

**Εισήγηση της Σχολής Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών  
προς το Ε.Μ.Π.,  
για την ίδρυση/επανίδρυση Δ.Π.Μ.Σ. με τίτλο «Μικροσυστήματα και  
Νανοδιατάξεις»**

Η παρούσα εισήγηση της Σχολής ΕΜΦΕ προς το ΕΜΠ αφορά στην ίδρυση/επανίδρυση του ΔΠΜΣ με τίτλο «Μικροσυστήματα και Νανοδιατάξεις» και περιλαμβάνει, σύμφωνα με την παράγραφο 3, του άρθρου 32 του Ν.4485/2017 τα μέρη: (Α) Μελέτη Σκιπιμότητας, (Β) Αναλυτικός Προϋπολογισμός, (Γ) Μελέτη Βιωσιμότητας

**A. Μελέτη Σκοπιμότητας**

**A1. Αναγκαιότητα ίδρυσης/επανίδρυσης του ΠΜΣ και περιγραφή των στόχων του**

Το Διατμηματικό μεταπτυχιακό πρόγραμμα "Μικροσυστήματα και Νανοδιατάξεις" αποσκοπεί στην εκπαίδευση νέων επιστημόνων στην περιοχή των Μικροσυστημάτων και Νανοδιατάξεων.

Οι περιοχές αυτές της επιστήμης και της τεχνολογίας αναπτύσσονται με γρήγορους ρυθμούς τα τελευταία χρόνια κάτι που αναμένεται να συνεχισθεί και στις επόμενες δεκαετίες. Τα μικροσυστήματα κατασκευάζονται στο ίδιο μικροσκοπικό επίπεδο, όπως τα ολοκληρωμένα κυκλώματα, ακολουθώντας την ίδια λογική της παράλληλης κατασκευής (batch fabrication) που επέδρασε καταλυτικά στην ανάπτυξη της κλασσικής μικροηλεκτρονικής.

Τα πεδία εφαρμογών που δημιουργούνται με τον τρόπο αυτό είναι ευρύτατα και περιλαμβάνουν δραστηριότητες σχετιζόμενες με την υγεία, το περιβάλλον, την εξοικονόμηση ενέργειας και τις τηλεπικοινωνίες δηλαδή με θέματα, που απασχολούν καθημερινά τον πολίτη.

Όταν το χαρακτηριστικό μέγεθος των πάσης φύσεως διατάξεων που μπορεί να περιλαμβάνει ένα μικροσύστημα είναι μικρότερο των 100 nm, κανείς οδηγείται στην περιοχή της νανοτεχνολογίας. Παρόλο που η νανοτεχνολογία αγγίζει ένα πολύ ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων η έμφαση του παρόντος μεταπτυχιακού είναι σε κατευθύνσεις όπου η νανοτεχνολογία συναντάει την τεχνολογία των μικροσυστημάτων για την κατασκευή ηλεκτρονικών νανοδιατάξεων και αισθητήρων.

## **A.2 Συνάφεια του ΠΜΣ με το αντικείμενο του πρώτου κύκλου σπουδών.**

Η άντληση γνώσης από πολλές διαφορετικές περιοχές για την υλοποίηση των τεχνολογιών της μικροκλίμακας δημιουργεί την ανάγκη υιοθέτησης μας διεπιστημονικής προσέγγισης. Η Σχολή Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών, αποτελεί την κατάλληλη διεπιστημονική βάση που μπορεί να παίξει τον ρόλο σημείου σύγκλισης των συνεργαζόμενων φορέων, με στόχο την επιστημονική υποστήριξη του πεδίου των Μικροσυστημάτων και των Νανοδιατάξεων Σε ένα μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών με γνωστικό αντικείμενο τα μικροσυστήματα και τις νανοδιατάξεις έχουμε συμπεριλάβει α) **βασικά** μαθήματα που βοηθούν στην κατανόηση σε ατομικό ή μοριακό επίπεδο προβλημάτων που σχετίζονται με την νανοτεχνολογία, όπως η Φυσική Υλικών και Διατάξεων σε νανομετρική κλίμακα και β) μαθήματα **ειδίκευσης** που ακολουθούν μακροσκοπική-φαινομενολογική προσέγγιση, ακόμη και προσέγγιση σε επίπεδο συστήματος.

