίκευσης ή εμβάθυνσης των ΔΠΜΣ είναι επιλέξιμα από τα Προγράμματα Διδακτορικών Σπουδών.

ε) Όλα τα ΔΠΜΣ στα οποία Σχολή του ΕΜΠ είναι επισπεύδουσα ακολουθούν το “Ενιαίο Ακαδημαϊκό Ημερολόγιο των Μεταπτυχιακών Σπουδών του Ιδρύματος”, το οποίο εισηγείται η ΕΜΣ και εγκρίνει κάθε έτος η Σύγκλητος του Ιδρύματος.

ζ) Σε περίπτωση Διδρυματικού ΔΠΜΣ ή ΔΠΜΣ μερικής φοίτησης, η διάρκεια σπουδών ορίζεται από την ΕΠΣ και εγκρίνεται τελικά από τη Σύγκλητο, στο πλαίσιο των διαδικασιών σύνταξης και έγκρισης των αναλυτικών ΔΠΜΣ και προσαρμόζεται αναλόγως το ακαδημαϊκό ημερολόγιο. Τα εκπαιδευτικά εξάμηνα που συναθροίζουν το σύνολο των πιστωτικών μονάδων ενός πλήρους προγράμματος, δεν μπορούν, δεδομένου ότι πρόκειται για προγράμματα μερικής φοίτησης, να ξεπερνούν σε διάρκεια το διπλάσιο χρόνο φοίτησης των ΔΠΜΣ πλήρους φοίτησης, ήτοι τα τέσσερα (4) έτη.

η) Οι μεταπτυχιακοί φοιτητές των ΔΠΜΣ έχουν τη δυνατότητα να διακόψουν προσωρινά τις σπουδές τους με έγγραφη αίτησή τους, για χρονικό διάστημα που δεν υπερβαίνει τα δύο (2) συνεχόμενα εξάμηνα. Τα εξάμηνα αναστολής της φοιτητικής ιδιότητας δεν προσμετρώνται στην προβλεπόμενη ανώτατη διάρκεια κανονικής φοίτησης.

Άρθρο 11

«Παρακολούθηση - Εξέταση - Βαθμολογία Μαθημάτων»

α) Η παρακολούθηση των μαθημάτων και η συμμετοχή στις συναφείς εκπαιδευτικές δραστηριότητες και εργασίες είναι υποχρεωτική. Σε περίπτωση που συντρέχουν εξαιρετικά σοβαροί και τεκμηριωμένοι λόγοι αδυναμίας παρουσίας του μεταπτυχιακού φοιτητή, η ΕΠΣ μπορεί να δικαιολογήσει ορισμένες απουσίες, ο μέγιστος αριθμός των οποίων δεν μπορεί να υπερβεί το 1/3 των διαλέξεων ενός μαθήματος. Ο μεταπτυχιακός φοιτητής που δεν έχει συμπληρώσει τον απαραίτητο αριθμό παρουσιών σε κάποιο μάθημα έχει το δικαίωμα να επαναλάβει το μάθημα (ή άλλο αντίστοιχο που του ορίζει η ΕΠΣ) το επόμενο και τελευταίο ακαδημαϊκό έτος σπουδών, αν αυτό ορίζεται στο συγκεκριμένο ΔΠΜΣ.

β) Η βαθμολογία στα μαθήματα γίνεται στην κλίμακα 0-10, χωρίς κλασματικό μέρος, με βάση επιτυχίας κατ' ελάχιστο το 5. Ο βαθμός του μαθήματος προκύπτει υποχρεωτικά όχι μόνο από την τελική εξέταση αλλά και με αξιοσημείωτη βαρύτητα και από την επίδοση στις εφαρμοσμένες μεθόδους διδασκαλίας (εργαστήρια, εργαστήρια προσωπικών υπολογιστών, σπουδαστήρια, σχεδιαστήρια, εργασία πεδίου, θέματα, ομαδικές εργασίες με προσωπική παρουσίαση) που διεξάγονται κατά τη διάρκεια του μαθήματος, με σχετική βαρύτητα που καθορίζεται σε κάθε μάθημα από τον αρμόδιο διδάσκοντα, εγκρίνεται από την ΕΠΣ, και δεν μπορεί να υπολείπεται του 30% του συνολικού βαθμού του μαθήματος. Διευκρινίζεται παράλληλα ότι μόνο η βαθμολογία της ΜΔΕ, που δίνεται από τους επιμέρους εξεταστές και ως μέσος όρος, μπορεί να περιλαμβάνει μισή κλασματική μονάδα.

γ) Η τελική εξέταση διεξάγεται μετά το τέλος διδασκαλίας της εκπαιδευτικής περιόδου, σε εξεταστική περίοδο διάρκειας δύο εβδομάδων, σύμφωνα με το Ενιαίο Ακαδημαϊκό Ημερολόγιο των Μεταπτυχιακών Σπουδών του Ιδρύματος και τις ειδικότερες αποφάσεις της ΕΠΣ.

δ) Τα αποτελέσματα εκδίδονται από τους διδάσκοντες εντός δύο εβδομάδων από τη διεξαγωγή της τελικής εξέτασης.

ε) Δεν προβλέπεται επαναληπτική εξέταση. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις, η ΕΠΣ μπορεί, με τεκμηριωμένη απόφασή της, να αποδεχθεί έκτακτη επιπλέον εξέταση σε δύο (2) το πολύ μαθήματα

ανά φοιτητή ανά ακαδημαϊκό έτος, εφόσον ο μεταπτυχιακός φοιτητής δεν μπόρεσε να εξεταστεί για λόγους ανώτερης βίας. Η ΕΠΣ μπορεί επίσης, σε εξαιρετικές περιπτώσεις, να ορίσει επαναληπτικές εξετάσεις.

στ) Οι αποτυχόντες σε μαθήματα μπορούν να επανεγγραφούν τον επόμενο χρόνο στα ίδια (ή και διαφορετικά αν πρόκειται για επιλογής) μαθήματα. Σε περιπτώσεις διετών προγραμμάτων κατά τις οποίες δεν είναι δυνατή η επανεγγραφή στον επόμενο χρόνο, επιτρέπεται κατ' εξαίρεση μία και μόνον πρόσθετη εξεταστική περίοδος, προσδιοριζόμενη σε κατάλληλο χρόνο από την ΕΠΣ.

ζ) Αν ο μεταπτυχιακός φοιτητής αποτύχει στην εξέταση μέχρι δύο μαθημάτων, ούτως ώστε σύμφωνα με όσα ορίζονται στον παρόντα Κανονισμό θεωρείται ότι δεν έχει ολοκληρώσει επιτυχώς το πρόγραμμα, δύναται να εξετασθεί κατόπιν τεκμηριωμένης απόφασης της ΕΠΣ, ύστερα από αίτησή του, από τριμελή επιτροπή μελών ΔΕΠ της Σχολής, οι οποίοι έχουν το ίδιο ή συναφές γνωστικό αντικείμενο με το εξεταζόμενο μάθημα και ορίζονται από την ΕΠΣ του ΔΠΜΣ. Από την επιτροπή εξαιρούνται οι διδάσκοντες του μαθήματος.

η) Αν ο μεταπτυχιακός φοιτητής έχει παρακολουθήσει μαθήματα άλλου αναγνωρισμένου μεταπτυχιακού κύκλου σπουδών και έχει εξεταστεί επιτυχώς σε αυτά, μπορεί να απαλλαγεί από το πολύ δύο (2) αντίστοιχα μαθήματα του ΔΠΜΣ μετά από αίτησή του, εισήγηση των αντίστοιχων διδασκόντων και απόφαση της ΕΠΣ.

θ) Μαθήματα που δεν έγιναν θα πρέπει να αναπληρωθούν έτσι ώστε να συμπληρωθεί ο αριθμός των 13 εκπαιδευτικών εβδομάδων για όλα τα μαθήματα. Η αναπλήρωση αποφασίζεται και ανακοινώνεται από την ΕΠΣ του ΔΠΜΣ φροντίζοντας την τήρηση του ακαδημαϊκού ημερολογίου, όσο αυτό είναι δυνατό.

Άρθρο 12

«Εκπαιδευτική διαδικασία με χρήση μεθόδων σύγχρονης και ασύγχρονης εξ αποστάσεως εκπαίδευσης»

1. Με απόφαση Συγκλήτου, μετά από εισήγηση της Επιτροπής Μεταπτυχιακών Σπουδών του ΕΜΠ και έγκριση της ΕΠΣ του ΔΠΜΣ, είναι δυνατή η οργάνωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας των ΔΠΜΣ με τη χρήση μεθόδων σύγχρονης ή ασύγχρονης εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, εν μέρει ή εν όλω, σύμφωνα με τους ευρωπαϊκούς κανόνες και τις προδιαγραφές, διασφαλίζοντας τον άρτιο παιδαγωγικό σχεδιασμό και τη διαδραστικότητα των εκπαιδευτικών διαδικασιών, καθώς και την προστασία των προσωπικών δεδομένων. Η απόφαση συνοδεύεται από ανάλυση των μεθόδων της εξ αποστάσεως οργάνωσης της εκπαιδευτικής διαδικασίας, όπως σύγχρονη, ασύγχρονη, μεικτό σύστημα (blended learning), το ψηφιακό εκπαιδευτικό υλικό, τις τυχόν μεθόδους ψηφιακής αξιολόγησης των φοιτητών και το ψηφιακό υλικό αξιολόγησης, την υλικοτεχνική υποδομή του Ιδρύματος για την υποστήριξη προγραμμάτων σπουδών εξ αποστάσεως εκπαίδευσης και τις ψηφιακές δεξιότητες του διδακτικού προσωπικού.

2 Η οργάνωση μαθημάτων και λοιπών εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων με τη χρήση μεθόδων σύγχρονης εξ αποστάσεως εκπαίδευσης αφορά σε μαθήματα και εκπαιδευτικές δραστηριότητες που από τη φύση τους δύναται να υποστηριχθούν με τη χρήση μεθόδων εξ αποστάσεως εκπαίδευσης και δεν εμπεριέχουν πρακτική ή εργαστηριακή εξάσκηση των φοιτητών, που για τη διεξαγωγή τους απαιτείται η συμμετοχή τους με φυσική παρουσία.

3. Η οργάνωση μαθημάτων και λοιπών εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων με τη χρήση μεθόδων ασύγχρονης εξ αποστάσεως εκπαίδευσης αφορά σε μαθήματα και εκπαιδευτικές δραστηριότητες για την υποστήριξη ατόμων με αναπηρία, ή στο πλαίσιο της διεθνοποίησης του ιδρύματος. Το εκπαιδευτικό υλικό ασύγχρονης εκπαίδευσης δύναται να περιλαμβάνει σημειώσεις, παρουσιάσεις,

ασκήσεις, ενδεικτικές λύσεις αυτών, καθώς και βιντεοσκοπημένες διαλέξεις, εφόσον τηρείται η κείμενη νομοθεσία περί προστασίας προσωπικών δεδομένων. Το πάσης φύσεως εκπαιδευτικό υλικό παρέχεται αποκλειστικά για εκπαιδευτική χρήση των εγγεγραμμένων φοιτητών.

4. Η εκπαιδευτική διαδικασία δύναται να διεξάγεται με τη χρήση μεθόδων σύγχρονης εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, ακόμη και σε ΔΠΜΣ που δεν έχουν συμπεριλάβει τη δυνατότητα αυτή στην απόφαση ίδρυσής τους, αποκλειστικά στις ακόλουθες περιπτώσεις:

(α) σε ανωτέρα βία ή έκτακτες συνθήκες, όπου δεν καθίσταται δυνατή η διά ζώσης διεξαγωγή της εκπαιδευτικής διαδικασίας ή η χρήση των υποδομών του ΕΜΠ για τη διεξαγωγή των εκπαιδευτικών, ερευνητικών και λοιπών δραστηριοτήτων του,

(β) οργάνωσης μαθημάτων εμβάθυνσης και φροντιστηριακών ασκήσεων, πέραν των υποχρεωτικών ωρών διδακτικού έργου ανά μάθημα.

5. Η διαχείριση της εξ αποστάσεως εκπαιδευτικής διαδικασίας των ΔΠΜΣ πραγματοποιείται από την διαδικτυακή πλατφόρμα διαχείρισης μαθημάτων Helios του ΕΜΠ, υπεύθυνοι για την υποστήριξη της οποίας είναι από κοινού το Κέντρο Η/Υ και το Κέντρο Δικτύων του ΕΜΠ.

Άρθρο 13

«Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία – Απονομή και βαθμός ΔΜΣ»

α) Η ανάληψη Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας (ΜΔΕ) μπορεί να γίνει μετά το τέλος του 2^{ου} εξαμήνου του πρώτου έτους σπουδών, με την προϋπόθεση ότι ο μεταπτυχιακός φοιτητής έχει ως τότε εξεταστεί επιτυχώς τουλάχιστον στα μισά από τα μεταπτυχιακά μαθήματα του ΔΠΜΣ. Για μεταπτυχιακούς φοιτητές οι οποίοι επανεγγράφονται και τον επόμενο χρόνο για παρακολούθηση μαθημάτων του 1^{ου} ή του 2^{ου} εξαμήνου, αποφασίζει η ΕΠΣ για τυχόν ανάληψη της ΜΔΕ τους από την έναρξη του 2^{ου} ακαδημαϊκού έτους σπουδών.

β) Ο μεταπτυχιακός φοιτητής υποβάλλει αίτηση, στην οποία αναγράφεται ο προτεινόμενος τίτλος της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας, ο προτεινόμενος επιβλέπων και επισυνάπτεται περίληψη της προτεινόμενης εργασίας. Η ΕΠΣ με βάση την αίτηση, ορίζει τον επιβλέποντα αυτής και συγκροτεί την τριμελή Εξεταστική Επιτροπή για την έγκριση της εργασίας. Η τριμελής εξεταστική επιτροπή περιλαμβάνει τον επιβλέποντα και έναν τουλάχιστον διδάσκοντα του ΔΠΜΣ των περ. α) έως στ) της παρ. 1 του άρθρου 83 του ν. 4957/2022 και του άρθρου 5 του παρόντος. Τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής πρέπει να έχουν την ίδια ή συναφή επιστημονική ειδικότητα με το γνωστικό αντικείμενο του ΔΠΜΣ. Με πρόταση του επιβλέποντα, τον μεταπτυχιακό φοιτητή στην εκπόνηση της ΜΔΕ του μπορούν να επικουρούν επιστημονικά διδάκτορες, υποψήφιοι διδάκτορες ή μεταπτυχιακοί φοιτητές και άλλοι επιστημονικοί συνεργάτες του ΕΜΠ ή προσκεκλημένοι διδάσκοντες εκτός ΕΜΠ. Είναι δυνατόν, επίσης, να συμμετέχει επικουρικά τεχνικό προσωπικό (ΕΕΠ, ΕΤΕΠ, ΕΔΙΠ, κ.ά.) για την εργαστηριακή υποστήριξη των ΜΔΕ, όπου αυτό απαιτείται. Η βαθμολογία της ΜΔΕ προκύπτει ως μέσος όρος της βαθμολογίας των τριών εξεταστών στην κλίμακα 1-10 και στρογγυλοποιείται στην μισή κλασματική μονάδα, με βάση επιτυχίας κατ' ελάχιστο το 5,5 (πέντε και 50%). Η ΕΠΣ θεσπίζει ενιαία κριτήρια αξιολόγησης.

γ) Το κείμενο της ΜΔΕ συντίθεται με επεξεργασία κειμένου σε λογότυπο της έγκρισης της ΕΠΣ, υποβάλλεται υποχρεωτικά ηλεκτρονικά αλλά και σε έντυπη μορφή, αν ζητηθεί από την Εξεταστική Επιτροπή και τη Βιβλιοθήκη του ΕΜΠ, και περιλαμβάνει οπωσδήποτε σύνοψη 1.200 έως 2.000 λέξεων, πίνακα περιεχομένων, βιβλιογραφικές αναφορές και περίληψη 300 έως 500 λέξεων στην ελληνική και την αγγλική γλώσσα. Στα ξενόγλωσσα ΔΠΜΣ η περίληψη γράφεται μόνο στην αγγλική γλώσσα. Μετά την έγκριση της ΜΔΕ, ο μεταπτυχιακός φοιτητής υποχρεούται να καταθέσει ηλεκτρονικό αρχείο της εργασίας του στην Κεντρική Βιβλιοθήκη του ΕΜΠ και να υποβάλλει

ηλεκτρονικά το αρχείο της εργασίας του στο Ιδρυματικό Αποθετήριο του ΕΜΠ. Οι ΜΔΕ που εγκρίνονται από την Εξεταστική Επιτροπή αναρτώνται υποχρεωτικά στο διαδικτυακό τόπο του ΔΠΜΣ.

δ) Αν η μεταπτυχιακή ΔΕ δεν ολοκληρωθεί επιτυχώς εντός του 3^{ου} εξαμήνου, μπορεί να συνεχιστεί για μία ακόμη ακαδημαϊκή περίοδο.

ε) Σε κάθε περίπτωση, για την απονομή του ΔΜΣ απαιτείται ο προαγωγικός βαθμός στα μεταπτυχιακά μαθήματα και στη ΜΔΕ. Αν τούτο δεν επιτευχθεί εντός της μέγιστης προβλεπόμενης χρονικής διάρκειας σπουδών, ο μεταπτυχιακός φοιτητής παίρνει απλό πιστοποιητικό παρακολούθησης για τα μαθήματα στα οποία έχει λάβει προβιβάσιμο βαθμό μαθημάτων και αποχωρεί.

στ) Ο γενικός βαθμός του ΔΜΣ προκύπτει ως ο σταθμισμένος μέσος όρος των βαθμών των μεταπτυχιακών μαθημάτων και της μεταπτυχιακής ΔΕ, η οποία θεωρείται ότι αντιστοιχεί σε ένα (1) εξάμηνο μαθημάτων.

ζ) Μια φορά το χρόνο και συγκεκριμένα τον Νοέμβριο καταρτίζεται, από τη Γραμματεία της επισπεύδουσας Σχολής, πίνακας αποφοιτούντων που περιλαμβάνει όσους ολοκλήρωσαν επιτυχώς κατά το λήξαν ακαδημαϊκό έτος τις συνολικές υποχρεώσεις του ΔΠΜΣ. Οι τίτλοι σπουδών απονέμονται κατ' έτος από τις επισπεύδουσες Σχολές, σε ειδική τελετή, από τον Κοσμήτορα της επισπεύδουσας Σχολής και το Διευθυντή του ΔΠΜΣ.

Άρθρο 14

«Τύπος Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΜΣ)»

α) Απονέμονται ο τύπος Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΜΣ), Διατμηματικού ΕΜΠ ή Διαπανεπιστημιακού με επισπεύδον ΑΕΙ το ΕΜΠ, ο οποίος παρατίθεται στο Κεφάλαιο Β του παρόντος Κανονισμού.

β) Με ευθύνη του Διευθυντή του ΔΠΜΣ και διοικητική φροντίδα της επισπεύδουσας Σχολής εκδίδονται έγκαιρα τα ΔΜΣ, με την ηλεκτρονική υποστήριξη της Διεύθυνσης Πληροφορικής του ΕΜΠ.

γ) Το ΔΜΣ συνοδεύεται από πιστοποιητικό στο οποίο αναγράφονται όλα τα μαθήματα του ΔΠΜΣ (με την αντίστοιχη βαθμολογία). Στο τέλος του πιστοποιητικού τονίζεται ιδιαίτερα το θέμα και ο βαθμός της ΜΔΕ.

δ) Το ΔΜΣ και το πιστοποιητικό χορηγούνται στην ελληνική γλώσσα ή αγγλική γλώσσα, σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις.