Το γνωστικό αντικείμενο του προγράμματος είναι η επιστήμη και η τεχνολογία των φυσικών και τεχνητών συστημάτων που καλύπτουν τη Μικρο- και Νανο-κλίμακα. Στο γνωστικό αντικείμενο περιλαμβάνεται η μελέτη (α) των δομικών χαρακτηριστικών, (β) των ιδιοτήτων, (γ) του τρόπου σύνθεσης ή κατασκευής, και (δ) των εφαρμογών των αντίστοιχων συστημάτων και διατάξεων. Ως προς το εύρος, το γνωστικό αντικείμενο του προγράμματος εκτείνεται σε συστήματα και διατάξεις που καλύπτουν το φάσμα από τα ανόργανα υλικά μέχρι τα οργανικά/πολυμερή και τα βιολογικά συστήματα.

Τα αντίστοιχα πεδία εφαρμογών περιλαμβάνουν δραστηριότητες σχετιζόμενες με την υγεία, το περιβάλλον, την εξοικονόμηση ενέργειας, και τις τηλεπικοινωνίες καθώς και την περιοχή όπου η νανοτεχνολογία συναντάει την τεχνολογία των μικροσυστημάτων για την κατασκευή ηλεκτρονικών νανοδιατάξεων και αισθητήρων.

## **A3. Επιστημονική επάρκεια των διδασκόντων/ουσών**

Η άντληση γνώσης από πολλές διαφορετικές περιοχές για την υλοποίηση των παραπάνω τεχνολογιών δημιουργεί την ανάγκη υιοθέτησης μας διεπιστημονικής προσέγγισης, που καλύπτεται από το σύνολο των συνεργαζόμενων φορέων του προγράμματος

Οι εμπλεκόμενες Σχολές του ΕΜΠ είναι η Σχολή Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών, η Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Η/Υ, η Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, η Σχολή Χημικών Μηχανικών, και η Σχολή Μηχανικών

Μεταλλείων Μεταλλουργών του ΕΜΠ. Παράλληλα, τα Ινστιτούτα: Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας του ΕΚΕΦΕ "Δημόκριτος", Θεωρητικής και Φυσικής Χημείας του Ε.Ι.Ε., και Ηλεκτρονικής Δομής και Λείζερ του Ι.Τ.Ε., τα οποία διαθέτουν τόσο κατάλληλο εξοπλισμό όσο και ανθρώπινο δυναμικό, συμμετέχουν στο πρόγραμμα ως συνεργαζόμενοι φορείς. Με τον συνδυασμό του ανθρώπινου δυναμικού και του τεχνικού εξοπλισμού, που μπορούν να προσφέρουν οι παραπάνω συμμετέχοντες φορείς, δημιουργείται η απαραίτητη κρίσιμη μάζα για την λειτουργία του παρόντος Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών.

#### **A.4 Κριτήρια και Διαδικασία αξιολόγησης**

Τα μαθήματα και οι διδάσκοντες/ουσες του προγράμματος εξιολογούνται με βάση διαδικασίες ανάλογες αυτών που έχουν υιοθετηθεί για την αξιολόγηση των προπτυχιακών μαθημάτων και διενεργούνται με την ευθύνη της ΜΟΔΙΠ του ιδρύματος. Κάθε ακαδημαϊκό εξάμηνο, σύμφωνα με το πλαίσιο αξιολόγησης που ορίζεται από την ΜΟΔΙΠ του ιδρύματος, αποστέλλονται από την Διεύθυνση Πληροφορικής του ΕΜΠ, προς όλους τους μεταπτυχιακούς σπουδαστές, κλειδάριθμος και σχετικές πληροφορίες για την αξιολόγηση των μαθημάτων και των διδασκόντων του προγράμματος. Το χρονικό διάστημα που διατίθεται για την αξιολόγηση πρέπει να περιλαμβάνει την 8<sup>η</sup> - 9<sup>η</sup> - 10<sup>η</sup> και να μην υπερβαίνει την 12<sup>η</sup> εβδομάδα του ακαδημαϊκού εξαμήνου.

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης, μετά τη στατιστική τους επεξεργασία, διαβιβάζονται προς (α) τον κάθε διδάσκοντα, και (β) τον Διευθυντή του Προγράμματος, και λαμβάνονται υπόψη από την ΕΔΕ στις αποφάσεις που αφορούν το πρόγραμμα σπουδών και τις αναθέσεις διδασκαλίας.