ε) Στον πρωτότυπο τίτλο του ΔΜΣ δεν αναγράφεται ο βαθμός διπλώματος αριθμητικά αλλά μόνο η κλίμακα «Καλώς», «Λίαν Καλώς» ή «Άριστα», που θα εξάγεται ανάλογα με τον τελικό βαθμό που έχει προκύψει. Ως προς δε τις κλίμακες εφαρμόζονται τα ισχύοντα και στις προπτυχιακές σπουδές, δηλαδή Άριστα (9 ως 10), Λίαν Καλώς (7 ως 8,99), Καλώς (5 ως 6,99). Ο βαθμός του ΔΜΣ αριθμητικά, εφόσον το επιθυμεί ο μεταπτυχιακός φοιτητής, θα αναφέρεται στο αντίστοιχο πιστοποιητικό σπουδών του.

Άρθρο 15

«Βράβευση Μεταπτυχιακών Διπλωματικών Εργασιών (ΜΔΕ) από το ΕΜΠ»

Το ΕΜΠ έχει τη δυνατότητα βράβευσης των καλύτερων ΜΔΕ σε επίπεδο Ιδρύματος, αξιοποιώντας πόρους κληροδοτημάτων. Για την αξιολόγηση των εργασιών, ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία.

α) Οι εργασίες αξιολογούνται προς βράβευση, μετά από γραπτή εισήγηση του επιβλέποντα προς την ΕΠΣ, η οποία περιλαμβάνει σύντομη τεκμηρίωση των λόγων για τους οποίους προτείνεται προς βράβευση η συγκεκριμένη εργασία. Συνοδεύεται από:

- i. αίτηση υποβολής της εργασίας, στην οποία ο συγγραφέας (μεταπτυχιακός διπλωματούχος) δηλώνει ότι υποβάλλει ηλεκτρονικό αρχείο της μεταπτυχιακής εργασίας με σκοπό την κρίση της προς βράβευση από το συγκεκριμένο κληροδότημα,
- ii. σύντομη περίληψη της εργασίας, και
- iii. το ηλεκτρονικό αρχείο της εργασίας.

β) Η ΕΠΣ εισηγείται, σύμφωνα με τα κριτήρια επιλογής προς βράβευση, αριθμό ΜΔΕ αντίστοιχο με τα βραβεία στη ΓΣ και η ΓΣ εγκρίνει.

γ) Τα κριτήρια επιλογής των υποψηφίων οι οποίοι θα προταθούν για βράβευση θα πρέπει να περιλαμβάνουν:

- i. την πρωτοτυπία και καινοτομία της μεταπτυχιακής ΔΕ, και
- ii. τις δημοσιεύσεις που έχουν παραχθεί από το υλικό της μεταπτυχιακής ΔΕ.

δ) Η ΕΜΣ σχηματίζει Επιτροπή Αξιολόγησης, η οποία αποτελείται από τρία (3) ή τέσσερα (4) μέλη ΔΕΠ διαφορετικών Σχολών, στην οποία δεν μπορούν να συμμετέχουν επιβλέποντες αξιολογούμενων εργασιών.

ε) Η Επιτροπή Αξιολόγησης λαμβάνει υπόψη της τις αξιολογήσεις των Σχολών και εισηγείται στην ΕΜΣ, όπου λαμβάνεται η σχετική απόφαση, η οποία ανακοινώνεται στη Σύγκλητο.

στ) Η βράβευση γίνεται σε τελετή απονομής, με σύντομες παρουσιάσεις των τριών πρώτων εργασιών.

Άρθρο 16

«Έλεγχος και αξιολόγηση των ΔΠΜΣ »

1) Τα ΔΠΜΣ αξιολογούνται στο πλαίσιο της περιοδικής αξιολόγησης /πιστοποίησης της ακαδημαϊκής μονάδας από την Εθνική Αρχή Ανώτατης Εκπαίδευσης (ΕΘΑΑΕ). Στο πλαίσιο αυτό αξιολογείται η συνολική αποτίμηση του έργου που επιτελέστηκε από κάθε ΔΠΜΣ, ο βαθμός εκπλήρωσης των στόχων που είχαν τεθεί κατά την ίδρυσή του, η βιωσιμότητά του, η απορρόφηση των αποφοίτων στην αγορά εργασίας, ο βαθμός συμβολής του στην έρευνα, η εσωτερική αξιολόγησή του από τους μεταπτυχιακούς φοιτητές, η σκοπιμότητα παράτασης της λειτουργίας του, καθώς και λοιπά στοιχεία σχετικά με την ποιότητα του έργου που παράγεται και τη συμβολή του στην εθνική στρατηγική για την ανώτατη εκπαίδευση.

2) Με ερωτηματολόγια, τα οποία έχει ήδη εγκρίνει η Σύγκλητος του ΕΜΠ (2012) και στα οποία απαντούν οι διδάσκοντες και οι φοιτητές, η επεξεργασία των οποίων αποτελεί ευθύνη της ΕΠΣ. Τα ερωτηματολόγια αφορούν κυρίως την ποιότητα και τα μέσα της έρευνας και διδασκαλίας, τη δομή και το περιεχόμενο των σπουδών, τη φοιτητική μέριμνα, τις διοικητικές υπηρεσίες και την

υλικοτεχνική υποδομή. Η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων γίνεται ηλεκτρονικά και ανώνυμα και η επεξεργασία τους αποτελεί ευθύνη της ΕΠΣ.

3) Τα αποτελέσματα της επεξεργασίας γνωστοποιούνται στους αντίστοιχους διδάσκοντες μετά την έκδοση της βαθμολογίας κάθε μαθήματος. Τα μέλη της ΕΠΣ και ο Διευθυντής λαμβάνουν γνώση των αποτελεσμάτων για το σύνολο των μαθημάτων. Η ΕΠΣ έχει τη δυνατότητα να τροποποιήσει το περιεχόμενο των ερωτηματολογίων και να ζητήσει πρόσθετη ή και με άλλα μέσα αξιολόγηση από τους ΜΦ ή και τους απόφοιτους των ΔΠΜΣ με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας του προγράμματος σπουδών.

4) Αν ένα ΔΠΜΣ κατά το στάδιο της αξιολόγησής του σύμφωνα με την παρ. 1 κριθεί ότι δεν πληροί τις προϋποθέσεις συνέχισης της λειτουργίας του, η λειτουργία του ολοκληρώνεται με την αποφοίτηση των ήδη εγγεγραμμένων φοιτητών σύμφωνα με την απόφαση ίδρυσης και τον κανονισμό μεταπτυχιακών και διδακτορικών προγραμμάτων σπουδών.

Άρθρο 17

«Δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας μεταπτυχιακών εργασιών»

1) Τα δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας της διπλωματικής εργασίας ΔΕ ανήκουν στο συγγραφέα (μεταπτυχιακό φοιτητή) καθόσον η εξέταση και χορήγηση του σχετικού τίτλου προϋποθέτει η μεταπτυχιακή εργασία να αποτελεί στοιχείο της προσωπικής του συμβολής με χαρακτήρα ατομικότητας, μοναδικότητας, ήτοι πρωτοτυπίας. Ο συγγραφέας έχει επίσης ευθύνη για το περιεχόμενο της μεταπτυχιακής ΔΕ.

2) Τα δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας μπορούν να κατοχυρωθούν στη σελίδα των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας, η οποία θα ακολουθεί τη σελίδα τίτλου, συνοδευόμενη με πληροφορίες όπως © [Έτος], [Πλήρες Νόμιμο Ονοματεπώνυμο]. ΜΕ ΕΠΙΦΥΛΑΞΗ ΠΑΝΤΟΣ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΟΣ. ALL RIGHTS RESERVED.

3) Οι μεταπτυχιακοί φοιτητές οι οποίοι αξιοποιούν τις υποδομές, το προσωπικό και την τεχνογνωσία του ΕΜΠ, με τη καθοδήγηση του επιβλέποντα, έχουν υπηρεσιακό καθήκον έναντι του Ιδρύματος.

4) Στη μεταπτυχιακή ΔΕ πρέπει να αναγνωρίζεται ο ρόλος του επιβλέποντα, με σχετική αναγραφή στο εξώφυλλο και το εσώφυλλο. Επιπροσθέτως, στις ευχαριστίες πρέπει να αναγνωρίζεται ο επιβλέπων, καθώς και η υποδομή που χρησιμοποιήθηκε (π.χ. Εργαστήριο, υποτροφία, χρηματοδότηση).

5) Το ευρύτερο επιστημονικό και ερευνητικό έργο των μελών ΔΕΠ δεν μπορεί να υπαχθεί στην έννοια του υπηρεσιακού καθήκοντος του Ν. 2121/1993 όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει.

6) Ο συγγραφέας, με συμφωνητικό ή σύμβαση, παραχωρεί στο Ίδρυμα μη αποκλειστικό δικαίωμα δημοσίευσης (π.χ. μέσω του ιδρυματικού αποθετηρίου της Βιβλιοθήκης του ΕΜΠ) και αναπαραγωγής και διάθεσης της διατριβής για εκπαιδευτικούς, ερευνητικούς σκοπούς και μη εμπορικούς σκοπούς. Στην περίπτωση εμπορικών σκοπών, η νόμιμη χρήση των ανωτέρω δικαιωμάτων εκ μέρους του Ιδρύματος απαιτεί την συμβατική προς αυτό εκχώρηση των εν λόγω δικαιωμάτων από τους δημιουργούς του εκάστοτε σύνθετου έργου.

7) Ο επιβλέπων/υπεύθυνος ερευνητικής ομάδας/Εργαστηρίου έχει δικαίωμα αξιοποίησης και δημοσιοποίησης των παραγόμενων αποτελεσμάτων (δεδομένα, μελέτες, προγράμματα, εφαρμογές, πρωτότυπα, κ.λπ.). Η αξιοποίηση δεν αφορά σε εμπορική εκμετάλλευση, αλλά σε πράξη στο πλαίσιο της έρευνας και της επιστήμης.

8) Σε περίπτωση χρηματοδοτούμενης έρευνας, δεν εκχωρείται το δικαίωμα πνευματικής ιδιοκτησίας της μεταπτυχιακής ΔΕ, παρά μόνο το δικαίωμα χρήσης/εκμετάλλευσης των αποτελεσμάτων της έρευνας (δεδομένα, μελέτες, προγράμματα, εφαρμογές, πρωτότυπα, κλπ) στον Επιστημονικό Υπεύθυνο ή/και χρηματοδότη σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στη σύμβαση μεταξύ του ΕΜΠ και του παραγγέλλοντα φορέα.

9) Σε περίπτωση οικονομικής δυνατότητας εκμετάλλευσης του προϊόντος της έρευνας ή ευρεσιτεχνίας πρέπει να συντάσσεται σχετικό συμφωνητικό ή σύμβαση με βάση το εκάστοτε ισχύον νομικό πλαίσιο, που να κατοχυρώνει το δικαίωμα αυτών που έχουν συμβάλει ουσιαστικά στην ανάπτυξη του σύνθετου έργου / προϊόντος.

10) Στην δημοσίευση πρώιμων/απορρεουσών εργασιών κατά τη διάρκεια ή μετά από την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής ΔΕ, περιλαμβάνονται τα ονόματα του συγγραφέα και του επιβλέποντα. Άλλα πρόσωπα τα οποία επίσης ενδέχεται να είχαν δημιουργική συνεισφορά στην εργασία αναφέρονται με την εκάστοτε πραγματική συμβολή.

11) Η χρήση ξένου υλικού με κατοχυρωμένα δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας ή η παραπομπή σε αυτό, στο πλαίσιο της μεταπτυχιακής ΔΕ, πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τους κανόνες της ακαδημαϊκής δεοντολογίας. Η παραβίαση αυτής της δεοντολογίας αποτελεί παράβαση του νόμου περί πνευματικής ιδιοκτησίας και θα αντιμετωπίζεται αναλόγως από το ίδρυμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β: ΕΙΔΙΚΟΙ ΟΡΟΙ ΓΙΑ ΤΟ ΔΠΜΣ
«ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ (COMPUTATIONAL MECHANICS)»

Άρθρο 18

«Δομή του ΔΠΜΣ»

1. Η Σχολή Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ σε συνεργασία με τις Σχολές Μηχανολόγων Μηχανικών, Πολιτικών Μηχανικών, Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών και Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών του ΕΜΠ λειτουργούν το Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΠΜΣ) στο επιστημονικό πεδίο «Υπολογιστική Μηχανική (Computational Mechanics)» σύμφωνα με τις διατάξεις της απόφασης αυτής και τις διατάξεις του Ν. 4957/2022.
2. Τη διοικητική υποστήριξη του προγράμματος αναλαμβάνει η Σχολή Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ.

Άρθρο 19

«Γνωστικό αντικείμενο και σκοπός του προγράμματος»

1. Το γνωστικό αντικείμενο του προγράμματος είναι η επιστήμη και η τεχνολογία των υπολογιστικών μεθόδων και μέσων που αφορούν στην αντιμετώπιση προβλημάτων, από την έρευνα και την εφαρμογή, της μηχανικής κυρίως των ρευστών και των στερεών υλικών. Η Υπολογιστική Μηχανική είναι διεπιστημονική και εδράζεται σε τρεις πυλώνες, τα μαθηματικά, την επιστήμη των υπολογιστών και τη μηχανική. Οι βασικοί άξονες - ροές του προγράμματος είναι δύο, η υπολογιστική μηχανική των ρευστών και η υπολογιστική μηχανική των στερεών. Και οι δύο ροές έχουν κοινό έδαφος βασικών γνώσεων σε ό,τι αφορά σε μαθηματικό υπόβαθρο και υπολογιστικές μεθόδους και διαφοροποιούνται ως προς το πεδίο εφαρμογής. Και οι δύο ροές προσανατολίζονται κυρίως σε εφαρμογές ενδιαφέροντος μηχανικού.
2. Ο σκοπός του προγράμματος είναι η υψηλού επιπέδου εκπαίδευση στην ανάπτυξη και χρήση υπολογιστικών μεθόδων που οδηγούν στην αποτελεσματική και λεπτομερή μοντελοποίηση και προσομοίωση φυσικών φαινομένων και στο σχεδιασμό διεργασιών και συστημάτων, με στόχο την αντιμετώπιση και επίλυση απαιτητικών επιστημονικών και τεχνικών προβλημάτων. Το πρόγραμμα παρέχει εκτεταμένες γνώσεις που ενισχύουν και συμπληρώνουν τις γνώσεις των Μηχανικών διαφόρων ειδικοτήτων, καθώς και άλλων επιστημόνων που δραστηριοποιούνται στο συγκεκριμένο γνωστικό πεδίο. Έτσι, υποστηρίζεται η κατανόηση και η εφαρμογή της Υπολογιστικής Μηχανικής Ρευστών και Στερεών στους διάφορους κλάδους της Βιομηχανίας. Ο κεντρικός στόχος του προγράμματος είναι η συμβολή στη δημιουργία στελεχών έρευνας και βιομηχανίας, και η περαιτέρω επιστημονική έρευνα, με υψηλή και διεθνώς ανταγωνιστική ειδίκευση.
3. Τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα του ΔΠΜΣ περιγράφονται αναλυτικά για κάθε μάθημα στο περίγραμμα του αντίστοιχου μαθήματος. Συνολικά, με την επιτυχή παρακολούθηση του ΔΠΜΣ, οι φοιτητές θα:
 - i. διαθέτουν ένα συνεκτικό και ολοκληρωμένο σώμα γνώσεων, στο οποίο εμπεριέχονται στοιχεία από τα γνωστικά πεδία της επιστήμης των μηχανικών, υπό το πρίσμα των αρχών της αειφορίας και τη διευθέτηση των περιβαλλοντικών ζητημάτων,
 - ii. διαθέτουν αντίληψη της εξελικτικής δυναμικής του επιστημονικού γνωστικού πεδίου και των τρεχουσών ή/και καινοτόμων εφαρμογών,

- iii. κατέχουν αναλυτική και προηγμένη γνώση του αντικειμένου τους, συμπεριλαμβανομένης της κριτικής κατανόησης των θεωριών, βασικών εννοιών, αρχών και μεθοδολογιών του επιστημονικού ή εφαρμοσμένου γνωστικού πεδίου,
- iv. σχεδιάζουν, διαχειρίζονται και υλοποιούν έρευνα για την παραγωγή νέας γνώσης και καινοτομίας,
- v. εφαρμόζουν τις γνώσεις και τις ικανότητες που απέκτησαν με αυτονομία και με τρόπο που να δείχνει επαγγελματισμό και κοινωνική υπευθυνότητα, ώστε να σχεδιάζουν λύσεις με πρωτότυπη και δημιουργική σκέψη,
- vi. αναλύουν και προσαρμόζουν τις αποκτηθείσες γνώσεις τους, για να τις εφαρμόζουν σε ποικίλα ζητήματα του επιστημονικού πεδίου σπουδών τους ή και του επαγγελματικού τους πεδίου,
- vii. εφαρμόζουν ορθά τα κατάλληλα εργαλεία και τις κατάλληλες τεχνικές ανάλυσης στη διερεύνηση των βασικών ερευνητικών θεμάτων του επιστημονικού τους πεδίου,
- viii. επιλύουν σύνθετα ή νέα προβλήματα του επιστημονικού πεδίου σπουδών τους, αναπτύσσοντας ολοκληρωμένες και δημιουργικές ή καινοτόμες λύσεις και προσεγγίσεις, υποστηρίζοντάς τες μεθοδολογικά και επιστημονικά,
- ix. λαμβάνουν αποφάσεις, να τις αξιολογούν και να αναλαμβάνουν την ευθύνη των αποφάσεων αυτών σε σύνθετα επαγγελματικά πλαίσια, τα οποία μεταβάλλονται συνεχώς και εξελίσσονται,
- x. επικοινωνούν αποτελεσματικά με εξειδικευμένες και μη ομάδες, ώστε να μεταφέρουν προφορικά, γραπτά και με άλλα μέσα πληροφορίες, ιδέες και λύσεις σε συγκεκριμένα θέματα που εντάσσονται στα πεδία δραστηριοποίησής τους,
- xi. αναπτύσσουν δράσεις στο πλαίσιο του επιστημονικού πεδίου των σπουδών τους, τόσο σε ατομικό όσο και σε συλλογικό επίπεδο.

Άρθρο 20

«Μεταπτυχιακός τίτλος»

Το ΔΠΜΣ απονέμει Δίπλωμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΜΣ) στην επιστημονική περιοχή της «Υπολογιστικής Μηχανικής», το οποίο αντιστοιχεί σε Diploma of Postgraduate Studies Master of Science in the scientific field of “Computational Mechanics”, μετά από επιτυχή περάτωση του σχετικού κύκλου σπουδών.

Άρθρο 21

«Διάρκεια Σπουδών»

Η ελάχιστη διάρκεια σπουδών στο ΔΠΜΣ «Υπολογιστική Μηχανική» είναι τρία (3) ακαδημαϊκά εξάμηνα και η μέγιστη διάρκεια φοίτησης είναι 2 έτη.

Άρθρο 22

«Γλώσσα διεξαγωγής του προγράμματος»

Η γλώσσα διεξαγωγής του ΔΠΜΣ «Υπολογιστική Μηχανική» είναι η αγγλική.

Άρθρο 23

«Πρόγραμμα Σπουδών»

1. Το πρόγραμμα των μεταπτυχιακών μαθημάτων περιλαμβάνει μαθήματα κορμού και μαθήματα εξειδίκευσης σε δύο ροές, την Ροή Α: Υπολογιστική Μηχανική Ρευστών - «Ρευστά» και την Ροή Β: Υπολογιστική Μηχανική Στερεών - «Στερεά». Η παρακολούθηση των μαθημάτων και υπολογιστικών ή εργαστηριακών ασκήσεων είναι υποχρεωτική και διαρκεί δύο εξάμηνα, ενώ στο τρίτο εξάμηνο εκπονείται η Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, με συγγραφή στην αγγλική γλώσσα. Οι κύριες κατευθύνσεις των μαθημάτων εξειδίκευσης είναι Διεργασίες, Κατασκευές, Υλικά και Περιβάλλον-Ενέργεια.

2. Το πρόγραμμα σπουδών της Ροής «Ρευστά» περιλαμβάνει τέσσερα (4) υποχρεωτικά μαθήματα (Υ), πέντε (5) μαθήματα επιλογής (Ε), και τη Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Το πρόγραμμα σπουδών της Ροής «Στερεά» περιλαμβάνει έξι (6) υποχρεωτικά μαθήματα (Υ), ένα (1) κατ' επιλογήν υποχρεωτικό μάθημα (KEY), δύο (2) μαθήματα επιλογής (Ε), και τη Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Για την απόκτηση του Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών απαιτείται η συμπλήρωση 90 πιστωτικών μονάδων - ECTS, οι οποίες προκύπτουν από την παρακολούθηση και την επιτυχή εξέταση των μαθημάτων και την εκπόνηση Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας.

4. Το πρόγραμμα περιλαμβάνει δύο (2) εξάμηνα μαθημάτων και ένα (1) εξάμηνο εκπόνησης της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας. Για την απόκτηση του ΔΜΣ απαιτείται η παρακολούθηση και επιτυχής εξέταση σε μαθήματα που συνολικά αντιστοιχούν σε τουλάχιστον 60 πιστωτικές μονάδες (ECTS), ενώ η εκπόνηση και επιτυχής εξέταση της μεταπτυχιακής ΔΕ ισοδυναμεί σε άλλες 30 μονάδες.

Ενδεικτικό πρόγραμμα σπουδών φαίνεται στον Πίνακα που ακολουθεί

1ο ΕΞΑΜΗΝΟ «ΡΕΥΣΤΑ» (Τέσσερα (4) Υποχρεωτικά Μαθήματα):	ECTS
Μηχανική Συνεχούς Μέσου (Υ) Continuum Mechanics	7
Υπολογιστικές Τεχνικές και Αλγόριθμοι Επίλυσης (Υ) Computational Techniques and Solution Algorithms	7
Προχωρημένες Υπολογιστικές Μέθοδοι και Εργαστήριο (Ροή Ρευστά) (Υ) Advanced Computational Methods and Laboratory	8
Μεταφορά Ορμής-Θερμότητας και Μάζας (Υ) Momentum, Heat and Mass Transfer	8
ΣΥΝΟΛΟ ECTS 1ου ΕΞΑΜΗΝΟΥ «ΡΕΥΣΤΑ»	30
1ο ΕΞΑΜΗΝΟ «ΣΤΕΡΕΑ» (Τέσσερα (4) Υποχρεωτικά Μαθήματα):	ECTS
Μηχανική Συνεχούς Μέσου (Υ) Continuum Mechanics	7
Υπολογιστικές Τεχνικές και Αλγόριθμοι Επίλυσης (Υ) Computational Techniques and Solution Algorithms	7

Προχωρημένες υπολογιστικές μέθοδοι και Εργαστήριο (Υ) Advanced Computational Methods and Laboratory	8
Ελαστική και Ανελαστική Συμπεριφορά Υλικών (Υ) Elastic and Inelastic Behavior of Materials	8
ΣΥΝΟΛΟ ECTS Α΄ ΕΞΑΜΗΝΟΥ ΡΟΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ	30
2ο ΕΞΑΜΗΝΟ «ΡΕΥΣΤΑ» - Πέντε (5) Μαθήματα Επιλογής:	
Γένεση και Προσαρμογή Αριθμητικών Πλεγμάτων (Ε) Grid Generation	6
Μέθοδος Πεπερασμένων Διαφορών και Όγκων Ελέγχου. Υπολογιστικές Μέθοδοι σε Τυρβώδεις Ροές (Ε) Finite Difference and Finite Control Volume Methods. Computational Methods in Turbulent Flows	6
Υπολογιστικές Μέθοδοι σε Πολυφασικά-Πολυσυστατικά-Αντιδρώντα Συστήματα (Ε) Computational Methods for Multiphase, Multi-component Reacting Systems	6
Υπολογιστικές Μέθοδοι Υδροδυναμικής (Ε) Computational Methods in Hydrodynamics	6
Μοριακή Προσομοίωση Υλικών (Ε) Molecular Simulation of Materials	6
Μέθοδος Συνοριακών Στοιχείων (Ε) Boundary Element Methods	6
Υπολογιστικές Μέθοδοι στη Διασπορά Ρυπαντών (Ε) Computational Methods for Pollutant Transport	6
Μέθοδοι Αιτιοκρατικής και Στοχαστικής Βελτιστοποίησης και Εφαρμογές (Ε) Deterministic and Stochastic Methods and Applications	6
Μη Γραμμική Δυναμική-Ανάλυση Πολλαπλών Κλιμάκων (Ε) Nonlinear Dynamics – Multiscale Analysis	6
Υπολογιστική Εμβιομηχανική (Ε) Computational Biomechanics	6
Υπολογιστικές Μέθοδοι Ανάλυσης Δυναμικών Συστημάτων και Εφαρμογές (Ε) Computational Analysis of Dynamic Systems and Applications to Fluid-Structure Interaction	6

Υπολογιστική Ανάλυση Διεργασιών σε Μακρο- και Μικροαντιδραστήρες: Εφαρμογές σε Νανοηλεκτρονική, Τρόφιμα και Ιατρική Διάγνωση (Ε) Computational Analysis of Processes in Macro- and Microreactors: Applications to Nanoelectronics, Food Industry, and Medical Diagnostics	6
ΣΥΝΟΛΟ ECTS Β΄ ΕΞΑΜΗΝΟΥ «ΡΕΥΣΤΑ»	30
Β΄ ΕΞΑΜΗΝΟ «ΣΤΕΡΕΑ» - Δύο (2) Υποχρεωτικά Μαθήματα, Ένα (1) Μάθημα κατ' επιλογήν υποχρεωτικό (KEY) και Δύο (2) Μαθήματα Επιλογής:	ECTS
Μη Γραμμικά Πεπερασμένα Στοιχεία (Υ) Nonlinear Finite Elements	6
Υπολογιστικές Μέθοδοι Ανάλυσης Δυναμικών Συστημάτων και Εφαρμογές (Υ) Computational Analysis of Dynamic Systems and Applications to Fluid-Structure Interaction	6
Γένεση και προσαρμογή αριθμητικών πλεγμάτων (KEY) Grid Generation	6
Βελτιστοποίηση κατασκευών (KEY) Structural Optimization	6
Εκτίμηση σφάλματος και προσαρμοστικές τεχνικές (Ε) Error Estimation and Adaptive Techniques	6
Σχεδίαση Κατασκευών με Παραδοχή Αστοχιών (Ε) Design of structures including Failures	6
Μέθοδοι Συνοριακών Στοιχείων (Ε) Boundary Element Methods	
Στοχαστικά Πεπερασμένα Στοιχεία (Ε) Stochastic Finite Elements	6
Σύνθετα και πολυμερή υλικά. Ανάλυση κατασκευών (Ε) Composite and Polymeric Materials. Construction Analysis	6
Μη Γραμμική Δυναμική-Ανάλυση Πολλαπλών Κλιμάκων (Ε) Nonlinear Dynamics – Multiscale Analysis	6
Υπολογιστική Εμβιομηχανική (Ε) Computational Biomechanics	6
Υπολογιστική Ανάλυση Διεργασιών σε Μακρο- και Μικροαντιδραστήρες: Εφαρμογές σε Νανοηλεκτρονική, Τρόφιμα και Ιατρική Διάγνωση (Ε) Computational Analysis of Processes in Macro- and Microreactors: Applications to Nanoelectronics, Food Industry, and Medical Diagnostics	6

ΣΥΝΟΛΟ ECTS Β΄ ΕΞΑΜΗΝΟΥ «ΣΤΕΡΕΑ»	30
Γ΄ ΕΞΑΜΗΝΟ	ECTS
ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	30
ΣΥΝΟΛΟ ECTS Γ΄ ΕΞΑΜΗΝΟΥ	30
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ ECTS	90

Άρθρο 24

«Αριθμός εισακτέων μεταπτυχιακών φοιτητών»

Ο ανώτατος αριθμός εισακτέων μεταπτυχιακών φοιτητών στο ΔΠΜΣ «Υπολογιστική Μηχανική» ορίζεται σε σαράντα (40), εκτός των εξαιρέσεων που προβλέπονται στο άρθρο 7 του παρόντος Κανονισμού. Ο συνολικός αριθμός εισακτέων μεταπτυχιακών φοιτητών κάθε έτος στο ΔΠΜΣ προσδιορίζεται από την ΕΠΣ σύμφωνα με τον αριθμό των διδασκόντων του ΔΠΜΣ και την αναλογία φοιτητών-διδασκόντων, την υλικοτεχνική υποδομή και τις αίθουσες διδασκαλίας,

Άρθρο 25

«Οργάνωση εκπαιδευτικής διαδικασίας»

1. Στο πρόγραμμα δίνεται η δυνατότητα στους φοιτητές να παρακολουθήσουν διαλέξεις, φροντιστηριακές και εργαστηριακές ασκήσεις, και σεμιναριακά μαθήματα. Τα μαθήματα, οι ασκήσεις, οι εργασίες και κάθε άλλου είδους εκπαιδευτικές και ερευνητικές δραστηριότητες, η επιτυχής παρακολούθηση των οποίων αποτελεί προϋπόθεση για την απονομή μεταπτυχιακού τίτλου, έχουν υποχρεωτική παρακολούθηση.
2. Στο πρόγραμμα ενθαρρύνεται η αυτενέργεια των μεταπτυχιακών φοιτητών μέσω εφαρμοσμένων μεθόδων διδασκαλίας. Το διδακτικό και μαθησιακό έργο υποστηρίζεται από τη χρήση οπτικο-ακουστικού υλικού, των νέων τεχνολογιών και ηλεκτρονικών εποπτικών μέσων, που διαθέτουν ως υλικοτεχνική υποδομή οι Σχολές του Ιδρύματος.
3. Το πρόγραμμα περιλαμβάνει δια ζώσης διδασκαλία.
4. Η χρήση μεθόδων σύγχρονης και ασύγχρονης εξ αποστάσεως εκπαίδευσης εν όλω ή εν μέρει μπορεί να γίνει στο ΔΠΜΣ «Υπολογιστική Μηχανική», κατά προτεραιότητα στο πλαίσιο της διεθνοποίησης, μετά από τεκμηριωμένη εισήγηση περί σκοπιμότητας, βιωσιμότητας και επάρκειας των σχετικών μέσων, και οργανώνεται και πραγματοποιείται μετά από έγκριση της ΕΠΣ του ΔΠΜΣ και απόφαση Συγκλήτου του ΕΜΠ, σύμφωνα και με το άρθρο 12 του παρόντος.
5. Η παροχή προγράμματος μερικής φοίτησης είναι δυνατή σύμφωνα με το άρθρο 10 το παρόντος.

Άρθρο 26

«Υλικοτεχνική υποδομή»

Η απαραίτητη υλικοτεχνική υποδομή, όπως αίθουσες διδασκαλίας, Εργαστήρια, και Ηλεκτρονικοί Υπολογιστές (ΗΥ), διατίθεται από τις συνεργαζόμενες Σχολές. Ενδεικτικά αναφέρεται το Εργαστήριο Προσωπικών Υπολογιστών και Υπολογιστικού Κέντρου PC-Lab της Σχολής Χημικών

Μηχανικών του ΕΜΠ. Η ΕΠΣ εισηγείται στα αρμόδια όργανα του ΕΜΠ τα απαραίτητα μέτρα για την ενίσχυση της υποδομής αυτής και την εξεύρεση των αναγκαίων πόρων για την απόκτηση νέας ή ανανέωση της υφιστάμενης υλικοτεχνικής υποδομής του ΔΠΜΣ.

Άρθρο 27

«Πηγές χρηματοδότησης»

Προκειμένου το ΔΠΜΣ «Υπολογιστική Μηχανική» να ανταποκριθεί στις υποχρεώσεις και στους στόχους του, το λειτουργικό του κόστος προβλέπεται να καλύπτεται από τις εξής πηγές χρηματοδότησης:

- i. Προϋπολογισμό ΕΜΠ,
- ii. Προϋπολογισμό Υπουργείο Παιδείας, Θρησκευμάτων και Αθλητισμού
- iii. Τέλη φοίτησης από φοιτητές εκτός ΕΕ,
- iv. Δωρεές, παροχές, κληροδοτήματα, χορηγίες,
- v. Έσοδα του Ειδικού Λογαριασμού Κονδυλίων Έρευνας ΕΜΠ,
- vi. Πόρους από ερευνητικά προγράμματα στην επιστημονική περιοχή του ΔΠΜΣ, η διαχείριση των οποίων γίνεται σύμφωνα με τους κανόνες λειτουργίας του Ειδικού Λογαριασμού Κονδυλίων Έρευνας ΕΜΠ,
- vii. Πόρους από προγράμματα της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή άλλων διεθνών οργανισμών,
- viii. Κάθε άλλη πηγή, συμβατή με τους σκοπούς του ΔΠΜΣ, την ακαδημαϊκή δεοντολογία και τις αποφάσεις της Συγκλήτου του ΕΜΠ.

Άρθρο 28

«Τύπος Διπλώματος»

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
 ΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
 ΜΕ ΠΡΟΤΑΣΗ
 ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΣΠΟΥΔΩΝ
 ΤΟΥ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
 "ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ"
 ΜΕ ΕΠΙΣΠΕΥΔΟΥΣΑ ΤΗ ΣΧΟΛΗ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
 ΚΑΙ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΥΣΕΣ ΤΙΣ ΣΧΟΛΕΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ,
 ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ, ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ
 ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΟΥ Ε.Μ.Π.

ΑΠΟΝΕΜΕΙ

Στον/ην

ο οποίος/η οποία τον (μήνα, έτος) εκπλήρωσε τις υποχρεώσεις του

ΔΙΠΛΩΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

MASTER OF SCIENCE

ΣΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ:

“ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ”

ΜΕ ΒΑΘΜΟ "ΚΑΛΩΣ / ΛΙΑΝ ΚΑΛΩΣ / ΑΡΙΣΤΑ."

Αθήνα, (ημερομηνία)

Ο Διευθυντής του Προγράμματος | Ο Γραμματέας της Σχολής Χημικών Μηχανικών | Ο Πρύτανης

HELLENIC REPUBLIC

THE NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS

BY RECOMMENDATION

OF THE PROGRAMME STUDIES COMMITTEE

OF THE INTEDISCIPLINARY POSTGRADUATE PROGRAMME

"COMPUTATIONAL MECHANICS"

UNDER THE COORDINATION OF THE SCHOOL OF CHEMICAL ENGINEERING

AND THE PARTICIPATION OF THE SCHOOLS OF MECHANICAL ENGINEERING, CIVIL ENGINEERING,
NAVAL ARCHITECTURE & MARINE ENGINEERING, APPLIED MATHEMATICAL AND PHYSICAL
SCIENCES OF THE N.T.U.A.

AWARDS TO

...

who in (month, year), fulfilled all the academic requirements

DIPLOMA OF POSTGRADUATE STUDIES

MASTER OF SCIENCE

IN THE SCIENTIFIC FIELD OF

“COMPUTATIONAL MECHANICS”

WITH THE GRADE "GOOD / VERY GOOD / EXCELLENT”

Athens, Greece, (date)

The Director of the Postgraduate Programme | The Secretary of the School of Chemical Engineering
| The Rector

Άρθρο 29**«Μεταβατικές διατάξεις»**

1. Οι μεταπτυχιακοί φοιτητές που έχουν εισαχθεί στο πρόγραμμα μέχρι και το ακαδημαϊκό έτος 2022-2023 θα περατώσουν τις σπουδές τους σύμφωνα με τις διατάξεις της προηγούμενης απόφασης Συγκλήτου ΕΜΠ (συνεδρίαση 1^η/09.05.2018) – ΦΕΚ 3265 τ.Β'/08.08.2018.
2. Όσα θέματα δεν προβλέπονται στην παρούσα απόφαση θα ρυθμίζονται από τα αρμόδια όργανα σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.
3. Η απόφαση αυτή να δημοσιευθεί στην εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ ΔΠΜΣ «ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ»

Μηχανική Συνεχούς Μέσου, Εξάμηνο 1^ο, «ΡΕΥΣΤΑ» και «ΣΤΕΡΕΑ»

Η έννοια του συνεχούς υλικού μέσου, ορισμός των εννοιών: μάζα, πυκνότητα, όγκος. Η έννοια του υλικού σημείου και η συσχέτισή του με την μαθηματική ανάλυση. Κινηματική ενός υλικού μέσου: θέση, τροχιά, ταχύτητα επιτάχυνση. Lagrangian και Eulerian περιγραφή. Το πεδίο μετακινήσεων και η ανάλυσή του. Οι κινήσεις απολύτως στερεού.

Ανάλυση της κινηματικής παραμορφώσιμων συνεχών μέσων. Ορισμός του τανυστή παραμορφώσεων και τροπών. Οι διάφορες εκδοχές του τανυστή τροπών. Το πολικό θεώρημα. Υπολογισμός μέγιστης επιμήκυνσης. Υπολογισμός της μεταβολής επιφανειών και όγκων.

Οι εξισώσεις της δυναμικής. Ισολογισμοί μάζας, ορμής, στροφορμής και ενέργειας. Ο τανυστής των τάσεων. Ορθές και διατμητικές τάσεις. Σύστημα κυρίων κατευθύνσεων. Υπολογισμός της μέγιστης ορθής και μέγιστης διατμητικής τάσης. Η ισορροπία με αναφορά στην απαραμόρφωτη και στην παραμορφωμένη κατάσταση.

Οι ιδιότητες των ελαστικών υλικών. Τα ισότροπα και ομογενή μέσα. Η ιδιότητα της ανισοτροπίας και οι παραλλαγές της. Οι σχέσεις τάσεων τροπών.

Βασικά παραδείγματα και εφαρμογές για στερεά: εφελκυσμός – θλίψη, στρέψη και κάμψη και συνδυασμός τους. Κάμψη και διάτμηση δοκών. Ελαστικά κύματα.

Υπολογιστικές Τεχνικές και Αλγόριθμοι Επίλυσης, Εξάμηνο 1^ο, «ΡΕΥΣΤΑ»

Γνωριμία με υπολογιστικές τεχνικές και αλγορίθμους επίλυσης στην Υπολογιστική Ρευστοδυναμική αλλά και στην Υπολογιστική Μηχανική γενικότερα, με έμφαση σε προβλήματα που αναλύονται κυρίως με διακριτοποιήσεις με σχήματα πεπερασμένων διαφορών ή πεπερασμένων όγκων, σε μη-δομημένα και (κυρίως) σε δομημένα πλέγματα.