#### **B. Αναλυτικός Προϋπολογισμός και Έκθεση Βιωσιμότητας**

**Αναλυτικός Προϋπολογισμός** [Σύμφωνα με την Υπ. Απ. Αρ. 216772/Ζ1, ΦΕΚ αρ. Φύλλου 4334, 12.12.2017]

	ΕΣΟΔΑ	
	Πηγή Εισόδων	Ποσό (€)
1	Προϋπολογισμός Ε.Μ.Π. - ΕΚΕΦΕ «Δ»	
2	Προϋπολογισμός ΥΠΕΘ	30000
3	Δωρεές, Παροχές, Κληροδοτήματα, Χορηγίες	
4	Πόροι από Ερευνητικά Προγράμματα	
5	Πόροι από Προγράμματα ΕΕ και Διεθνείς Οργανισμούς	

6	Ε.Λ.Κ.Ε. συνεργαζομένων φορέων	
7	Τέλος Εγγραφής Μεταπτυχιακών Σπουδαστών	0
	Σύνολο	30000

	ΕΞΟΔΑ	
	Κατηγορία Δαπάνης	Ποσό (€)
1	Ανταλλακτικά / Αναλώσιμα Εργαστηριακών διατάξεων και Ασκήσεων	12000
2	Προμήθεια / Συντήρηση εξοπλισμού - λογισμικού	8000
3	Μετακίνηση διδασκόντων ΔΠΜΣ	0
4	Μετακίνηση φοιτητών ΔΠΜΣ για εκπαιδευτικούς σκοπούς	0
5	Αμοιβές προσωπ. παρ.5, αρ.36, Ν4485/2017 (επισκέπτες διδάσκοντες)	0
6	Αμοιβές διοικητικής και τεχνικής υποστήριξης	3000
7	Χορήγηση Υποτροφιών	2000
8	Λοιπές δαπάνες (προμήθεια εκπαιδευτικού υλικού, έξοδα δημοσιότητας-προβολής, οργάνωση ημερίδων-συνεδρίων)	5000
	Σύνολο	30000

Η κατανομή στις ανωτέρω Κατηγορίες Δαπανών μπορεί να τροποποιείται με απόφαση της ΕΔΕ, ανάλογα με τις ανάγκες του προγράμματος.

Η εμπειρία λειτουργίας του προγράμματος επί μία 15/ετία, 2003-2018, δείχνει ότι υπάρχει περίπου σταθερή ζήτηση και ο αριθμός επιλεγόμενων σπουδαστών ετησίως κυμαίνεται μεταξύ 25 και 30, ενώ ο αριθμός των υποψηφίων ακολουθεί την εξέλιξη που φαίνεται στον επόμενο Πίνακα

Ακαδ. Έτος	Αριθμός υποψηφίων
2003-2004	35
2004-2005	45
2005-2006	90
2006-2007	67
2007-2008	50
2008-2009	56
2009-2010	61
2010-2011	42
2011-2012	53
2012-2013	84
2013-2014	61
2014-2015	54
2015-2016	71
2016-2017	81
2017-2018	73

Η μέχρι σήμερα λειτουργία του προγράμματος έδειξε ότι είναι δυνατόν η εκπαίδευση να σταθεί σε ανταγωνιστικό επίπεδο και σε περιοχές υψηλής τεχνολογίας, στους οποίους η χώρα μας υστερεί σε δυναμική στο επίπεδο παραγωγής σε σχέση με τις κεντροευρωπαϊκές χώρες. Η συνεργασία των πέντε Σχολών του ΕΜΠ και του Ινστιτούτου Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας του ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος» οδήγησε στη διαμόρφωση ενός προγράμματος σπουδών που υποστηρίζει αποτελεσματικά τον σπουδαστή που επιθυμεί να κατευθύνει την σταδιοδρομία του προς τα Μικροσυστήματα και τις Νανοδιατάξεις. Από τους 137 σπουδαστές που έγιναν δεκτοί μέχρι στο διάστημα 2010-11 έως 2015-16 οι 100 έχουν ήδη αποφοιτήσει, 10 ολοκληρώνουν τις σπουδές τους το τρέχον ακαδημαϊκό έτος (μετά από έγκριση των αιτήσεων παράτασης των σπουδών τους από την ΕΔΕ, για σημαντικούς λόγους, κατά περίπτωση), 7 έχουν αποτύχει στις εξετάσεις και δεν θα πάρουν το δίπλωμα και 20 εγκατέλειψαν το πρόγραμμα. Με βάση των μέχρι τώρα πορεία των αποφοιτησάντων φαίνεται ότι ένα σημαντικό μέρος στρέφεται σε διδακτορικές σπουδές στα ερευνητικά εργαστήρια των συμμετεχόντων φορέων του προγράμματος. Αυτό είναι μάλλον αναμενόμενο, δεδομένου ότι υπάρχει σημαντική χρηματοδότηση από την Ευρωπαϊκή Ένωση στην περιοχή των Νανοεπιστημών και Μικρο/Νανοτεχνολογίας, από την οποία επωφελείται και η Ελλάδα. Ένας μικρότερος αριθμός αποφοίτων ξεκίνησε επιστημονική σταδιοδρομία στο εξωτερικό είτε στα πλαίσια διδακτορικής διατριβής είτε σε τμήματα έρευνας και ανάπτυξης σημαντικών εταιρειών του κλάδου (Philips, Siemens), ενώ υπάρχουν και απόφοιτοι που αναζήτησαν με επιτυχία εργασιακή διέξοδο στην Ελλάδα, όπου η αντίστοιχη βιομηχανία είναι σε αρχικό στάδιο.