Διακριτοποίηση σε δομημένα και μη-δομημένα πλέγματα. Διαφοροποιήσεις ως προς τα προκύπτοντα Μητρώα και τη μορφή τους. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

Γραμμικοποίηση. Δέλτα διατύπωση επαναληπτικού σχήματος. Σφάλμα λύσης και υπόλοιπο εξίσωσης. Βασικές επαναληπτικές μέθοδοι για γραμμικά συστήματα: Jacobi, Gauss-Seidel, χρήση χαλάρωσης. Κακώς τοποθετημένα προβλήματα, κατάσταση Μητρώου και αριθμοί κατάστασης. Διατύπωση και ιδιότητες γενικών επαναληπτικών σχημάτων. Αναγκαίες και ικανές συνθήκες σύγκλισης. Ασυμπτωτικός ρυθμός σύγκλισης. M-Μητρώα και σύνδεσή τους με τα επαναληπτικά σχήματα. Κανονική διάσπαση Μητρώου. Προσταθεροποίηση γραμμικού προβλήματος.

Τεχνικές προσεγγιστικής παραγοντοποίησης. Ατελής παραγοντοποίηση M-Μητρώων. Παραγοντοποίηση με ή χωρίς πλήρωση. Η μέθοδος παραγοντοποίησης SIP (ισχυρή πεπλεγμένη διαδικασία παραγοντοποίησης) και η τροποποιημένη (MSIP) παραλλαγή της.

Μέθοδοι υποχώρων Krylov. Γραμμική και μη-γραμμική μέθοδος GMRES. GMRES με επανεκκίνηση. Αλγόριθμος Arnoldi. GMRES με προσταθεροποίηση. Αριστερή και δεξιά προσταθεροποίηση.

Τεχνικές πολυπλέγματος. Αλγεβρικές και γεωμετρικές μορφές πολυπλέγματος. Τελεστές επέκτασης περιορισμού, 1Δ και 2Δ. Σχήματα τύπου V, W, κλπ.

Βασικές αρχές του παράλληλου προγραμματισμού. Εμπλοκή παράλληλου προγραμματισμού για όλα τα ανωτέρω.

Προχωρημένες Υπολογιστικές Μέθοδοι και Εργαστήριο, Εξάμηνο 1^ο, «ΡΕΥΣΤΑ»

Εισαγωγή: Ρεαλιστική μοντελοποίηση φυσικο-χημικών φαινομένων. Προσεγγιστική επίλυση διαφορικών εξισώσεων με μερικές παραγώγους που διέπουν τη διατήρηση μάζας, ορμής και ενέργειας.

Εισαγωγή στις μεθόδους διακριτοποίησης των εξισώσεων διατήρησης. Εισαγωγή στη μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων. Περιγραφή της μεθόδου Galerkin πεπερασμένων στοιχείων και διατυπώσεις του προσεγγιστικού προβλήματος μέσω λογισμού μεταβολών.

Περί γένεσης αριθμητικού πλέγματος. Συναρτήσεις βάσης πεπερασμένων στοιχείων για μονοδιάστατα και δι-διάστατα χωρία. Εκτιμήσεις σφάλματος.

Διακριτοποίηση μονοδιάστατων γραμμικών προβλημάτων συνοριακών τιμών. Εξαγωγή του αλγεβρικού συστήματος εξισώσεων για την εύρεση αριθμητικής λύσης.

Διακριτοποίηση διδιάστατων γραμμικών προβλημάτων συνοριακών τιμών. Εξαγωγή του γραμμικού συστήματος εξισώσεων για την εύρεση αριθμητικής λύσης. Εισαγωγή συνοριακών συνθηκών Dirichlet, Neumann και Robin.

Περιγραφή υπολογιστικού κώδικα για την επίλυση μονοδιάστατου γραμμικού προβλήματος.

Περιγραφή υπολογιστικού κώδικα για την επίλυση διδιάστατου γραμμικού προβλήματος.

Ευθείς επιλύτες αλγεβρικών συστημάτων – ευθείς επιλύτες αραιών γραμμικών συστημάτων. Ενσωμάτωση κώδικα του μετωπικού επιλύτη (frontal solver).

Διακριτοποίηση μονοδιάστατων και δι-διάστατων μη-γραμμικών προβλημάτων συνοριακών τιμών. Περιγραφή της μεθόδου Newton-Raphson.

Μέθοδοι παραμετρικού βηματισμού. Στοιχεία ανάλυσης πολλαπλότητας και ευστάθειας λύσεων.

Υπολογιστικό εργαστήριο: ανάπτυξη πηγαίων κωδίκων πεπερασμένων στοιχείων (FORTRAN ή MATLAB). Εισαγωγή στον εμπορικό κώδικα πεπερασμένων στοιχείων: COMSOL Multiphysics.

Μεταφορά Ορμής - Θερμότητας και Μάζας, Εξάμηνο 1^ο, «ΡΕΥΣΤΑ»

Σκοπός του μαθήματος είναι να αναπτύξει την ικανότητα της μαθηματικής περιγραφής των ρευστομηχανικών φαινομένων και της τοποθέτησης των κατάλληλων οριακών συνθηκών. Ακολουθώντας, μέσω της παρουσίασης αναλυτικών λύσεων και της οπτικής παρατήρησης πεδίων ροής να εξοικειώσει τον φοιτητή με την τοπολογία και ανάπτυξη των πεδίων ροής και να τον εισάγει στο κατεξοχήν ρευστομηχανικό πρόβλημα της εποχής, το πρόβλημα της κατανόησης και αντιμετώπισης της τύρβης.

Η πρώτη ενότητα περιλαμβάνει, την περιγραφή της κινηματικής των ρευστών, στο πλαίσιο της μηχανικής του συνεχούς μέσου. Παρουσιάζονται, η κατά Lagrange και κατά Euler αναπαραστάσεις της ροής, η κίνηση του ρευστού (ορθή και διατμητική παραμόρφωση, περιστροφή). Περιγράφεται η εντατική κατάσταση του ρευστού (ορθές και διατμητικές τάσεις) και γίνεται εισαγωγή στην έννοια της συνεκτικότητας.

Η δεύτερη ενότητα περιλαμβάνει τη μαθηματική θεμελίωση των νόμων διατήρησης της ρευστομηχανικής. Η Διατήρηση μάζας, ο δεύτερος νόμος του Νεύτωνα και το θεώρημα ορμής, η εξίσωση διατήρησης ενέργειας (πρώτος και δεύτερος θερμοδυναμικός νόμος), οι εξισώσεις στροβιλότητας. Περιγράφονται οι καταστατικοί νόμοι τάσεων-παραμορφώσεων και παρουσιάζονται οι εξισώσεις Navier-Stokes σε διάφορα συστήματα συντεταγμένων (καρτεσιανά, ορθογώνια καμπυλόγραμμα).

Η τρίτη ενότητα περιλαμβάνει εισαγωγή στην τύρβη και στα μαθηματικά πρότυπα προσομοίωσής της σε πεδία ροής τεχνολογικού ενδιαφέροντος. Οι τάσεις Reynolds, τάξη μεγέθους των τάσεων Reynolds, δύο τύποι ροών, στρωτή-τυρβώδης. Η γραμμική θεωρία ευστάθειας της ροής. Ορισμός τύρβης. Ισοζύγιο μέσης κινητικής ενέργειας του ρευστού σε τυρβώδη ροή, τυρβώδης οριακό στρώμα κοντά σε τοίχο, μια διαφορική εξίσωση για τις τάσεις Reynolds, η εξίσωση διατήρησης της τυρβώδους κινητικής ενέργειας, ισοζύγιο τυρβώδους κινητικής ενέργειας σε οριακό στρώμα, η τυρβώδης ροή στη γειτονιά του στερεού ορίου, ειδικές μορφές «νόμο του τοίχου», η υπόθεση Boussinesq (1877). Μοντέλο μηδενικής τάξης ή αλγεβρικό του Prandtl, μοντέλο μιας εξίσωσης. Μοντελοποίηση της εξίσωσης της τυρβώδους κινητικής ενέργειας, το μοντέλο του Bradshaw, μοντέλα τυρβώδους ροής δυο εξισώσεων, $(k - \epsilon)$ και άλλα, διανομή της τυρβώδους κινητικής ενέργειας και κλίμακας μήκους σε ροές με ανάρρου, το μοντέλο των τάσεων Reynolds, επίδραση εξωτερικών δυνάμεων στη δημιουργία τύρβης. Συσχέτιση δυο ταχυτήτων, η αδρανειακή υποπεριοχή, μετρήσεις του μονοδιάστατου φάσματος ενέργειας σε πλήρως ανεπτυγμένη ροή σε σωλήνα, η κλίμακα μήκους των μικροδινών. Το μοντέλο των μεγάλων δινών, τελευταίες ανακαλύψεις στο μηχανισμό γένεσης της τύρβης.

Προχωρημένες Υπολογιστικές Μέθοδοι και Εργαστήριο, Εξάμηνο 1^ο, «ΣΤΕΡΕΑ»

1. Προβλήματα συνοριακών τιμών σε μία διάσταση

Γενικά – Δεύτερης τάξης προβλήματα – Η συνεχής ισχυρή μορφή – Ο χώρος λύσεων της συνεχούς ισχυρής μορφής – Η συνεχής μεταβολική μορφή – Το συναρτησιακό της ενέργειας – Το πρόβλημα ελαχιστοποίησης – Το μεταβολικό πρόβλημα – Ισοδυναμία ισχυρής, μεταβολικής μορφής και προβλήματος ελαχιστοποίησης – Διερεύνηση των ιδιοτήτων του χώρου λύσεων για το μεταβολικό πρόβλημα – Ειδικές περιπτώσεις.

Τέταρτης τάξης προβλήματα συνοριακών τιμών σε μία διάσταση – Η συνεχής ισχυρή μορφή – Η μεταβολική μορφή.

Η ασθενής μορφή των προβλημάτων συνοριακών τιμών – Η ασθενής μορφή για 2ης τάξης μονοδιάστατα προβλήματα – Η ασθενής μορφή για 4ης τάξης μονοδιάστατα προβλήματα – Η ασθενής μορφή για το γενικό πρόβλημα συνοριακών τιμών.

Η διακριτοποίηση των μεταβολικών μορφών – Η μέθοδος Ritz – Η γενική μέθοδος των σταθμικών υπολοίπων – Υποπεριπτώσεις της μεθόδου σταθμικών υπολοίπων – Η μέθοδος Galerkin – Η μέθοδος ελάχιστων τετραγώνων – Η μέθοδος ταξιδείας – Η μέθοδος υποχωρίων – Παράδειγμα εφαρμογής των μεθόδων σταθμικών υπολοίπων – Απευθείας διακριτοποίηση της ισχυρής μορφής με σχήμα Πεπερασμένων Διαφορών.

2. Η Μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων σε μία διάσταση

Αριθμητική επίλυση του μονοδιάστατου προβλήματος συνοριακών τιμών 2ης τάξης – Επίλυση με εφαρμογή της μεθόδου Ritz – Επίλυση με γραμμικά πεπερασμένα στοιχεία – (Υπολογισμός του ολικού μητρώου δυσκαμψίας και διανύσματος φόρτισης – Υπολογισμός μητρώου δυσκαμψίας και διανύσματος φόρτισης στοιχείου).

Επίλυση με δευτέρου βαθμού (τετραγωνικά) πεπερασμένα στοιχεία (Υπολογισμός του ολικού μητρώου δυσκαμψίας και διανύσματος φόρτισης – Υπολογισμός μητρώου δυσκαμψίας και διανύσματος φόρτισης στοιχείου).

Εκτίμηση σφάλματος στη μέθοδο των Πεπερασμένων Στοιχείων – Γενικά θεωρήματα – Εκτίμηση σφάλματος για γραμμικά στοιχεία.

Συνοριακές συνθήκες γενικότερης μορφής.

Υπερσύγκλιση.

3. Προβλήματα συνοριακών τιμών σε δύο διαστάσεις

Το γενικό πρόβλημα συνοριακών τιμών σε δύο διαστάσεις – Πεπερασμένα στοιχεία για προβλήματα συνοριακών τιμών σε δύο διαστάσεις.

4. Το πρόβλημα της γραμμικής ελαστικότητας

Διατύπωση μετατοπίσεων – Αρχή του ελάχιστου της δυναμικής ενέργειας και δυνατών έργων.

5. Μικτές και υβριδικές διατυπώσεις στη περίπτωση δοκών

Συναρτησιακά Hellinger-Reissner και Hu-Washizou. - Συναρτησιακά ποιηής - Μικτές διατυπώσεις δοκών – Το πρόβλημα του «κλειδώματος» 4(Locking).

6. Μικτές και υβριδικές διατυπώσεις στη περίπτωση πλακών και κελυφών

Συναρτησιακά Hellinger-Reissner και Hu-Washizou. - Συναρτησιακά ποιηής - Μικτές διατυπώσεις πλακών και κελυφών – Το πρόβλημα του «κλειδώματος» (Locking).

7. Μικτές και υβριδικές διατυπώσεις στη περίπτωση της τριδιάστατης ελαστικότητας

Συναρτησιακά Hellinger-Reissner και Hu-Washizou. - Συναρτησιακά ποιηής - Μικτές διατυπώσεις.

8. Προσαρμοστικά πεπερασμένα στοιχεία.

Υπολογιστικές Τεχνικές και Αλγόριθμοι Επίλυσης, Εξάμηνο 1^ο, «ΣΤΕΡΕΑ»

Σκοπός του μαθήματος είναι η εμπέδωση σε υπολογιστικές τεχνικές και αλγορίθμους επίλυσης στην Υπολογιστική Ρευστομηχανική και Δομητική Μηχανική (πεπερασμένα στοιχεία, πεπερασμένες διαφορές, πεπερασμένοι όγκοι).

Ελαστική και Ανελαστική Συμπεριφορά Υλικών, Εξάμηνο 1^ο, «ΣΤΕΡΕΑ»

Μαθηματικά προλεγόμενα : Διανύσματα και καρτεσιανοί τανυστές. Πράξεις μεταξύ τανυστών. Παραγωγή και ολοκλήρωση τανυστικών συναρτήσεων. Βασικά θεωρήματα του τανυστικού λογισμού.

Βασικές έννοιες και εξισώσεις : Το διάνυσμα τάσης και ο τανυστής τάσης. Νόμοι ισοζυγίου (μάζας, ορμής, στροφορμής και ενέργειας). Η εξίσωση κίνησης. Η συμμετρία του τανυστή τάσης. Η εξίσωση της ενέργειας. Η παραμόρφωση και ο τανυστής τροπής. Η πυκνότητα ενεργείας παραμόρφωσης. Καταστατικές σχέσεις και ο νόμος του Hooke.

Γραμμική ελαστικότητα: Εξισώσεις Navier. Εξισώσεις Beltrami – Michell. Συνοριακές και αρχικές συνθήκες. Τα Θεωρήματα αμοιβαιότητας και Clapeyron. Τα βασικά προβλήματα συνοριακών τιμών. Αρχή της επαλληλίας. Μοναδικότητα της λύσης.

Μεταβολική διατύπωση της ελαστικότητας: Η αρχή του ελάχιστου της ολικής δυναμικής ενέργειας. Η μέθοδος Galerkin. Η αρχή των δυνατών έργων και η ασθενής διατύπωση της ελαστοστατικής. Η μέθοδος Ritz. Η αρχή Hamilton για την ελαστοδυναμική.

Δισδιάστατα προβλήματα της ελαστοστατικής : Επίπεδη ένταση. Επίπεδη παραμόρφωση. Αντί-επίπεδη διάτμηση. Τασική συνάρτηση Airy. Η αρχή του Saint - Venant (εφελκυσμός, κάμψη, στρέψη).

Θερμοελαστικότητα: Η Θερμική τάση. Το ισοζύγιο της ενέργειας παρουσία θερμικής ροής. Ο δεύτερος νόμος της θερμοδυναμικής. Η καταστατική σχέση της ζευγμένης θερμοελαστικότητας. Οι εξισώσεις πεδίου. Το πρόβλημα αρχικών - συνοριακών τιμών της δυναμικής θερμοελαστικότητας.

Ιξωελαστικότητα: Βασικά στοιχεία της ιξωελαστικής συμπεριφοράς. Ερπυσμός. Χαλάρωση τάσης. Μονοδιάστατη καταστατική σχέση διαφορικού τύπου 1ης τάξης. Ελατήρια και αποσβεστήρες, Το μοντέλο Maxwell. Το μοντέλο Kelvin-Voigt. Μοντέλα με περισσότερα στοιχεία. Γενικευμένη καταστατική σχέση ανώτερης τάξης. Καταστατική σχέση ολοκληρωτικού τύπου.

Ελαστοπλαστικότητα: Βασικά στοιχεία της ελαστοπλαστικής συμπεριφοράς. Ελαστική και πλαστική τροπή. Η ιδεατή ελαστο-πλαστικότητα. Ελαστο-πλαστικότητα με γραμμική ιστροπική κράτυνση. Ελαστική περιοχή και επιφάνεια διαρροής. Νόμος διαρροής. Συνθήκη Kuhn - Tucker και συμβατότητας.

Γένεση και Προσαρμογή Αριθμητικών Πλεγμάτων, Εξάμηνο 2ο, «ΡΕΥΣΤΑ» και «ΣΤΕΡΕΑ»

Σκοπός του μαθήματος είναι να δημιουργήσει θεωρητικές και πρακτικές βάσεις σχετικές με μεθόδους γένεσης υπολογιστικών πλεγμάτων και τη χρήση/διαχείρισή τους, (συμπεριλαμβανομένης της προσαρμογής τους) στη λύση φυσικών προβλημάτων που καλύπτονται από μερικές διαφορικές εξισώσεις, στην ευρύτερη περιοχή της Υπολογιστικής Μηχανικής.

Περιλαμβάνει:

2D, 3D και επιφανειακά δομημένα και μη-δομημένα πλέγματα.

Διαχείριση πλεγμάτων σε αριθμητικές μεθόδους της Ρευστομηχανικής και τη Δομικής Μηχανικής.

Καμπυλόγραμμα συστήματα συντεταγμένων και σχετικοί μετασχηματισμοί συντεταγμένων. Γένεση οριόδετων δομημένων πλεγμάτων με αλγεβρικές μεθόδους αλλά και με χρήση μερικών διαφορικών εξισώσεων, κυρίως τύπου Laplace και Poisson. Έλεγχος της ποιότητας του πλέγματος μέσω κατάλληλων όρων πηγής.

Επιφανειακά πλέγματα, πρώτη και δεύτερη θεμελιώδης μορφή επιφάνειας και οι αντίστοιχοι συντελεστές. Καμπυλότητα (κάθετη, μέση, κλπ). Εξισώσεις Gauss-Weingarten. Σύμβολα Christoffel σε επιφανειακά πλέγματα.

Τοπολογία μη-δομημένων πλεγμάτων, τρόποι αποθήκευσης και διαχείρισής τους σε λογισμικό. Μέθοδοι γένεσης μη-δομημένων πλεγμάτων. Τριγωνοποίηση κατά Delaunay και βασικές ιδιότητές της. Η τεχνική του προελαύνοντος μετώπου. 3D μη-δομημένα πλέγματα τετραεδρικών στοιχείων και υβριδικά πλέγματα.

Προσαρμογή μη-δομημένων αλλά και δομημένων πλεγμάτων στην υπό διαμόρφωση λύση. Τεχνικές και κριτήρια προσαρμογής, αλγόριθμοι εμπλουτισμού και απεμπλουτισμού. Εμπλουτισμός h-τύπου και p-τύπου.

Διακριτοποίηση διαφορικών τελεστών σε δομημένα και μη-πλέγματα.

Αριθμητικές εφαρμογές με χρήση οικείου λογισμικού, ώστε να αποκτηθεί πρακτική εμπειρία.

Μέθοδος Πεπερασμένων Διαφορών και Όγκων Ελέγχου. Υπολογιστικές Μέθοδοι σε Τυρβώδεις Ροές, Εξάμηνο 2ο, «ΡΕΥΣΤΑ»

Μαθηματική Περιγραφή Φαινομένων Μεταφοράς: Αρχές διατήρησης. Θεμελιώδεις διαφορικές εξισώσεις. Φαινομενολογικοί νόμοι. Νόμοι που διέπουν τις πηγές. Γενική μορφή των εξισώσεων διατήρησης. Γενικευμένη Αρχή Διατήρησης.

Υπολογιστικές Μέθοδοι – Διακριτοποίηση: Ταξινόμηση διαφορικών εξισώσεων. Φύση του καλώς τοποθετημένου προβλήματος. Αριθμητική επίλυση εξίσωσης μεταφοράς. Προσέγγιση παραγώγου με πεπερασμένες διαφορές. Προσέγγιση παραγώγου με πολυώνυμα παρεμβολής. Προσέγγιση παραγώγου με χρήση σειρών Taylor. Ακρίβεια προσέγγισης παραγώγου. Εκφράσεις πεπερασμένων διαφορών. Εκφράσεις πρώτης και δεύτερης παραγώγου.

Βασικές Ιδιότητες Αριθμητικών Σχημάτων: Εξίσωση καθαρής συναγωγής. Διακριτοποίηση εξισώσεων μερικών παραγώγων. Διακριτοποίηση εξίσωσης συναγωγής (σχήμα FTBS). Τάξη ακρίβειας σχήματος διακριτοποίησης. Συνέπεια, Ευστάθεια, Σύγκλιση αριθμητικού σχήματος. Ανάλυση ευστάθειας – Μέθοδος Von Neumann. Συνάρτηση απόκρισης για την εξίσωση συναγωγής. Πλάτος και φάση της συνάρτησης απόκρισης. Ευστάθεια σχήματος FTBS.

Εξίσωση Καθαρής Διάχυσης: Μονοδιάστατα προβλήματα – Εξίσωση Μοντέλο. Ρητά σχήματα. Σχήμα FTCS: Ανάλυση σφάλματος αποκοπής. Ανάλυση ευστάθειας. Σχήμα LeapFrog. Σχήμα DuFort-Frankel. Πεπλεγμένα αριθμητικά σχήματα: Γενική μορφή. Ανάλυση σφάλματος αποκοπής. Ανάλυση ευστάθειας.

Εξίσωση Συναγωγής – Διάχυσης: Αναλυτική λύση. Σχήμα FTCS: Εξίσωση διαφορών. Συνέπεια, Ευστάθεια, Αριθμητική διάχυση σχήματος. Σχήμα Ανάντη Διαφορών: Εξίσωση διαφορών. Συνέπεια, Ευστάθεια, Αριθμητική διάχυση σχήματος.

Μέθοδος Πεπερασμένων Όγκων Ελέγχου: Ολοκλήρωση της Εξίσωσης Μεταφοράς. Ολοκληρωτική μορφή. Υπολογιστικό πλέγμα – Όγκοι ελέγχου. Διακριτοποίηση της εξίσωσης μεταφοράς. Χειρισμός όρων συναγωγής και διάχυσης. Σχήμα Κεντρικών Διαφορών. Σχήμα Ανάντη Διαφορών. Ψευδοδιάχυση. Υβριδικό σχήμα. Χειρισμός του όρου πηγής. Τελική μορφή της διακριτοποιημένης εξίσωσης μεταφοράς. Επίλυση του υδροδυναμικού πεδίου: Αλγόριθμοι SIMPLE και SIMPLER. Οριακές συνθήκες για βαθμωτό μέγεθος. Οριακές συνθήκες για την εξίσωση ορμής – Συναρτήσεις τοίχου. Οριακή συνθήκη «Σταθερής Τιμής Πεδίου». Τελική μορφή του όρου πηγής.

Επίλυση Συστημάτων Γραμμικών Αλγεβρικών Εξισώσεων: Διατύπωση του προβλήματος. Άμεσες Μέθοδοι: Μέθοδος Απαλοιφής Gauss. Μέθοδος LU-Παραγοντοποίησης. Αλγόριθμος Thomas. Αξιολόγηση των άμεσων μεθόδων. Επαναληπτικές Μέθοδοι: Γενική δομή επαναληπτικών μεθόδων. Μέθοδοι επίλυσης «Σημείο προς Σημείο». Μέθοδος Jacobi. Μέθοδος Gauss-Seidel. Μέθοδος της Διαδοχικής Υπερχαλάρωσης. Μέθοδος «Γραμμή προς Γραμμή»: επίλυση και επιτάχυνση μεθόδου. Μέθοδος SIP.

Υπολογιστική Προσομοίωση Φαινομένων Μεταφοράς: Διατύπωση προβλήματος: Φυσικο-χημικοί Μηχανισμοί. Συνοριακές συνθήκες. Χωρική διακριτοποίηση πεδίου επίλυσης. Ιδιότητες ρευστού. Διαδικασία προσομοίωσης: Διακριτοποίηση εξισώσεων. Επίλυση αλγεβρικών συστημάτων.

Κώδικας Υπολογιστικής Ρευστοδυναμικής: Περιγραφή κώδικα. Δομή αρχείου εισόδου. Τεχνικές γένεσης υπολογιστικού πλέγματος. Καθορισμός ιδιοτήτων ρευστού. Εισαγωγή συνοριακών συνθηκών. Εισαγωγή όρων διαφορικών εξισώσεων. Επαναληπτικές μέθοδοι επίλυσης. Σύγκλιση μεθόδου: Διαδικασία, Κριτήρια, Ρυθμίσεις. Μελέτη ανεξαρτησίας της λύσης από το πλέγμα. Απεικόνιση και επεξεργασία αποτελεσμάτων. Εφαρμογές: Επίλυση προβλημάτων τυρβώδους ροής και στρωτής ροής με χημική αντίδραση με το λογισμικό PHOENICS.

Υπολογιστικές Μέθοδοι σε Πολυφασικά-Πολυσυστατικά - Αντιδρώντα Συστήματα, Εξάμηνο 2ο, «ΡΕΥΣΤΑ»

Το μάθημα περιλαμβάνει εισαγωγή στις αρχές διατήρησης ορμής, ενέργειας και μάζας σε πολυφασικές και πολυσυστατικές ροές με και χωρίς χημική αντίδραση. Περιγράφονται οι τύποι ροής που συναντώνται σε πολυφασικά – αντιδρώντα συστήματα και παρουσιάζονται αναλυτικά

μεθοδολογίες μοντελοποίησης και αριθμητικής επίλυσης. Γίνεται εισαγωγή στην ανάλυση και εφαρμογές θερμοχημικών συστημάτων και στην υπολογιστική μοντελοποίηση συστημάτων τεχνικής και ανεξέλεγκτης καύσης. Παρουσιάζονται μηχανισμοί χημικής κινητικής. Γίνεται ανάλυση κώδικα επίλυσης πολυφασικών ροών και εφαρμογή στην υπολογιστική προσομοίωση προβλημάτων διφασικής ροής με και χωρίς χημική αντίδραση.

Υπολογιστικές Μέθοδοι Υδροδυναμικής, Εξάμηνο 2ο, «ΡΕΥΣΤΑ»

Μη γραμμικές ροές με ελεύθερη επιφάνεια: Επισκόπηση των φυσικών νόμων και της μαθηματικής διατύπωσης των προβλημάτων διάδοσης κυματισμών ελεύθερης επιφάνειας.

Μεταβολικές διατυπώσεις: Αρχή του Luke. Αρχή του Hamilton. Αναπαραστάσεις του κυματικού πεδίου. Θεώρημα Green. Αναπτύγματα του κυματικού πεδίου σε σειρές τοπικών ιδιοσυναρτήσεων. Παραγωγή μη-γραμμικών εξισώσεων διάδοσης υδάτινων κυματισμών σε νερό ενδιάμεσου βάθους και σε ρηχό νερό. Παραγωγή απλουστευμένων μοντέλων (εξισώσεις ρηχού νερού, Boussinesq, mild-slope). Μη-γραμμικές αλληλεπιδράσεις κύματος-κύματος και κύματος-ρεύματος. Μέθοδοι υπολογισμού, με εφαρμογές σε προβλήματα διάδοσης και σκέδασης κυματισμών πάνω από ανομοιόμορφη βαθυμετρία (γενική τοπογραφία πυθμένα). Εστίαση κυματισμών, κυματοδήγηση μέσω βαθυμετρίας. Αλληλεπίδραση ταλαντευόμενων επιπλεόντων στερεών σωμάτων και κυματισμών ελεύθερης επιφάνειας. Μαθηματική διατύπωση του προβλήματος. Το μακράν κυματικό πεδίο. Προβλήματα περίθλασης και ακτινοβολίας. Υδροδυναμικές φορτίσεις. Πρόσθετες μάζες και αποσβέσεις επιπλεόντων σωμάτων. Μέθοδοι υπολογισμού. Γραμμικοποιημένες εξισώσεις κίνησης στο πεδίο συχνοτήτων. Συντελεστές απόκρισης. Συγκρίσεις με πειραματικά αποτελέσματα.

Υπολογιστικό εργαστήριο - ανάπτυξη κωδίκων σε περιβάλλον Matlab και εφαρμογή σε διάφορα σχετικά φυσικά προβλήματα κυματικής διάδοσης και αλληλεπίδρασης κυματισμών με σώματα και κατασκευές.

Μοριακή Προσομοίωση Υλικών, Εξάμηνο 2ο, «ΡΕΥΣΤΑ»

I. Αρχές Στατιστικής Μηχανικής

Δυναμικές τροχιές στο χώρο φάσεων. Πυκνότητα πιθανότητας στατιστικού συνόλου. Εξίσωση Liouville. Αναντιστρεπτότητα και επίτευξη θερμοδυναμικής ισορροπίας.

Στατιστικά σύνολα ισορροπίας: μικροκανονικό, κανονικό, ισόθερμο-ισοβαρές. Υπολογισμός θερμοδυναμικών ιδιοτήτων. Η πίεση (τάση) ως μέση τιμή στατιστικού συνόλου: θεώρημα virial. Το χημικό δυναμικό ως μέση τιμή στατιστικού συνόλου: θεώρημα Widom.

Μέγα κανονικό στατιστικό σύνολο για ανοικτά συστήματα: διακυμάνσεις πυκνότητας, υπολογισμός ισοθέρμων ρόφησης.

Συναρτήσεις κατανομής για το χαρακτηρισμό της δομής, σχέσεις τους με θερμοδυναμικές ιδιότητες και με μετρήσεις περίθλασης ακτίνων X ή νετρονίων.

II. Μοριακές Προσομοιώσεις

Μοριακά ομοιότυπα (μοντέλα), συναρτήσεις δυναμικού, περιοδικές οριακές συνθήκες. Υπολογισμός της συνάρτησης δυναμικής ενέργειας.

Ολοκλήρωση Monte Carlo, δειγματοληψία Monte Carlo. Σύνδεση με θεωρία στοχαστικών ανελίξεων. Αλγόριθμος Metropolis στα κανονικό, ισόθερμο-ισοβαρές και μέγα κανονικό στατιστικά σύνολα. Μεροληψία στο εγχείρημα στοιχειωδών κινήσεων και αντίστοιχοι κανόνες αποδοχής.

Προσομοιώσεις μοριακής δυναμικής (MD). Αλγόριθμοι για την ολοκλήρωση των δυναμικών εξισώσεων. Μοριακή δυναμική παρουσία ολονομικών περιορισμών υπαγορευομένων από τη μοριακή γεωμετρία. Μέθοδοι μοριακής δυναμικής σε στατιστικά σύνολα διάφορα του μικροκανονικού.

Ανάλυση των αποτελεσμάτων των προσομοιώσεων για τον υπολογισμό δομικών, θερμοδυναμικών και δυναμικών ιδιοτήτων. Συναρτήσεις χρονικής αυτοσυσχέτισης και σχέση τους με φασματοσκοπικές μετρήσεις. Στοιχεία θεωρίας γραμμικής απόκρισης. Υπολογισμός συντελεστών μεταφοράς (διαχυτότητας, θερμικής αγωγιμότητας, ιξώδους).

III. Τεχνικές για μεγάλες κλίμακες μηκών και χρόνων

Αδροποίηση (coarse-graining) και αναγωγή σε μοντέλα με λιγότερους βαθμούς ελευθερίας για τη μελέτη φαινομένων σε μεγάλες κλίμακες μήκους και χρόνου. Προβολή των εξισώσεων κίνησης πάνω σε λίγους, αργά μεταβαλλόμενους βαθμούς ελευθερίας. Στοιχεία θεωρίας κίνησης Brown. Αρχές των μεθόδων Brownian Dynamics, Dissipative Particle Dynamics.

Θεωρία μεταβατικών καταστάσεων για την εκτίμηση του ρυθμού σπάνιων συμβάντων. Εξίσωση Kramers για τη σταθερά ρυθμού μετάβασης. Θεωρία Bennett-Chandler για τον προσδιορισμό σταθεράς ρυθμού από προσομοιώσεις. Προσδιορισμός τροχιών μετάβασης και σταθερών ρυθμού σε συστήματα με πολλούς, συνεζευγμένους αργούς βαθμούς ελευθερίας. Στοχαστικές ανελίξεις Poisson που προκύπτουν από αλληλουχία σπάνιων συμβάντων. Εξίσωση Master. Κινητική προσομοίωση Monte Carlo.

IV. Εφαρμογές

Συζήτηση παραδειγμάτων υπολογισμών μοριακής προσομοίωσης για κατανόηση και πρόρρηση δομής, θερμοδυναμικών και ρεολογικών ιδιοτήτων πολυμερικών τηγμάτων μεγάλου μοριακού βάρους, διαπερατότητας πολυμερικών μεμβρανών, δομής και λειτουργίας λιπιδικών μεμβρανών και βιολογικών μακρομορίων, φαινομένων αυτο-οργάνωσης συμπολυμερών και πολυμερών σε διεπιφάνειες, ρόφησης και διάχυσης σε ζεολίθους, δομικής χαλάρωσης και μηχανικών ιδιοτήτων στην υαλώδη κατάσταση, λεπτών υμενίων, νανοσωματιδίων και νανοσυνθέτων υλικών.

Μέθοδος Συνοριακών Στοιχείων, Εξάμηνο 2ο, «PEYΣTA»

Φαινομενολογία ροών σε υψηλούς αριθμούς Reynolds. Ποιοτική συζήτηση για το οριακό στρώμα, τα ελεύθερα φύλλα στροβιλότητας και την αναπαράσταση ροών με άνωση. Εξίσωση Bernoulli σε μη αδρανειακά συστήματα συντεταγμένων. Δυναμική και κινηματική συνθήκη σε φύλλα στροβιλότητας. Επιφανειακές κατανομές πηγών, διπόλων και στροβιλότητας. Η εξίσωση μεταφοράς της ελεύθερης στροβιλότητας.

Θεμελιώδης λύση της εξίσωσης Laplace σε 3D χωρία και θεωρήματα αναπαράστασης για το δυναμικό και την ταχύτητα. Η έννοια του 'ίχνους' πεδιακής συνάρτησης. Ιδιόμορφα επιφανειακά ολοκληρώματα τύπου Cauchy στα θεωρήματα αναπαράστασης για το δυναμικό και την ταχύτητα και αναγκαίες συνθήκες μοναδικότητας των ιδιόμορφων ολοκληρωμάτων.

Διατυπώσεις για το μη μόνιμο πρόβλημα ροής γύρω από σύστημα στερεών ή ευκάμπτων σωμάτων υπό μορφή συνοριακών ολοκληρωτικών εξισώσεων με άγνωστο σύνορο. Η γραμμικοποιημένη διατύπωση στα πλαίσια της θεωρίας φέρουσας επιφάνειας. Η μη γραμμική συνθήκη Kutta στο χείλος εκφυγής. Προσεγγιστικές (γραμμικές) μορφές της συνθήκης Kutta. Διατυπώσεις Morino και Hess&Smith. Εξωτερική και εσωτερική μη γραμμικότητα του διατυπωμένου προβλήματος. Αριθμητική λύση με την μέθοδο των συνοριακών στοιχείων. Παραδείγματα: Μόνιμη και μη-μόνιμη

ροή 3-D πτέρυγας. Μη μόνιμη ροή παλλομένων πτερυγίων (προσομοίωση βιομημητικών ροών – ψάρια, πτηνά). Μη μόνιμη ροή ναυτικής έλικας.

Υπολογιστικές Μέθοδοι στη Διασπορά Ρυπαντών, Εξάμηνο 2ο, «ΡΕΥΣΤΑ»

Εισαγωγή: περιγράφονται οι βασικοί φυσικοί νόμοι που διέπουν τη συμπεριφορά αέριων, υγρών και σωματιδιακών ρύπων.

Αριθμητική Προσομοίωση: περιγράφονται οι δύο βασικές κατηγορίες προσομοίωσης τυρβώδους διασποράς ρύπων: η αντιμετώπιση κατά Euler και κατά Lagrange.

Ατμοσφαιρική Διασπορά Ρύπων:

- Εισαγωγή στις βασικές αρχές της φυσικής της Ατμόσφαιρας – Εισαγωγή στη Μετεωρολογία.
- Ανάλυση των φυσικών μηχανισμών και των μεθόδων μαθηματικής προσομοίωσης της τροχιάς ενός σωματιδίου.
- Εισαγωγή στην έννοια του πλουμίου – Μαθηματική περιγραφή με το μοντέλο Gauss.
- Παρουσίαση σύγχρονων υπολογιστικών εργαλείων και εφαρμογές.

Αριθμητικός Υπολογισμός Ατμοσφαιρικής Διασποράς Ρύπων:

- Η υπολογιστική μεθοδολογία AERMOD του EPA.
- Εξελεγμένα μαθηματικά πρότυπα για αλληλεπίδραση πλουμίων με μετεωρολογικές καταστάσεις και σύνθετη τοπογραφία.
- Περιπτωσιολογική Μελέτη (case study) σε πραγματική τοπογραφία και μετεωρολογία.

Μέθοδοι Αιτιοκρατικής και Στοχαστικής Βελτιστοποίησης και Εφαρμογές, Εξάμηνο 2ο, «ΡΕΥΣΤΑ»

Η βελτιστοποίηση ως βασική ανάγκη σε πραγματικά προβλήματα. Το ευθύ και το αντίστροφο πρόβλημα. Συναρτήσεις-στόχοι. Προβλήματα σχεδιασμού βέλτιστων μορφών. Βελτιστοποίηση τοπολογίας. Βελτιστοποίηση με αβεβαιότητες και στιβαρή βελτιστοποίηση. Θέματα παραμετροποίησης μορφών. Βελτιστοποίηση μιας ή πολλών μεταβλητών, βελτιστοποίηση ενός ή πολλαπλών στόχων, βελτιστοποίηση με περιορισμούς.

Μέθοδοι στοχαστικής βελτιστοποίησης. Πληθυσμιακές μέθοδοι βελτιστοποίησης. Εξελικτικοί αλγόριθμοι. Κωδικοποίηση μεταβλητών. Βασικοί εξελικτικοί τελεστές. Το λογισμικό EASY. Εξοικονόμηση υπολογιστικού χρόνου στη στοχαστική βελτιστοποίηση. Χρήση μεταπροτύπων, κατανεμημένα ανίχνευση, υβριδική/πολυεπίπεδη βελτιστοποίηση, τεχνικές μείωσης διάστασης του προβλήματος βελτιστοποίησης. Επίδειξη πραγματικών εφαρμογών.