Η ανταπόκριση των αποφοίτων του ΔΠΜΣ 'Μικροσυστήματα και Νανοδιατάξεις' στην ερευνητική ή/και στην παραγωγική δραστηριότητα είναι θετική. Θεωρούμε ότι η αναλογία θεωρητικής και εργαστηριακής εκπαίδευσης που προσφέρει το πρόγραμμα δίνει τα απαιτούμενα εφόδια στους αποφοίτους ώστε στη συνέχεια να προσαρμοσθούν σε διαφορετικών απαιτήσεων εργασιακά περιβάλλοντα.

Με βάσει τα παραπάνω στοιχεία αλλά και τις τρέχουσες εξελίξεις στην έρευνα και τεχνολογία σε διεθνές επίπεδο αναμένουμε ότι η απήχηση του προγράμματος στην κοινωνία αναμένεται να είναι αυξανόμενη στην διάρκεια της επόμενης πενταετίας.

## **Γ. Έκθεση Βιωσιμότητας και ύπαρξης Υποδομής - Εξοπλισμού**

### **Γ.1.1 Αναγραφή των Προγραμμάτων Μεταπτυχιακών Σπουδών που οργανώνονται από το Τμήμα.**

Η Σχολή ΕΜΦΕ του ΕΜΠ συντονίζει τη λειτουργία 5 Διατμηματικών Προγραμμάτων Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΠΜΣ), με επισπεύδοντες τους Τομείς, όπως φαίνονται στη συνέχεια:

Τομέας Μαθηματικών

[Εφαρμοσμένες Μαθηματικές Επιστήμες](#)

[Μαθηματική Προτυποποίηση σε Σύγχρονες Τεχνολογίες και στα Χρηματοοικονομικά](#)

Τομέας Φυσικής

[Φυσική και Τεχνολογικές Εφαρμογές](#)

[Μικροσυστήματα και Νανοδιατάξεις](#)

Τομέας Μηχανικής

[Εφαρμοσμένη Μηχανική](#)

Αναλυτικότερα, για κάθε ΔΠΜΣ που συντονίζει η ΣΕΜΦΕ, ισχύουν τα εξής:

Στο **ΔΠΜΣ «Εφαρμοσμένες Μαθηματικές Επιστήμες»** συμμετέχουν τρεις (3) Σχολές του ΕΜΠ και συγκεκριμένα οι Σχολές ΕΜΦΕ, Μηχανολόγων Μηχανικών και Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών. Η ελάχιστη διάρκεια φοίτησης του ΔΠΜΣ «Εφαρμοσμένες Μαθηματικές Επιστήμες» είναι τρία (3) εξάμηνα και η μέγιστη τέσσερα (4).

Η ιστοσελίδα του ΔΠΜΣ «Εφαρμοσμένες Μαθηματικές Επιστήμες» είναι η:  
<http://arpm.math.ntua.gr/>

Στο **ΔΠΜΣ «Μαθηματική προτυποποίηση σε σύγχρονες τεχνολογίες και στα χρηματοοικονομικά»** συμμετέχουν τέσσερις (4) Σχολές του ΕΜΠ και συγκεκριμένα οι Σχολές ΕΜΦΕ, Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Η/Υ, Χημικών Μηχανικών και Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών. Η ελάχιστη διάρκεια φοίτησης του ΔΠΜΣ «Μαθηματική προτυποποίηση σε σύγχρονες τεχνολογίες και στα χρηματοοικονομικά» είναι τρία (3) εξάμηνα.

Η ιστοσελίδα του ΔΠΜΣ «Μαθηματική προτυποποίηση σε σύγχρονες τεχνολογίες και στα χρηματοοικονομικά» είναι η <http://www.mathtechfin.math.ntua.gr/index.php>

Στο **ΔΠΜΣ «Μικροσυστήματα και Νανοδιατάξεις»** συμμετέχουν πέντε (5) Σχολές

του ΕΜΠ και συγκεκριμένα οι Σχολές ΕΜΦΕ, Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Η/Υ, Μηχανολόγων Μηχανικών, Χημικών Μηχανικών και η Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών, καθώς και το Ινστιτούτο Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας του ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος». Η ελάχιστη διάρκεια φοίτησης του ΔΠΜΣ «Μικροσυστήματα και Νανοδιατάξεις» είναι τρία (3) εξάμηνα και η μέγιστη πέντε (5). Για την απόκτηση του Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΜΣ) απαιτούνται 90 Πιστωτικές Μονάδες στα πλαίσια του ECTS: European Credit Transfer System, οι οποίες επιμερίζονται σε 30 ανά εξάμηνο σπουδών και 30 για την διπλωματική μεταπτυχιακή εργασία.

Η ιστοσελίδα του ΔΠΜΣ «Μικροσυστήματα και Νανοδιατάξεις» είναι η:

<http://www.physics.ntua.gr/gr/micronano/index.htm>

Το **ΔΠΜΣ «Φυσική και Τεχνολογικές Εφαρμογές»** είναι Δι-Ιδρυματικό (μεταξύ του ΕΜΠ και του ΕΚΕΦΕ «Δ»). Για τη λειτουργία του συνεργάζονται δύο Σχολές του ΕΜΠ, και συγκεκριμένα η Σχολή ΕΜΦΕ και η Σχολή <μηχανολόγων Μηχανικών και δύο Ινστιτούτα του ΕΚΕΦΕ «Δ», το Ινστιτούτο Πυρηνικής και Σωματιδιακής Φυσικής και το Ινστιτούτο Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας.

Η ιστοσελίδα του ΔΠΜΣ «Φυσική και Τεχνολογικές Εφαρμογές» είναι η:

[http://www.physics.ntua.gr/gr/dpms\\_phys\\_tech-apl.htm](http://www.physics.ntua.gr/gr/dpms_phys_tech-apl.htm)

Στο **ΔΠΜΣ «Εφαρμοσμένη Μηχανική»** συμμετέχουν τέσσερις (4) Σχολές του ΕΜΠ και συγκεκριμένα οι Σχολές ΕΜΦΕ, Μηχανολόγων Μηχανικών, Πολιτικών Μηχανικών, Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών. Η διάρκεια φοίτησης του ΔΠΜΣ «Εφαρμοσμένη Μηχανική» είναι τρία (3) εξάμηνα. Για την απόκτηση του ΔΜΣ απαιτείται η παρακολούθηση και επιτυχής εξέταση σε μεταπτυχιακά μαθήματα συνόλου 60 ECTS καθώς και η εκπόνηση και έγκριση μεταπτυχιακής εργασίας που αντιστοιχεί σε 30 ECTS.

Οι υπόλοιπες συνεργαζόμενες Σχολές του ΕΜΠ συντονίζουν τα ΔΠΜΣ που φαίνονται στη συνέχεια:

#### **Γ.1.1.1 Αναγραφή των Προγραμμάτων Μεταπτυχιακών Σπουδών που οργανώνονται από την Σχολή Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ.**

**ΔΠΜΣ «Υπολογιστική Μηχανική»:** συμμετέχουν πέντε (5) Σχολές του ΕΜΠ και

συγκεκριμένα οι Σχολές Χημικών Μηχανικών, Μηχανολόγων Μηχανικών, Πολιτικών Μηχανικών, Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών και ΕΜΦΕ. Η ελάχιστη διάρκεια φοίτησης του ΔΠΜΣ «Υπολογιστική Μηχανική» είναι τρία (3) εξάμηνα και η μέγιστη τέσσερα (4). Για την απόκτηση του Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΜΣ) απαιτούνται 90 Πιστωτικές Μονάδες στα πλαίσια του ECTS: European Credit Transfer System, οι οποίες επιμερίζονται σε 30 ανά εξάμηνο σπουδών και 30 για την διπλωματική μεταπτυχιακή εργασία.

Η ιστοσελίδα του ΔΠΜΣ «Υπολογιστική Μηχανική» είναι η: <http://compmech.chemeng.ntua.gr/>

**ΔΠΜΣ «Επιστήμη και Τεχνολογία Υλικών»:** συμμετέχουν οκτώ (8) Σχολές του ΕΜΠ και συγκεκριμένα οι Σχολές Χημικών Μηχανικών, ΕΜΦΕ, Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών, Μηχανολόγων Μηχανικών, Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών, Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Η/Υ, Πολιτικών Μηχανικών, και Αρχιτεκτόνων Μηχανικών. Η ελάχιστη διάρκεια φοίτησης του ΔΠΜΣ «Επιστήμη και Τεχνολογία Υλικών» είναι τρία (3) εξάμηνα και η μέγιστη τέσσερα (4). Για την απόκτηση του Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΜΣ) απαιτούνται 90 Πιστωτικές Μονάδες στα πλαίσια του ECTS: European Credit Transfer System, οι οποίες επιμερίζονται σε 30 ανά εξάμηνο σπουδών και 30 για την διπλωματική μεταπτυχιακή εργασία.