Μέθοδοι αιτιοκρατικής βελτιστοποίησης. Μέθοδοι βασισμένες στην κλίση της συνάρτησης-στόχου. Μέθοδος απότομης καθόδου, μέθοδος Newton και η προσεγγιστική μέθοδος Newton, μέθοδος των συζυγών κατευθύνσεων και αυτή των συζυγών κλίσεων. Η συζυγής μέθοδος (adjoint method) για τον υπολογισμό της κλίσης της αντικειμενικής συνάρτησης σε γενικά προβλήματα που διέπονται από μ.δ.ε. Συνεχής και διακριτή συζυγής μέθοδος. Εξειδίκευση σε προβλήματα σχεδιασμού-βελτιστοποίησης που διέπονται από τις εξισώσεις ροής. Η συνεχής και η διακριτή συζυγής μέθοδος. Άλλες μέθοδοι υπολογισμού παραγώγων συναρτήσεων-στόχων (αυτόματη διαφόριση, μέθοδος μιγαδικών μεταβλητών, ευθεία διαφόριση, κλπ). Επίδειξη πραγματικών εφαρμογών.

Περιορισμοί και διαχείρισή τους. Συνθήκες ΚΚΤ. Μέθοδοι πολλαπλασιαστών Lagrange.

Μη Γραμμική Δυναμική – Ανάλυση Πολλαπλών Κλιμάκων, Εξάμηνο 2ο, «ΡΕΥΣΤΑ» και «ΣΤΕΡΕΑ»

Βασικές έννοιες μη-γραμμικών δυναμικών συστημάτων: Είδη δυναμικής συμπεριφοράς, τροχιές, ευστάθεια, ελκυστές και τα είδη τους.

Γραμμικά δυναμικά συστήματα: Ιδιοτιμές, ιδιοδιανύσματα, λύση γραμμικών συστημάτων, αυτόνομα δυναμικά συστήματα στις δύο διαστάσεις.

Γραμμική ανάλυση ευστάθειας: Γραμμικοποίηση, γραμμικοποιημένη ευστάθεια.

Διακλαδώσεις: Θεωρία κεντρικής πολλαπλότητας, στατικές διακλαδώσεις, κανονικές μορφές, διακλάδωση Hopf.

Συζευγμένοι ταλαντωτές: Σύζευξη μη γραμμικών ταλαντωτών, ασθενής σύζευξη, εφαρμογή στις εξισώσεις Bonhoeffer – van der Pol.

Αριθμητικές μέθοδοι ανάλυσης ευστάθειας: Παρουσίαση των πακέτων AUTO-07P και XPPAUT, υπολογισμός στατικών καταστάσεων, ολοκλήρωση συνήθων διαφορικών εξισώσεων.

Περιοδικότητα και Χάος: Περιοδικές ταλαντώσεις, Ταλαντώσεις τύπου αποδιέγερσης (relaxation), Εκρηκτικές (θυσανοειδείς) ταλαντώσεις (bursting), Μετάβαση στη χαοτική συμπεριφορά, Ο χαοτικός ελκυστής και τα χαρακτηριστικά του, χαρακτηρισμός της χαοτικής συμπεριφοράς (εκθέτες Lyapunov, διάσταση fractal).

Υπολογιστική Εμβιομηχανική, Εξάμηνο 2ο, «ΡΕΥΣΤΑ» και «ΣΤΕΡΕΑ»

Πεπερασμένες διαφορές και πεπερασμένα στοιχεία για την επίλυση διαφορικών εξισώσεων; εισαγωγή στο υπολογιστικά πακέτα MATLAB και COMSOL.

Μοντέλα προσομοίωσης ανάπτυξης καρκινικών όγκων: Στοχαστικά/διακριτά και μοντέλα συνεχούς μέσου για την προσομοίωση ανάπτυξης καρκινικών όγκων σε (α) πρώιμο (avascular) και (β) προχωρημένο στάδιο (vascularized tumor).

Γενετικά ρυθμιστικά δίκτυα: Ενδοκυτταρικά δίκτυα αντιδράσεων στο δίκτυο lac operon – Ανάπτυξη ντετερμινιστικών μοντέλων προσομοίωσης γενετικών δικτύων στο επίπεδο του κυττάρου – Εισαγωγή σε στοχαστικά μοντέλα προσομοίωσης δικτύου ενδοκυτταρικών αντιδράσεων: αλγόριθμος Gillespie.

Βιορευστομηχανική (Biofluid Mechanics): μοντέλο Windkessel – εξισώσεις Navier-Stokes – αιμορρολογία, μοντέλα ροής σε αρτηρίες.

Εισαγωγή στα Βιοϋλικά και στα Νανοβιοϋλικά- Εφαρμογές Βιοϋλικών (Ιστική Μηχανική και Συστήματα Στοχευμένης Αποδέσμευσης φαρμάκων).

Τεχνολογίες Προσθετικής Κατασκευής και Βιοϊατρικές εφαρμογές: Βασικές αρχές, 3D Βιοεκτύπωση – Σχεδιασμός εξατομικευμένων εμφυτευμάτων και Εφαρμογές.

Νανοεμβιομηχανική (Nanobiomechanics)- Συστήματα προσδιορισμού Μηχανικών Ιδιοτήτων Βιοϋλικών – Σχεδιασμός πειραμάτων και μοντέλων για τη μελέτη των βιοϋλικών στη νανοκλίμακα. Μελέτη της βιολογικής συμπεριφοράς των βιοϋλικών – Βιολογική απόκριση νανοσυστημάτων – Μηχανισμοί κυτταρικής μεταφοράς και διαπερατότητα.

Υπολογιστικές Μέθοδοι Ανάλυσης Δυναμικών Συστημάτων και Εφαρμογές, Εξάμηνο 2ο, «ΡΕΥΣΤΑ» και «ΣΤΕΡΕΑ»

Αντικείμενο του μαθήματος είναι η ανάλυση δυναμικών μηχανικών συστημάτων με εφαρμογή στην περίπτωση αλληλεπίδρασης ροής με στερεό (γενικά παραμορφώσιμο σώμα).

Περιλαμβάνει:

Σύντομη αναφορά στους νόμους και στις εξισώσεις της μηχανικής συνεχούς μέσου.

Εξειδίκευση στην περίπτωση των ροών με αναφορά στα αεροδυναμικά φορτία και στις αρχές της αεροδυναμικής. Ανάπτυξη προσεγγιστικών μοντέλων αεροδυναμικής συμπεριφοράς με υπολογισμό των φορτίων. Μη μόνιμη ροή γύρω από ανωστικό σώμα στις 2 και 3 διαστάσεις.

Την διατύπωση των δυναμικών εξισώσεων μηχανικών συστημάτων στο πλαίσιο της αναλυτικής μηχανικής. Αρχή Hamilton και αρχή δυνατών έργων.

Διαστατική ανάλυση των εξισώσεων ροής και στερεού και την ανάδειξη των σχετικών κλιμάκων όπως αποτυπώνονται στους αδιάστατους αριθμούς που προκύπτουν. Ασυμπτωτική συμπεριφορά και κατηγοριοποίηση των προβλημάτων.

Σύντομη επανάληψη στην μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων και εξειδίκευση στα προβλήματα αλληλεπίδρασης.

Ανάλυση ιδιοτιμών και ιδιοδιανυσμάτων. Ανάλυση ευστάθειας δυναμικών συστημάτων. Εξειδίκευση στην αεροελαστική αστάθεια λόγω απώλειας στήριξης, ή λόγω σύζευξης πτερύγισης και στρέψης, ή λόγω γυροσκοπικών φαινομένων.

Γίνεται εφαρμογή σε υπολογιστή με χρήση του υπολογιστικού κώδικα GAST.

Υπολογιστική ανάλυση διεργασιών σε μακρο- και μικροαντιδραστήρες: Εφαρμογές σε νανοηλεκτρονική, τρόφιμα και ιατρική διάγνωση, Εξάμηνο 2ο, «ΡΕΥΣΤΑ» και «ΣΤΕΡΕΑ»

Εισαγωγή στη μηχανική διεργασιών και στους αντιδραστήρες. Διαφορές ιδανικών – πραγματικών αντιδραστήρων, μακρο και μικρο-αντιδραστήρων, αντιδραστήρων ηλεκτρικών εκκενώσεων πλάσματος από συμβατικούς χημικούς αντιδραστήρες.

Μαθηματική προτυποποίηση και προσομοίωση διεργασιών σε πραγματικούς αντιδραστήρες. Σύζευξη χημικών και φυσικών διεργασιών. Διατύπωση εξισώσεων διατήρησης μάζας, ορμής και ενέργειας. Μέθοδοι αριθμητικής επίλυσης των εξισώσεων διατήρησης και λογισμικά επίλυσης. Παράδειγμα εφαρμογής σε αντιδραστήρες χημικής απόθεσης από ατμό.

Αντιδραστήρες ηλεκτρικών εκκενώσεων πλάσματος χαμηλής πίεσης. Βασικές έννοιες. Εξισώσεις Maxwell και κατανομή ενέργειας ηλεκτρονίων. Αριθμητική επίλυση των εξισώσεων διατήρησης με τις εξισώσεις Maxwell με χρήση λογισμικού. Εφαρμογές στην εγχάραξη δομών στη νανοηλεκτρονική.

Αντιδραστήρες ηλεκτρικών εκκενώσεων πλάσματος ατμοσφαιρικής πίεσης. Διαφορές από τους αντιδραστήρες χαμηλής πίεσης. Η πολυπλοκότητα των δικτύων αντιδράσεων. Αριθμητική επίλυση των εξισώσεων διατήρησης με τις εξισώσεις Maxwell με χρήση λογισμικού. Εφαρμογές στην τρόφιμα, στη γεωργία και στην ιατρική.

Μικρο-αντιδραστήρες πολλαπλασιασμού του DNA. Βασικές αρχές. Η αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης (Polymerase Chain Reaction, PCR) και τα μικροεργαστηρια ή εργαστήρια σε ψηφίδα (Lab-on-a-chip). Μαθηματική προτυποποίηση και προσομοίωση με χρήση λογισμικού. Εφαρμογές στην ιατρική διάγνωση.

Μη Γραμμικά Πεπερασμένα Στοιχεία, Εξάμηνο 2ο, «ΣΤΕΡΕΑ»

Η διδασκαλία του μαθήματος περιλαμβάνει επικαιροποιημένη θεωρητική γνώση, παραδείγματα εφαρμογής και ανάλυση κατασκευών με χρήση εξειδικευμένου λογισμικού. Προβλέπεται η συστηματική διεξαγωγή και παρακολούθηση διαλέξεων και εργαστηριακών ασκήσεων. Οι βασικές ενότητες του μαθήματος είναι:

Βασικές έννοιες της Μηχανικής του συνεχούς μέσου.

Μη γραμμική διατύπωση της αρχής των δυνατών έργων, γραμμικοποίηση των εξισώσεων ισοροπίας.

Επαυξητικές-επαναληπτικές μέθοδοι επιλύσεως των μη γραμμικών εξισώσεων. Η Μέθοδος Newton-Raphson, η έρευνα γραμμής και η μέθοδος μήκους τόξου.

Πεπερασμένα στοιχεία με γεωμετρική μη γραμμικότητα. Στοιχεία δοκού και στοιχεία επίπεδης έντασης-παραμόρφωσης.

Μη γραμμικότητα του υλικού. Θεμελίωση του προβλήματος της πλαστικότητας. Ισοτροπική, κινηματική κράτυνση σε μία διάσταση. J2 πλαστικότητα. Αποκλίνων τανυστής τάσεων και παραμορφώσεων. Κριτήρια von Mises και Tresca. Αξίωμα Drucker. Αρχή της μέγιστης διάχυσης έργου.

Υπολογιστική πλαστικότητα. Αλγόριθμος ολοκλήρωσης Euler των επαυξητικών σχέσεων τάσεων - παραμορφώσεων. Τέλεια πλαστικότητα. Αλγόριθμος ακτινικής επιστροφής. Αλγόριθμοι ισοτροπικής, κινηματικής και συνδυασμένης κράτυνσης.

Πεπερασμένα στοιχεία με υλική μη γραμμικότητα. Εφαπτομενικός αλγοριθμικός τελεστής.

Εφαρμογές μη γραμμικής ανάλυσης ραβδωτών και επιφανειακών φορέων με εμπορικούς κώδικες πεπερασμένων στοιχείων και με τον κώδικα MSolve.

Βελτιστοποίηση Κατασκευών, Εξάμηνο 2ο, «ΣΤΕΡΕΑ»

Το μάθημα έχει ως στόχο να δώσει στους φοιτητές τις βασικές γνώσεις της βελτιστοποίησης Κατασκευών. Αναλύονται επιλεγμένες μεθοδολογίες βελτιστοποίησης και παρουσιάζονται εφαρμογές στο πεδίο των κατασκευών. Η ύλη διαρθρώνεται: Βασικές Έννοιες, Βελτιστοποίηση κατασκευών διάστασης-σχήματος-τοπολογίας, Γραμμικός Προγραμματισμός, Ειδικά Προβλήματα Γραμμικού Προγραμματισμού, Ακέραιος Προγραμματισμός, Εισαγωγή στο Μη-Γραμμικό Προγραμματισμό, Μετευρεστικές Μέθοδοι και Αλγόριθμοι, Βελτιστοποίηση με MATLAB.

Εκτίμηση Σφάλματος και Προσαρμοστικές Τεχνικές, Εξάμηνο 2ο, «ΣΤΕΡΕΑ»

Το μάθημα περιλαμβάνει:

Εισαγωγικά στοιχεία συναρτησιακής ανάλυσης - Γραμμικά, διγραμμικά συναρτησιακά – Χώροι με νόρμα (στάθμη) – Χώροι Hilbert – Χώροι Sobolev.

Ασθενείς διατυπώσεις προβλημάτων συνοριακών τιμών – Συνεχές πρόβλημα – Προσέγγιση πεπερασμένων διαστάσεων (διακριτό πρόβλημα) – Συνθήκη ορθογωνιότητας (συνέπειας) Galerkin.

Γενικές συνθήκες ευστάθειας του συνεχούς και του διακριτού προβλήματος (συνθήκες Babuška - Brezzi ή συνθήκες inf-sup), με αναφορά στη γενική διατύπωση.

Εισαγωγή στις κλασικές Μικτές Διατυπώσεις – Συνθήκες ευστάθειας Babuška-Brezzi ή συνθήκες inf-sup για το μικτό πρόβλημα (συνεχής και διακριτή διατύπωση).

Σφάλμα στις μεθόδους (Petrov)-Galerkin - Σχεδόν βέλτιστη σύγκλιση των γενικών μεθόδων (Petrov)-Galerkin, με βάση τις διακριτές συνθήκες ευστάθειας - Σχεδόν βέλτιστη σύγκλιση μικτών μεθόδων.

Γενικά θετικά ορισμένα (ελλειπτικά προβλήματα – coercive formulations) – Λήμμα Lax-Milgram.

Συμμετρικά προβλήματα – Ενέργεια Παραμόρφωσης – Βέλτιστη λύση (Προβολή) ως προς τη νόρμα Ενέργειας Παραμόρφωσης.

Σφάλμα (κομβικής και ιεραρχικής) πολυωνυμικής παρεμβολής – Τεχνικές σύγκλισης h- και p- (h-extension, p-extension).

Εκ των προτέρων (a priori) εκτίμηση σφάλματος στη μέθοδο των Πεπερασμένων Στοιχείων.

Μέθοδοι εκ των υστέρων εκτίμησης σφάλματος (a posteriori error estimation) - Μέθοδοι ανάκτησης τάσεων – Μέθοδοι άμεσων υπολοίπων.

Μέθοδοι εκ των υστέρων εκτίμησης σφάλματος (a posteriori error estimation) - Μέθοδοι έμμεσων υπολοίπων – Εκτιμητές σφάλματος ανά βαθμό ελευθερίας (d.o.f error indicators).

Προσαρμοστικές Τεχνικές (Adaptive techniques) – Μέθοδοι ισοκατανομής σφάλματος – Υπολογισμός διάστασης στοιχείων νέου πλέγματος.

Προσαρμοστικές Τεχνικές (Adaptive techniques) – Επιρροή του φαινομένου της Μόλυνσης (Pollution effect) στις μεθόδους της εκ των υστέρων εκτίμησης σφάλματος και στις Προσαρμοστικές Τεχνικές.

Σχεδίαση Κατασκευών με Παραδοχή Αστοχιών, Εξάμηνο 2ο, «ΣΤΕΡΕΑ»

Το μάθημα περιλαμβάνει:

Μαθηματική Θεωρία της Γραμμικής Μηχανικής των Θραύσεων

Ελαστοπλαστική Μηχανική των Θραύσεων.

Μηχανισμού Θραύσης σε μέταλλα, κεραμικά, πολυμερικά και σύνθετα υλικά.

Διάδοση ρωγμής λόγω κόπωσης.

Ειδικά πεπερασμένα στοιχεία και ειδικές μέθοδοι για μηχανική Θραύσεων.

Παράδειγμα υπολογισμού κατασκευής με τη φιλοσοφία damage Tolerance.

Έξυπνα Υλικά και Κατασκευές.

Εισαγωγή στην Παρακολούθηση της Δομικής Ακεραιότητας Κατασκευών (Structural Integrity).

Εργαστήριο: Επίδειξη πειράματος κόπωσης σε μηχανή δοκιμών INSTRON.

Μέθοδοι Συνοριακών Στοιχείων, Εξάμηνο 2ο, «ΣΤΕΡΕΑ»

Το μάθημα περιλαμβάνει:

Το ορισμένο ολοκλήρωμα μη φραγμένων συναρτήσεων και ο ορισμός του κατά περίπτωση: ως γενικευμένο, ως κύριας τιμής και ως πεπερασμένου μέρους. Εισαγωγή στους τύπους των ολοκληρωτικών εξισώσεων: οι ολοκληρωτικές εξισώσεις τύπου Fredholm και Volterra, 1ου και 2ου είδους.

Αριθμητική επίλυση μη ιδιόμορφων ολοκληρωτικών εξισώσεων: i) η μέθοδος Nystrom, και ii) η τεχνική της μεθόδου "BEM". Η συνάρτηση Green, η θεμελιώδης λύση και η αναγωγή μονοδιάστατων προβλημάτων σε ολοκληρωτικές εξισώσεις.

Το πρόβλημα δυναμικού, η θεμελιώδης λύση της Λαπλασιανής και η ανάπτυξη της ολοκληρωτικής διατύπωσης του προβλήματος δυναμικού ισότροπου ή μη ισότροπου μέσου στις δύο και τρεις διαστάσεις.

Η αριθμητική επίλυση του προβλήματος δυναμικού στις δύο διαστάσεις με τη μέθοδο των συνοριακών στοιχείων (BEM) για σταθερά, γραμμικά και δευτεροβάθμια στοιχεία. Το πρόβλημα «γωνίας» της μεθόδου και τεχνικές αντιμετώπισής του. Εφαρμογές της μεθόδου BEM: το πρόβλημα Στρέψης, διάδοση Θερμότητας.

Η ανάπτυξη της ολοκληρωτικής διατύπωσης του γραμμικού ελαστοστατικού προβλήματος δύο και τριών διαστάσεων: Το 2ο θεώρημα Betti (αμοιβαιότητας έργου).

Η θεμελιώδης λύση του προβλήματος της γραμμικής ελαστικότητας της εξίσωσης Navier (η λύση Kelvin). Η εξίσωση Somigliana. Η μαθηματική διατύπωση του ελαστοστατικού προβλήματος με ολοκληρωτική εξίσωση. Οι τάσεις σε εσωτερικά σημεία.

Η αριθμητική επίλυση του ελαστοστατικού προβλήματος δύο διαστάσεων με τη μέθοδο των συνοριακών στοιχείων (BEM) για σταθερά, γραμμικά και δευτεροβάθμια στοιχεία. Εφαρμογές: Προβλήματα υπολογισμού συγκεντρώσεως των τάσεων για επίπεδα προβλήματα της ελαστικότητας (βασικά) και άλλα.