Η ιστοσελίδα του ΔΠΜΣ «Επιστήμη και Τεχνολογία Υλικών» είναι η: <http://mse.ntua.gr/?lang=el>

#### **Γ.1.1.2 Αναγραφή των Προγραμμάτων Μεταπτυχιακών Σπουδών που οργανώνονται από την Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών ΕΜΠ**

**ΔΠΜΣ «Παραγωγή και Διαχείριση Ενέργειας»:** συμμετέχουν πέντε (5) Σχολές του ΕΜΠ και συγκεκριμένα οι Σχολές Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών, Μηχανολόγων Μηχανικών, Χημικών Μηχανικών, Πολιτικών Μηχανικών και Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών. Η ελάχιστη διάρκεια σπουδών είναι τρία (3) ακαδημαϊκά εξάμηνα. Η μέγιστη διάρκεια φοίτησης στο Πρόγραμμα είναι δύο (2) πλήρη ημερολογιακά έτη.

Η ιστοσελίδα του ΔΠΜΣ «Συστήματα Αυτοματισμού» είναι η: <http://www.epm.ntua.gr/>



**ΔΠΜΣ «Τεχνο-οικονομικά Συστήματα»:** [Δι-ιδρυματικό/Διαπανεπιστημιακό] συμμετέχουν η Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών (ΗΜΜΥ) του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (ΕΜΠ) και το Τμήμα Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας του Πανεπιστημίου Πειραιώς. Η διάρκεια φοίτησης του ΔΠΜΣ «Τεχνο-οικονομικά Συστήματα» είναι δύο (2) έτη. Για την απόκτηση του Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΜΣ) απαιτούνται 120 Πιστωτικές Μονάδες στα πλαίσια του ECTS: European Credit Transfer System.

Ιστοσελίδα του ΔΠΜΣ «Συστήματα Αυτοματισμού»:  
<http://mycourses.ntua.gr/document/document.php>

#### **Γ.1.1.3 Αναγραφή των Προγραμμάτων Μεταπτυχιακών Σπουδών που οργανώνονται από την Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών ΕΜΠ**

**ΔΠΜΣ «Σχεδιασμός και Κατασκευή Υπόγειων Έργων»:** συμμετέχουν δύο (2) Σχολές του ΕΜΠ και συγκεκριμένα οι Σχολές Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών και Πολιτικών Μηχανικών, Η ελάχιστη διάρκεια φοίτησης του Δ.Π.Μ.Σ. «Σχεδιασμός και Κατασκευή Υπόγειων Έργων» είναι ένα έτος και η μέγιστη δύο.

Η ιστοσελίδα του Δ.Π.Μ.Σ. «Σχεδιασμός και Κατασκευή Υπόγειων Έργων» είναι η:  
<http://tunnelling.ntua.gr/>

#### **Γ.1.14 Αναγραφή των Προγραμμάτων Μεταπτυχιακών Σπουδών που οργανώνονται από την Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών ΕΜΠ**

**ΔΠΜΣ «Συστήματα Αυτοματισμού»:** συμμετέχουν έξι (6) Σχολές του ΕΜΠ και συγκεκριμένα οι Σχολές Μηχανολόγων Μηχανικών, Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Η/Υ, Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών, Χημικών Μηχανικών, Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών και ΕΜΦΕ. Η ελάχιστη διάρκεια φοίτησης του ΔΠΜΣ «Συστήματα Αυτοματισμού» είναι τρία (3) εξάμηνα και η μέγιστη τέσσερα (4). Για την απόκτηση του Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΜΣ) απαιτούνται 90 Πιστωτικές Μονάδες στα πλαίσια του ECTS: European Credit Transfer System, οι οποίες επιμερίζονται σε 30 ανά εξάμηνο σπουδών και 30 για την διπλωματική

μεταπτυχιακή εργασία.

Η ιστοσελίδα του ΔΠΜΣ «Συστήματα Αυτοματισμού» είναι η: <http://dpms-as.mech.ntua.gr/>

**ΔΠΜΣ «Διοίκηση Επιχειρήσεων»** [Δι-ιδρυματικό - Διαπανεπιστημιακό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΠΜΣ) στη Διοίκηση Επιχειρήσεων - "AthensMBA", συνδιοργανώνεται από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ) και το Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΟΠΑ)]. Συμμετέχουν από το ΕΜΠ, οι Σχολές Μηχανολόγων Μηχανικών (συντονίζουσα), Χημικών Μηχανικών και Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών. Τα συμμετέχοντα από το ΟΠΑ τμήματα είναι το Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων, το Επικοινωνίας και Μάρκετινγκ και το Λογιστικής και Χρηματοοικονομικής. Η διάρκεια φοίτησης του ΔΠΜΣ «Διοίκηση Επιχειρήσεων» είναι πέντε (5) εξάμηνα. Για την απόκτηση του Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΜΣ) απαιτούνται 120 Πιστωτικές Μονάδες στα πλαίσια του ECTS: European Credit Transfer System, οι οποίες επιμερίζονται σε 100 από το άθροισμα των Πιστωτικών Μονάδων των μαθημάτων, υποχρεωτικών και επιλογής (5 ΠΜ/μάθημα, 20 μαθήματα σύνολο) και 20 για την διπλωματική μεταπτυχιακή εργασία.

Η ιστοσελίδα του ΔΠΜΣ «Συστήματα Αυτοματισμού» είναι η: <http://athensmba.ntua.gr/el/program/attendance.html>

Από την παράθεση των προηγούμενων στοιχείων προκύπτει ότι το ΔΠΜΣ «Μικροσυστήματα και Νανοδιατάξεις» έχει μηδενική επικάλυψη με τα υπόλοιπα μεταπτυχιακά προγράμματα των συνεργαζόμενων Σχολών αλλά και του ΕΜΠ, καλύπτοντας κατ' αποκλειστικότητα τη σχετική κατεύθυνση μεταπτυχιακών σπουδών.

### **Γ.1.2 Αιτιολόγηση της διαθεσιμότητας/ύπαρξης των υποδομών και του αναγκαίου εξοπλισμού για τη λειτουργία του προγράμματος**

Η Σχολή ΕΜΦΕ διαθέτει επαρκές διδακτικό προσωπικό και εργαστηριακή υποδομή για την λειτουργία αυτών των μεταπτυχιακών προγραμμάτων. Συγκεκριμένα, όσον αφορά στους 3 (από τους 4) Τομείς που συντονίζουν ΔΠΜΣ:

(α) Ο Τομέας Μαθηματικών διαθέτει 34 μέλη ΔΕΠ, 4 θεσμοθετημένα Εργαστήρια και ένα θεσμοθετημένο Σπουδαστήριο

1. Εργαστήριο Αλγοριθμικών Εφαρμογών και Λογικής
2. Εργαστήριο Στατιστικής
3. Εργαστήριο Υπολογιστικών Μαθηματικών και Μαθηματικής
4. Εργαστήριο Οικονομικών Μαθηματικών και Μαθηματικής Βελτιστοποίησης
5. Σπουδαστήριο Ανωτέρων Μαθηματικών

(β) Ο Τομέας Φυσικής διαθέτει 28 μέλη ΔΕΠ, 5 θεσμοθετημένα Εργαστήρια και ένα θεσμοθετημένο Σπουδαστήριο

1. Εργαστήριο Φυσικής
2. Εργαστήριο Προηγμένων Υλικών και Μικρο-Νανοδιατάξεων (<http://lamde.physics.ntua.gr/>)
3. Εργαστήριο Οπτοηλεκτρονικής, Λέιζερ και Εφαρμογών τους
4. Εργαστήριο Πυρηνικής Φυσικής και Εφαρμογών της
5. Εργαστήριο Πειραματικής Φυσικής Υψηλών Ενεργειών και Συναφούς Οργανολογίας
6. Σπουδαστήριο Θεωρητικής και Υπολογιστικής Φυσικής

(γ) Ο Τομέας Μηχανικής διαθέτει 15 μέλη ΔΕΠ, και ένα θεσμοθετημένο Εργαστήριο

1. Εργαστήριο Αντοχής Υλικών

Όπως προκύπτει από τα ανωτέρω, η Σχολή ΕΜΦΕ διαθέτει και το προσωπικό και τις εκπαιδευτικές και ερευνητικές δομές που είναι απαραίτητες για την υποστήριξη των μεταπτυχιακών προγραμμάτων σπουδών τα οποία συντονίζει η ίδια.

Επιπλέον, η διεπιστημονικότητα της Σχολής ΕΜΦΕ (χαρακτηριστικό που επισημάνθηκε και από τους εξωτερικούς αξιολογητές της Σχολής, στην τελευταία αξιολόγησή της, βλ. [http://semfe.ntua.gr/files/pdf/ExwterikhAxiologishSEMFE\\_131128.pdf](http://semfe.ntua.gr/files/pdf/ExwterikhAxiologishSEMFE_131128.pdf), σελ.7) εγγυάται τη δυνατότητα της Σχολής να αναδείξει περιοχές αλληλεπίδρασης των μαθηματικών και φυσικών επιστημών με το τεχνολογικό προφίλ των υπολοίπων Σχολών του ΕΜΠ αλλά και με ερευνητικά κέντρα.