Στοχαστικά Πεπερασμένα Στοιχεία, Εξάμηνο 2ο, «ΣΤΕΡΕΑ»

Η διδασκαλία του μαθήματος περιλαμβάνει επικαιροποιημένη θεωρητική γνώση, παραδείγματα εφαρμογής και ανάλυση της επιρροής αβεβαιοτήτων. Επίσης, προβλέπεται η συστηματική διεξαγωγή και παρακολούθηση συναφών διαλέξεων και εργαστηριακών ασκήσεων. Οι βασικές ενότητες του μαθήματος είναι:

Εισαγωγή στις Πιθανότητες.

Στοχαστικές διαδικασίες και πεδία.

Προσομοίωση/διακριτοποίηση στοχαστικών διαδικασιών-πεδίων.

Μόρφωση και επίλυση του στοχαστικού προβλήματος: Στοχαστική αρχή των δυνατών έργων, μόνωση του στοχαστικού μητρώου στιβαρότητας.

Προσομοίωση Monte Carlo.

Η μέθοδος των Φασματικών Στοχαστικών Πεπερασμένων Στοιχείων.

Τεχνικές υποκατάστατης μοντελοποίησης για στοχαστικά προβλήματα με χρήση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης.

Ανάλυση αξιοπιστίας κατασκευών.

Εφαρμογές με χρήση H/Y.

Σύνθετα και Πολυμερή Υλικά. Ανάλυση Κατασκευών, Εξάμηνο 2ο, «ΣΤΕΡΕΑ»

1. Ταξινόμηση Συνθέτων Υλικών

Ορισμός και χαρακτηριστικά. Χαρακτηριστικά υλικού των συστατικών. Μακροσκοπικός ισότροπος σύνθετα υλικά. Ιδιότητες συνθέτων υλικών ενισχυμένων με κοκκώδη εγκλείσματα.

2. Γραμμικά Ανισότροπα Υλικά

Γενικευμένος Νόμος του Hooke. Τάσεις, τροπές, Στοιχεία Δυσκαμψίας και Ενδόσεως, Κανόνες Μετασχηματισμού, Σχέσεις συμμετρίας των μητρώων δυσκαμψίας και ενδόσεως. Συμπεριφορά Μονοκλινούς ή Μονοτρόπου υλικού, Ορθοτρόπου υλικού, Εγκαρσίως Ισοτρόπου υλικού, Ισοτρόπου υλικού. Μηχανικές Παράμετροι. Εξισώσεις δισδιαστάτου υλικού.

3. Μοντέλα Ελαστικών Σταθερών Συνθέτων Υλικών

Στοιχειώδεις Νόμοι (Κανόνες) των Φάσεων Ινωδών Συνθέτων Υλικών. Έννοιες, Ενεργής Πυκνότητας, Ενεργού Διαμήκους και Εγκαρσίου Μέτρου Ελαστικότητας/ Διαμήκους Μέτρου Διατμήσεως/ Λόγου Poisson. Συζήτησις επί των στοιχειωδών Νόμων των Φάσεων. Βελτιωμένοι Τύποι των Ενεργών Μέτρων των Συνθέτων Υλικών.

4. Ελαστική Συμπεριφορά Πολυστρώτων(Πολυστρωμάτων) και τύπου Sandwich Συνθέτων Υλικών

Ελαστική Συμπεριφορά Στρώσεων(Στρωμάτων). Στοιχεία Δυσκαμψίας και Ενδόσεως στρώματος συνθέτου με ίνες μίας διευθύνσεως, ως προς τους κυρίους άξονες[υλικού]. Στοιχεία Δυσκαμψίας και Ενδόσεως στρώματος συνθέτου με ίνες μίας διευθύνσεως, υπό γωνία ως προς τους κυρίους άξονες [υλικού]. Συνισταμένες τάσεων και Ανάλυση τάσεων. Ελαστική Συμπεριφορά Πολυστρωμάτων. Γενικές σχέσεις τάσεων- τροπών. Μητρώα Δυσκαμψίας Συμμετρικών και Ασυμμέτρων πολυστρωμάτων στην Μηχανική.

Εφαρμογές. Επιδράσεις Θερμοκρασίας και Υγρασίας. Ελαστική Συμπεριφορά υλικών τύπου Sandwich.

5. Κλασσικές και Βελτιωμένες Θεωρίες

Κλασσική Θεωρία Πολυστρωμάτων. Θεωρία Διατμητικής Παραμορφώσεως σε Πολύστρωτα και σε τύπου Sandwich Υλικά. Θεωρίες ως προς τα στρώματα [σύντομη παρουσίαση].

6. Μηχανισμοί και Κριτήρια Αστοχίας

Τρόποι (Μορφές) Αστοχίας Στρωμάτων. Κριτήρια Αστοχίας [Κριτήριο Μεγίστης Τάσεως, Μεγίστης Παραμορφώσεως, Tsai-Hill, Tsai-Wu].

7. Μεθοδοι Μ.Κ.Ελέγχου(Επιθεωρήσης)

Οπτικός έλεγχος, έλεγχος με Μεταφθορίζοντα Διεισδυτή, έλεγχος με Υπερήχους, έλεγχος με Laser Υπερήχους, Ακουστική εκπομπή, έλεγχος με ρεύματα Eddy, Ακτινογραφικός έλεγχος, Έλεγχος μέσω Θερμογραφίας /Ολογραφίας, καταγραφής Παρεμβολής, Διατμήσεως.

8. Έλεγχος Δομικής Ακεραιότητας κατασκευών.

9. Τεχνικές Επισκευής κατασκευών μέσω Εμβολωμάτων και Όργανα επιθεωρήσης

Από κάθε φοιτητή απαιτείται να παραδώσει τέσσερες ομάδες ασκήσεων, ούτως ώστε σταδιακά να κτίσει ένα πλήρες πρόγραμμα στο MATLAB, που από τις μηχανικές ιδιότητες των συστατικών (μήτρα και ίνα) να μπορεί να υπολογίσει πλάκες πολυστρωμάτων και έπειτα βασιζόμενος στα προαναφερθέντα γνωστά κριτήρια αστοχίας να υπολογίσει το μέγιστο επιτρεπόμενο φορτίο στην πλάκα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: COURSES CONTENTS MSc “COMPUTATIONAL MECHANICS”

Continuum Mechanics, 1st Semester, “FLUIDS” and “SOLIDS”

The concept of a continuous material medium: definition of mass, density and volume. The notion of a material point (or marker) and its analogue in mathematics.

Kinematics in continuum mechanics: position of the material points, trajectory, velocity and acceleration. Definition and distinction between Lagrangian and Eulerian descriptions of kinematic fields in continuum mechanics. The displacement field and its analysis in terms of rigid and elastic motions. The kinematics of rigid bodies. Analysis of elastic kinematics. Definition of deformation and strain tensors. Linear and non-linear expressions of the strain tensors and alternative definitions of strains and deformations (Right and Left Cauchy-Green deformation tensors, Lagrangian and Eulerian Strain tensors). The notion of dilatation. Principal strain and maximum elongation. Compatibility conditions for strains and their rates. Polar decomposition theorem. Change of area and volume due to deformation.

Dynamics in continuum mechanics: equations of mass, momentum, moment of momentum and energy. The notion of stresses, definition of the stress tensor. Normal and shear stresses. Principal axes, maximum normal and shear stresses at a point. Formulation of the equations in Lagrangian and Eulerian descriptions with respect to the undeformed and deformed states.

Stress-strain relations: material properties, isotropic and anisotropic materials, homogeneous and non-homogeneous materials. Hooke’s law and elastic constants. Introduction to anisotropies and their effect on the stress-strain relations.

Basic example problems and applications of elastic solids: one dimensional tension, torsion and bending; simple beam theory (Euler-Bernoulli), bending and shear of beam structures and plane waves.

Computational Techniques and Solution Algorithms, 1st Semester, “FLUIDS”

Solution methods of sparse symmetric algebraic systems of equations resulting from the application of the finite element method in structural mechanics problems. Algorithmic description of the Gauss direct solution method and its variations. Iterative solution methods. Steepest descent and conjugate gradient methods. Preconditioning techniques based on SSOR and incomplete Cholesky methods. Methods of direct integration of dynamic equations of motion. Explicit and implicit methods. Newmark and Wilson- θ methods for elliptic problems, α -method for parabolic problems. Solution methods of the partial eigenvalue problem. Subspace iteration and Lanczos methods. Domain decomposition methods. Global, primal (Schur complement), dual domain decomposition methods. Parallel programming paradigms. Implementation in parallel and distributed computing environments.

Advanced Computational Methods and Laboratory, 1st Semester, “FLUIDS”

The basic goal of the course is the presentation of the finite element method in a general framework that enables dealing with a big variety of problems in mechanics. The basic target is utilizing the method and it is met by emphasizing on its computational implementation.

Contents:

On realistic modeling of physico-chemical phenomena. On approximate solution methods of partial differential equations governing the conservation of mass, energy and momentum.

Introduction to the discretization methods of conservation equations. Introduction to the finite element method. Galerkin weighted residuals. The Galerkin/finite element method. Variational formulation – Rayleigh-Ritz method. Elements of mesh generation. Basis functions in one-dimensional and two-dimensional domains. Error estimates.

Isoparametric mapping. Standard basis functions. Numerical integration.

Discretization of one-dimensional, linear, boundary value problems – matrix assembly. Discretization of two-dimensional, linear, boundary value problems – matrix assembly. Accommodation of Dirichlet, Neumann and Robin boundary conditions. Code development.

Direct matrix solvers. Sparse matrix solvers. Implementation of the frontal solver.

Discretization of one- and two- dimensional nonlinear boundary value problems. Newton iteration. Parameter continuation. On the analysis of solution multiplicity and stability.

Computational laboratory – development of finite element fortran source codes. Introduction to the commercial software Comsol Multiphysics.

Momentum, Heat and Mass Transfer, 1st Semester, “FLUIDS”

Purpose of this course is the development of students' ability to describe mathematically fluid-mechanics problems. This includes formulation of the defining equations of the fluids motion and proper setting of the boundary conditions. Furthermore, through the presentation of analytical solutions to different flows and the observation of various flow fields, the course attempts to acquaint the students with the topology and development of the fluid flows and to introduce them into the crucial problem of Fluid Mechanics, that of the understanding and prediction of turbulence.

The first part of the course includes description of fluids kinematics in the context of continuum mechanics. The Lagrange and Euler representations of the flow and the motion of the fluids (normal and shear deformation, rotation), considered as continua, are discussed. The fluid's state of stresses is also described (normal and shear stresses) and the concept of viscosity is introduced.

The second part includes the mathematical formulation of the main fluid mechanics conservation laws. Mass conservation, Newton's second law and momentum theorem, the energy conservation equation (first and second thermodynamic laws), vorticity equations are some of the topics dealt with in this part. The basic stress-strain laws are discussed and the Navier-Stokes equations of a viscous flow in different coordinate systems are developed (Cartesian, orthogonal, curvilinear).

The third part includes introduction to turbulence and its mathematical models, with emphasis to flows of technological interest. Description of the problem and possible solutions. The Reynolds stresses and their order of magnitude. The two types of flow, laminar and turbulent. The linear stability theory. The definition of turbulence. The balance of the average kinetic energy of the fluid in turbulent flows, the turbulent boundary layer close to solid boundaries, the differential equation for the Reynolds stresses, the conservation of turbulence kinetic energy, the turbulence kinetic energy balance in a boundary layer, the turbulent flow in the vicinity of a solid boundary and special forms of the law of the wall, the Boussinesq hypothesis (1877) are some of the topics dealt with in this part. Furthermore, Prandtl's zero order (algebraic) model – one equation models, and differential one-equation models are presented. Modeling the turbulence kinetic energy equation, Bradshaw model, two equation models of turbulent flows ($k - \epsilon$), turbulence kinetic energy, distribution and length scales in recirculating flows, the Reynolds-stresses model, and the effect of

external forces in turbulence production. Correlation of two velocities, the inertial subdomain, measurements of the one-dimensional energy spectrum in fully developed pipe flow, the length scale of small eddies, the probability density and the intermittency factor, Fourier transformations and characteristic functions. The large-eddy-simulation (LES) model, and finally the most recent developments in the mechanism of turbulence production.

Advanced Computational Methods and Laboratory, 1st Semester, “SOLIDS”

1D Boundary Value Problems.

Introduction – Second Order Differential Operators and Boundary value problems – Strong Forms and solution spaces of Continuous functions – Weak formulations – Symmetric formulations and Energy functionals – functional minimization and the Rayleigh-Ritz method – variational formulations – Criteria of Equivalence for strong, weak and functional minimization formulations – Solution spaces for the weak formulation – Petrov Galerkin and Bubnov Galerkin methods.

1D fourth order boundary value problems – strong form – variational formulations.

Weak forms for general boundary value problems.

Discrete variational formulations -Ritz method- Weighted Residual Methods – Galerkin Method – Least Square Method – Collocation Method – Sub-Domain Method – Momentun Method. Examples. The Finite Difference Method.

1D Finite Elements.

Numerical Solution of 2-point boundary value problems – Ritz method – 2 node Finite elements of linear interpolation – local and global stiffness matrixes and force vectors.

Quadratic elements – local and global stiffness matrixes and force vectors.

Introduction to error estimation techniques and the notion of superconvergence.

2D Boundary Value Problems.

The finite Element Method for 2D boundary value problems. Variational formulation for the Laplace and Poisson equations. 3 node triangular and 4 node quadrilateral elements. Lagrange and Serendipity elements. Isoparametric elements.

The system of linear elasticity.

Displacement field formulation – Minimization for strain energy and the principle of virtual work.

Mixed and hybrid formulations for beams.

Hellinger-Reissner and Hu-Washizou functionals - Penalty functionals - Mixed formulations for beams- shear Locking phenomena.

Mixed and hybrid formulations for Plates and shells.

Hellinger-Reissner and Hu-Washizou functionals - Penalty functionals - Mixed formulations for plates and shells – shear Locking phenomena.

Mixed and hybrid formulations for 3D elasticity.

Hellinger-Reissner and Hu-Washizou functionals - Penalty functionals - Mixed formulations.

Adaptive Finite Elements.

Finite volumes.

Computational Techniques and Solution Algorithms, 1st Semester, “SOLIDS”

Solution methods of sparse symmetric algebraic systems of equations resulting from the application of the finite element method in structural mechanics problems. Algorithmic description of the Gauss direct solution method and its variations. Iterative solution methods. Steepest descent and conjugate gradient methods. Preconditioning techniques based on SSOR and incomplete Cholesky methods. Methods of direct integration of dynamic equations of motion. Explicit and implicit methods. Newmark and Wilson- θ methods for elliptic problems, α -method for parabolic problems. Solution methods of the partial eigenvalue problem. Subspace iteration and Lanczos methods. Domain decomposition methods. Global, primal (Schur complement), dual domain decomposition methods. Parallel programming paradigms. Implementation in parallel and distributed computing environments.

Elastic and Inelastic Behavior of Materials, 1st Semester, “SOLIDS”

Prerequisite mathematics: Vectors and cartesian tensors. Operations with tensors. Derivation and integration of tensor fields. Basic theorems of tensor calculus.

Basic notions and equations: Traction and stress tensor. Balance laws (mass, momentum, angular momentum and energy). Equations of motion. Equation of energy. The symmetry of stress tensor. Deformation and the strain tensor. The deformation energy density. Constitutive relations and Hook's law.

Linear Elasticity: Navier equations. Beltrami – Michell equations. Reciprocity and Clapeyron's theorems. Boundary and initial value problems. The basic boundary value problems. The superposition principle. Uniqueness of solution.

Variational formulation of elasticity: The minimum of total potential energy principle. The Galerkin's method. Virtual work principle and the weak formulation of electrostatics. The Ritz's method. Hamilton's principle for elastodynamics.

Two – dimensional problems of elastostatics: Plane stress. Plane strain. Anti-plane shear. Airy stress function. Saint – Venant's principle (tension, bending, torsion)

Thermoelasticity: The thermal stress. The balance of energy at the presence of heat flux. The second law of thermodynamics. The constitutive relation of coupled thermoelasticity. The field equations. The initial - boundary value problem of dynamic thermoelasticity.

Viscoelasticity: Basic events of viscoelastic behavior. Creep. Stress relaxation. One – dimensional constitutive relation of differential form of 1st order. Springs and dashpots. The Maxwell's model. The Kelvin – Voigt model. Models with more members. Generalized constitutive relations of higher order. Constitutive relation of integral form.

Elastoplasticity: Basic events of elastoplastic behavior. Elastic and plastic strain. Ideal elastoplasticity. Elastoplasticity with linear isotropic hardening. Elastic region and yielding surface. Yielding law. Kuhn – Tucker and compatibility conditions.

Grid Generation, 2nd Semester, “FLUIDS and “SOLIDS”

This course aims at creating a solid theoretical background related to grid generation methods and the way grids can be handled (including their adaptation) in Computational Mechanics, for the solution of problems governed by PDEs. Two- and three-dimensional, structured and unstructured

grid generation methods are discussed. Linking with the way grids are used in CFD and CSM methods. Curvilinear coordinate systems and relevant coordinate transformations. Methods for generating body-fitted coordinate systems using algebraic methods or Laplace or Poisson type PDEs. Grid quality control using appropriate source terms. Unstructured grid topology, their storage and handling, coding tips. Grid generation methods for unstructured grids. Delaunay triangulation and their basic properties. The advancing front method. Three-dimensional unstructured grids with tetrahedral elements or hybrid grids. Adaptation of structured and unstructured grids. Adaptation criteria, refinement and derefinement schemes. H-type and p-type refinement. Applications using in-house codes for students to gain experience.

Finite Difference and Finite Control Volume Methods. Computational Methods in Turbulent Flows, 2nd Semester, "FLUIDS"

Mathematical Description of Transport Phenomena: Conservation laws. Fundamental differential equations. Phenomenological laws. Laws governing the sources. General form of conservation equations. Generalized Conservation Law.

Computational Methods: Discretization: Classification of differential equations. Nature of the well-defined problem. Numerical solution of transport equation. Derivative approximation by finite differences. Derivative approximation by polynomial interpolation. Derivative approximation using Taylor series. Accuracy of derivative approximation. Expressions of finite differences. Expressions of first and second derivative.

Basic Properties of Numerical Schemes: Pure convection equation. Discretization of partial derivatives equations. Discretization of convection equation (FTBS scheme). Accuracy order of discretization scheme. Consistency, Stability, Convergence of numerical scheme. Stability analysis, Von Neumann Method. Response function for convection equation. Latitude and phase of the response function. Stability of FTBS scheme.

Pure Diffusion Equation: One-dimensional problems Model equation. Explicit schemes. FTCS scheme: Truncation error analysis. Stability analysis. LeapFrog scheme. DuFort-Frankel scheme. Implicit numerical schemes: General form. Truncation error analysis. Stability analysis.

Convection- Diffusion Equation: Analytical solution. FTCS scheme: Difference equations. Consistency, Stability, Numerical diffusion of scheme. Upwind-Differencing Scheme: Difference equations. Consistency, Stability.

Finite-Volume Method: Integration of Transport Equation. Integral form. Computational grid – Control volumes. Discretization of the transport equation. Treatment of convection and diffusion terms. Central-Differencing scheme. Upwind-Differencing scheme. False Diffusion. Hybrid scheme. Treatment of the source term. Final form of the discretised transport equation. Solution of the hydrodynamic field: SIMPLE, SIMPLER and SIMPLEC algorithms. Boundary conditions for scalar variables. Boundary conditions for momentum equations. Wall functions. Fixed-value boundary conditions. Final form of the source term.

Solution of Systems of Linear Algebraic Equations: Problem formulation. Direct methods: Method of Gauss Elimination. LU-decomposition method. Thomas Algorithm. Evaluation of direct methods. Iterative Methods: General structure of iterative methods. Point-by-Point solution method. Jacobi method. Gauss-Seidel method. Sequential Relaxation method. Line-by-Line method: solution and acceleration of the method. SIP method.

Computer Simulation of Transport Phenomena: Problem formulation: Physico-chemical mechanisms. Boundary conditions. Spatial distribution of solution domain. Fluid properties. Simulation procedure: Discretization of equations. Solution of algebraic systems. Solution results.

Computational Fluid Dynamics Code : Code description. Structure of input file. Techniques of grid generation. Definition of fluid properties. Introduction of boundary conditions. Introduction of terms of differential equations. Iterative solution methods. Convergence: Procedure, Criteria, Settings. Study of grid-independent solution. Display and treatment of results. Applications: Solution of turbulent flow problems and laminar flow problems with chemical reaction using the PHOENICS software.

Computational Methods for Multiphase, multi-component Reacting Systems, 2nd Semester, "FLUIDS"

The course includes introduction to momentum, energy and mass conservation for multi-phase, multi-component flows with and without chemical reaction. Flow types met in multi-phase, multi-component systems are described. Modelling and numerical simulation methodologies are discussed in detail. The course analyses and presents applications of thermo-chemical systems. Computational modelling of combustion systems is discussed. Chemical kinetics mechanisms are presented. Computational codes for numerical simulation of multi-phase flows are analyzed. They are applied in the modeling of multi-phase flow problems with and without chemical reaction.

Computational Methods in Hydrodynamics, 2nd Semester, "FLUIDS"

Nonlinear hydrodynamic flows with free surface effects. Review of laws of hydrodynamics and mathematical formulation of problems concerning propagation of surface-gravity water waves.

Variational formulations: Luke's variational principle and Hamilton's principle. Representations of the wave fields. Green's theorem. Modal series expansions of the wave field using local vertical eigenfunctions. Derivation of non-linear models for the propagation of surface gravity waves in finite water depth and in shallow water. Derivation of simplified depth-integrated models (shallow water equations, Boussinesq and mild-slope equations). Non-linear wave-wave and wave-current interaction.

Computational models with application to water wave propagation and scattering over non-uniform bathymetry (general bottom topography). Focusing and refraction effects of waves in the variable bathymetry waveguide. Wave floating body interaction. Mathematical formulation. Far-field representation. Diffraction and radiation problems. Hydrodynamic loads and responses. Added mass and hydrodynamic damping of floating bodies in waves. Calculation methods. Linearized equations of motions and response coefficients, Comparison with experimental data.

Computational Lab: Development of Matlab programs and application to various problems concerning water wave propagation over bathymetry (finite and shallow water depth and variable bathymetry regions) and wave-floating body interaction problems.

Molecular Simulation of Materials, 2nd Semester, "FLUIDS"

I. Principles of Statistical Mechanics

Dynamical trajectories in phase space. Probability density of a statistical ensemble. Liouville equation. Irreversibility and attainment of thermodynamic equilibrium. Equilibrium statistical

ensembles: microcanonical, canonical, isothermal-isobaric. Calculation of thermodynamic properties. Pressure (stress) as an equilibrium ensemble average: the virial theorem. Chemical potential as an equilibrium ensemble average: Widom's theorem.

Grand canonical ensemble for open systems: density fluctuations, calculation of sorption isotherms.

Distribution functions for characterizing structure, their relation with thermodynamic properties and with X-ray and neutron diffraction measurements.

II. Molecular simulations

Molecular models and force fields, periodic boundary conditions. Computation of the total potential energy.

Monte Carlo integration, Monte Carlo sampling. Connection with the theory of stochastic processes. Metropolis algorithm in the canonical, isothermal-isobaric and grand canonical ensembles. Bias in attempting elementary moves and corresponding acceptance rules.

Molecular dynamics simulations. Algorithms for integrating the equations of motion. Molecular dynamics in the presence of holonomic constraints dictated by molecular geometry. Molecular dynamics in statistical ensembles other than the microcanonical.

Analysis of molecular simulation trajectories for the determination of structural, thermodynamic, and dynamical properties. Time correlation functions and their relation with spectroscopic measurements. Elements of linear response theory. Computation of transport coefficients (diffusivity, thermal conductivity, viscosity).

III. Techniques for long time and length scales

Coarse-graining and reduction to models with fewer degrees of freedom for the study of phenomena at long time and length scales. Projection of the equations of motion onto few, slowly evolving degrees of freedom. Elements of Brownian motion theory. Principles of Brownian Dynamics and Dissipative Particle Dynamics.

Transition-state theory for estimating the rates of infrequent events. Kramers equation for the rate constant. Bennett-Chandler theory for determining the rate constant from molecular simulation. Computation of transition paths and rate constants with many, coupled, slowly-evolving degrees of freedom. Poisson processes resulting from successions of infrequent events. Master equation. Kinetic Monte Carlo simulation.

IV. Applications

Discussion of examples of molecular simulation work aiming at understanding and prediction of structure, thermodynamic and rheological properties of long-chain polymer melts; permeability of polymer membranes; structure and function of lipid bilayer membranes and biological macromolecules; self-organization phenomena in copolymers; polymers at interfaces; sorption and diffusion in zeolites; structural relaxation and mechanical properties in the glassy state; thin films, nanoparticles and nanocomposite materials.

Boundary Element Methods, 2nd Semester, "FLUIDS"

Qualitative discussion on turbulent flows around lifting bodies. The turbulent boundary layer. The concept of a shear layer (bound and free) and its use for the mathematical modeling of unsteady flows with lift. Bernoulli equation in non-inertia reference frames. Kinematics and dynamics of the free shear layers. Surface distribution of sources, dipoles and vorticity and their use for representing discontinuities in the velocity field. The free vorticity transport equation.

Fundamental solution of Laplace equation in 3D domains and representation theorems for the potential and velocity. The trace of a function with support in 3D domains. Singular integrals (Cauchy) appearing in potential theory and necessary existence and uniqueness conditions.

Formulation of the unsteady, incompressible non-viscous flow problem around system of rigid or flexible bodies, using boundary integral equations. The lifting surface theory. The pressure type Kutta condition at the trailing edge. Degenerate (linear) forms of the Kutta condition. The Morino and Hess & Smith boundary integral equation formulations. Explicit and implicit nonlinearity of the problem of flow around system of bodies, in the context of boundary integral formulation. Numerical solutions. Examples: Steady and Unsteady flow around 3D wings. Unsteady flow around biomimetic systems: flows around fishes and birds. Unsteady flow around rotors: Flow around a marine propeller.

Computational Methods for Pollutant Transport, 2nd Semester, “FLUIDS”

Introduction: addressing the main physical laws that determine the behavior of gaseous, liquid and solid pollutants.

Numerical Simulation: the two main approaches to the simulation of pollutant turbulent dispersion of pollutants are addressed: Eulerian and Lagrangian.

Atmospheric pollutant dispersion:

- Introduction to the basic principles of atmospheric physics – introduction to meteorology.
- Analysis of the physical mechanisms and the methods for numerical simulation of a single particle trajectory.
- Introduction to the concept of plumes – mathematical description and the Gauss model.
- Overview of contemporary numerical tools and applications.

Numerical simulation of atmospheric pollutant turbulent dispersion:

- Numerical simulation with EPA’s AERMOD simulation package.
- Advanced mathematical modeling of plume interaction with atmospheric stability conditions and complex terrain.
- Case study for actual topography and atmospheric conditions

Deterministic and Stochastic Methods and Applications, 2nd Semester, “FLUIDS”

Numerical optimization: mathematical background, constrained and unconstrained optimization, single- and multi-objective optimization, iterative optimization methods. On the existence and uniqueness of the optimal solutions. Applications mostly, though not exclusively, in fluid mechanics, hydro- and aerodynamics, with a summary of the required background. Deterministic optimization methods. Gradient-based optimization methods. Steepest descent, Newton method, quasi-Newton method, conjugate direction and conjugate gradient methods. The adjoint method for computing the gradient of objective functions in problems governed by PDEs, by focusing on representative fluid mechanics applications. Continuous and discrete adjoint methods. Other competitive methods (algorithmic differentiation, complex variable method, direct differentiation, etc). Applications. Stochastic optimization methods based on evolutionary algorithms and computational intelligence: pros and cons. Treatment of multi-objective problems. The Simplex method, simulated annealing, tabu search. Constrained optimization. Applications using the EASY software.

Nonlinear Dynamics – Multiscale Analysis, 2nd Semester, “FLUIDS” and “SOLIDS”

The scope of this course is to present the basic principles, analytic and numerical methods of the theory of non-linear dynamical systems. The term ‘dynamical system’ describes any physical phenomenon evolving in time. Since a physical system can be described by a set of variables, dynamical system is a physical system where one or more variables change in time. If the dynamical system is non-linear, i.e. can be represented by a set of non-linear equations, the behavior can be static, periodic or even chaotic. Many phenomena observed in nature, related to Engineering (chemical and biochemical kinetics, mechanical systems, mass transport etc) evolve in time and thus it is very important for an Engineer to become familiar with the methods of study and analysis of such systems. A special case concerns physical phenomena evolving in different space and/or time scales (e.g. molecular dynamics, systematic biology, meteorology etc). In these systems larger/slower time scales usually prevail. Thus, the mathematical modeling of such systems has to be performed in those time scales, taking into account also small/fast time scales.

Computational Biomechanics, 2nd Semester, “FLUIDS” and “SOLIDS”

Finite Differences, Finite Elements Method: introduction to MATLAB and COMSOL software.

Tumor growth models: Discrete/stochastic and continuum level models for the simulation of (a) avascular and (b) vascular tumors.

Gene regulatory networks: Network of intracellular reactions for the lac operon network- Cell level deterministic models – Stochastic models: Gillespie algorithm.

Biofluid Mechanics: Windkessel model- Navier-Stokes equations – blood flow.

Introduction to Biomaterials & Nano-biomaterials- Applications (Tissue Mechanics and Targeted Drug Delivery).

Prosthetics and Biomedical applications: 3D Bioprinting – Custom-made implants and Applications.

Nanobiomechanics- Mechanical properties – Design of experiments and models for nano-biomaterials.

Biomaterials mechanics – Biological response of nanosystems- Cell transport mechanisms and permeability.

Computational Analysis of Dynamic Systems and Applications to Fluid-Structure Interaction, 2nd Semester, “FLUIDS” and “SOLIDS”

Review of the laws in continuum mechanics and their mathematical formulation for both solids and fluids. Formulation of dynamical equations in the context of analytic mechanics. Hamilton’s principle and principle of virtual work; Lagrange equations.

Linear dynamic systems: Eigen value analysis of linear systems, stability theory of systems with constant coefficients; periodic systems, Coleman’s transformation And Floquet theory. Non-linear systems: linearization and approximate solution methods; stability assessment using signal processing methods.

Fluid-structure Interactions: a) Review of the flow equations and their simplification in aerodynamic theory. Unsteady flow theory and approximate models for lifting bodies in 2 and 3 dimensions, b) Review of the structural equations and their approximate form based on the Finite Element Method,

examples on beam structures, c) Fluid-structure interface conditions and their formulation in FSI solution algorithms.

Examples of FSI dynamic systems: stall and vortex induced vibrations, instabilities in torsio-bending coupled systems etc. Hands-on training on computational simulations using the in-house GAST software.

Computational analysis of processes in macro- and microreactors: Applications to nanoelectronics, food industry, and medical diagnostics, 2nd Semester, “FLUIDS” and “SOLIDS”

The aim of the course is the development of mathematical and the simulation of reactors at all scales, from macro- to micro-scale. The course is developed through case studies of reactors with applications in the semiconductor industry (micro- and nanoelectronics), food, agriculture, and medical diagnostics. Realistic reactor models, which couple physical and chemical processes and are based on conservation laws, are described, and solved with suitable software(s).

The case studies include a) plasma and chemical vapor deposition reactors (macro-reactors) used for structure fabrication in micro- and nanoelectronics, b) plasma reactors at atmospheric pressure (milli-reactors) used for food processing, and c) reactors used for DNA amplification through the PCR (micro-reactors).

Nonlinear Finite Elements, 2nd Semester, “SOLIDS”

Basic principles of Continuum Mechanics. Nonlinear kinematic relations, Green-Lagrange strains. Cauchy and Piola-Kirchoff stresses. Principle of virtual work, nonlinear equilibrium equations. Total and updated incremental Lagrangian formulations.

Linearization of equilibrium equations. Incremental-iterative solution methods for the static and dynamic nonlinear equilibrium equations. Newton-Raphson type methods and path-following strategies with line search and arc length techniques for overpassing limit points. Geometrically nonlinear isoparametric finite elements of 2D and 3D elasticity problems as well as of plates and shells.

Tangent stiffness matrices. Material nonlinearity. Explicit and implicit integration of the incremental stresses. Tangent and consistent constitutive matrices. Elastoplastic stiffness matrices of isoparametric 2D and 3D continuum elements and isoparametric plates and shell structural elements. Applications of nonlinear FEA using commercial finite element codes.

Structural Optimization, 2nd Semester, “SOLIDS”

The overarching aim of this module is to provide a solid background on the niche subject of Structural Optimisation. Through a combination of lectures and computer lab sessions, the students will dig deep into the fundamental problems of Size, Shape, and Topology Optimisation with applications pertinent to the construction industry. Over the course of 13 sessions, the students will be introduced to the following subjects, i.e., Fundamental principles of Structural Optimisation, Linear Programming, Special applications of Linear Programming, Integer Programming, Nonlinear Programming, Sensitivity Analysis, Gradient-free Optimisation Methods, Topology Optimisation.

Error Estimation and Adaptive Techniques, 2nd Semester, “SOLIDS”

Introductory elements of functional analysis – Linear, Bilinear forms – Normed Spaces – Hilbert Spaces – Sobolev spaces.

Weak formulations of boundary value problems – Continuous problem – Finite dimensional approximations (discrete formulation) – Galerkin consistency or Galerkin orthogonality.

General stability conditions of continuous and discrete formulations – Babuška – Brezzi or inf-sup conditions.

Introduction to classical Mixed formulations - Babuška – Brezzi or inf-sup conditions for the mixed formulation.

Error definition for general (Petrov)-Galerkin formulations – Quasi optimal convergence of discrete approximations based on inf-sup conditions – Quasi optimal convergence of mixed formulations.

General coercive formulations (V-elliptic bilinear forms) – Lax-Milgram lemma.

A priori error estimates in the Finite element method. A posteriori error estimation in the Finite element method – Stress recovery techniques – Explicit residual methods.

Design of structures including Failures, 2nd Semester, “SOLIDS”

Mathematical Theory of Non-Linear Fracture Mechanics.

Elastoplastic Fracture Mechanics.

Fracture Mechanics Mechanisms in Metals, Ceramics, Polymeric and Composite Materials.

Crack propagation due to Fatigue.

Special Finite Elements and Special Methods in Fracture Mechanics.

Examples of Structure Calculation with Damage Tolerance Philosophy.

Programs of Calculation of Crack Propagation (AFGROW – NASGRO – RAPID).

Smart Materials and Structures.

Introduction in the Observation of the Structural Integrity.

Boundary Element Methods, 2nd Semester, “SOLIDS”

Some fundamentals of singular integrals. The definite integral of unbounded functions and the definition in case: as generalized, as main value and finite part. Introduction to the types of integral equations: Fredholm and Volterra integral equations of first and second kind. Numerical solution of no singular integral equations: i) the Nystrom method, and II) the technique of boundary method method "BEM". The Green function, the fundamental solution and the reduction of one-dimensional problems to integral equations.

The potential problem, the fundamental solution of the Laplacian and the development of complete formulation of the potential problem of the isotropic or the non-isotropic medium in two and three dimensions. The numerical solution of the potential problem in two dimensions with the method of boundary elements (BEM) for stable, linear and secondary data. Applications of the BEM method: the Torsion problem, the problem of heat convection.

The development of complete formulation of the linear elastostatic problem in two and three dimensions: The second Betti theorem (reciprocity theorem). The fundamental solution of the problem of linear elasticity of the Navier equation (the Kelvin solution). The Somigliana equation. The mathematical formulation of elastostatic problem with integral equation. The stress problem in interior points. The numerical solution of two-dimensional elastostatic problem with the method of

boundary elements (BEM) for stable, linear and secondary data. Applications: Stress concentration for plane problems in elasticity.

Stochastic Finite Elements, 2nd Semester, “SOLIDS”

Scope: Investigation of the effect of uncertain parameters (material and geometric properties, loading) on structural response variability.

Introduction: Random variables, cumulative distribution function, probability density function, statistical moments (mean value, variance, skewness and kurtosis), covariance. Stochastic processes and fields: Definition, stationary stochastic processes, ergodicity, analysis in the frequency domain-Fourier transform: autocorrelation and spectral density functions, Gaussian stochastic processes. Representation/discretization of stochastic processes and fields using (i) Point discretization methods: midpoint, integration and nodal point methods (ii) Average discretization methods: local average and weighted integral methods (iii) Spectral representation method: simulation of stationary Gaussian stochastic processes and fields. Formulation and solution of the stochastic problem: Stochastic virtual work principle, formulation of the stochastic stiffness matrix using the local average and weighted integral methods, solution by Taylor, Neumann series expansion and by Monte Carlo simulation. Applications: Applications on framed structures and 2D elasticity problems: investigation of the effect of several stochastic field parameters (probability distribution, correlation length and autocorrelation function) on structural response variability.

Composite and Polymeric Materials. Construction Analysis, 2nd Semester, “SOLIDS”

1. Classification of Composite Materials

Definition and Characteristics, Material Characteristics of the Constituents. Macroscopically isotropic composite materials. Properties of particle reinforced composites.

2. Linear Anisotropic Materials

Generalized Hooke's Law, Stresses, Strains, Stiffness, and Compliances, Transformation Rules, Symmetry Relations of Stiffness and Compliance Matrices Monoclinic or Monotropic Material Behavior, Orthotropic Material Behavior, Transversely Isotropic Material Behavior, Isotropic Material, Engineering Parameters. Two-Dimensional Material Equations.

3. Effective Material Moduli for Composites

Elementary Mixture Rules for Fibre-Reinforced, Effective Density Effective Longitudinal Modulus of Elasticity, Effective Transverse Modulus of Elasticity, Effective Poisson's. Effective In-Plane Shear Modulus, Discussion on the Elementary Mixture Rules, Improved Formulas for Effective Moduli of Composites.

4. Elastic Behavior of Laminate and Sandwich Composites

Elastic Behavior of Laminae, On-Axis Stiffness and Compliances of UD-Laminae, Off-Axis Stiffness and Compliances of UD-Laminae, Stress Resultants and Stress Analysis, Elastic Behavior of Laminates, General, Stress-Strain Relations, Stiffness Matrices for Symmetric and Unsymmetric Laminates in Engineering Applications, Thermal and Hygroscopic Effects, Elastic Behavior of Sandwiches.

5. Classical and Improved Theories

Classical Laminate Theory, (Shear Deformation Theory for Laminates and Sandwiches, Layerwise Theories (short presentation))

6. Failure Mechanisms and Criteria

Fracture Modes of Laminae, Failure Criteria (Maximum Stress, Maximum strain, Tsai-Hill, Tsai-Wu Criterion)

7. NDI Methods

Visual inspection, Fluorescent Penetrant Inspection, Ultrasonic inspection, Laser ultrasonic inspection, Acoustic emission, Eddy-current, Radiographic Inspection, Thermography, Holography, Interferometry, Shearography

8. Structural Health Monitoring

9. Patch Repair Techniques and inspection instrumentations