Επομένως η Σχολή ΕΜΦΕ, η οποία, σύμφωνα με τα ανωτέρω, φέρει και τη διοικητική υποστήριξη αλλά και το κύριο διδακτικό βάρος του ΔΠΜΣ «Μικροσυστήματα και Νανοδιατάξεις», διαθέτει και την κρίσιμη μάζα προσωπικού ανά μεταπτυχιακό πρόγραμμα και τον κρίσιμο αριθμό συνεργασιών με άλλες Σχολές και

Ερευνητικά Κέντρα που εξασφαλίζουν την ουσιαστική Δι-Ιδρυματικότητα των μεταπτυχιακών προγραμμάτων και την δυνατότητά τους να συνεισφέρουν προστιθέμενη αξία στην εκπαίδευση των μεταπτυχιακών σπουδαστών που τα παρακολουθούν.

### **Γ.1.3 Αιτιολόγηση της δυνατότητας του διδακτικού προσωπικού να εμπλακεί στο πρόγραμμα χωρίς να αμελήσει τις κατά νόμον υποχρεώσεις του**

Με βάση τη λειτουργία των ΔΠΜΣ που συντονίζει η Σχολή, επί μία 15/ετία, με την παράλληλη υποστήριξη των προγραμμάτων προπτυχιακών σπουδών της ίδιας αλλά και των άλλων Σχολών του ΕΜΠ, αποδεικνύει τη δυνατότητα του διδακτικού προσωπικού να εμπλακεί στο προτεινόμενο πρόγραμμα χωρίς να αμελήσει τις κατά νόμο υποχρεώσεις του.

Συγκεκριμένα, όλα τα μέλη ΔΕΠ που αναλαμβάνουν διδασκαλία μεταπτυχιακών μαθημάτων, αναλαμβάνουν παράλληλα την διδασκαλία προπτυχιακών μαθημάτων καλύπτοντας πλήρως τις κατά νόμον υποχρεώσεις τους.

Όσον αφορά τη συμμετοχή των συνεργαζόμενων φορέων στο πρόγραμμα των μεταπτυχιακών μαθημάτων, καταγράφεται (<http://www.physics.ntua.gr/gr/micronano/didaskontes.htm>) η εξής κατανομή: ΣΕΜΦΕ (9), INN-ΕΚΕΦΕΔ (5), ΣΗΜΜΥ (3), ΣΧΜ (3), ΣΜΜ (1), ΣΜΜΜ (1), ενώ με συμβολή σε διαλέξεις-εργαστήρια και εκπόνηση μεταπτυχιακών διπλωματικών εργασιών συμμετέχουν τα Ινστιτούτα ΗΔΛ/ΙΤΕ και ΘΦΧ/ΕΙΕ. Από την καταγραφή αυτή προκύπτει η κατανομή του φορτίου στους συνεργαζόμενους φορείς, όσο και το εύλογο ποσοστό των μελών ανά φορέα που απασχολούνται στο πρόγραμμα. Τα ποσοστά αυτά εξασφαλίζουν, για τις εμπλεκόμενες Σχολές, τη δυνατότητα κάλυψης των κατά νόμο υποχρεώσεών τους στα προπτυχιακά προγράμματα σπουδών. Η δυνατότητα αυτή βέβαια προϋποθέτει ότι το δυναμικό των Σχολών όχι μόνο θα διατηρηθεί στα σημερινά δεδομένα αλλά θα αναπληρωθούν και οι σημαντικές απώλειες προσωπικού της 8/ετίας 2010-18.

### **Γ.2 Αναγραφή των προγραμμάτων αντίστοιχου περιεχομένου (γνωστικού αντικειμένου) που οργανώνονται στην ημεδαπή (ενδεικτική μελέτη προσφοράς και ζήτησης).**

Στην Ελλάδα λειτουργούν άλλα 3 Μεταπτυχιακά Προγράμματα τα οποία εμπíπτουν στο ευρύτερο πεδίο, συγκεκριμένα:

Μικροηλεκτρονική - ΕΚΠΑ (20 σπουδαστές)

Μικροηλεκτρονική και Οπτοηλεκτρονική - Π. Κρήτης (20 σπουδαστές)

Νανοεπιστήμες και Νανοτεχνολογίες - ΑΠΘ (~23 σπουδαστές)

Τα παραπάνω ΔΠΜΣ, έχουν μέτρια επικάλυψη με το πρόγραμμα «Μικροσυστήματα και Νανοδιατάξεις». Επίσης τα δύο από τα άλλα προσφερόμενα προγράμματα αφορούν περιοχές απομακρυσμένες από την Αττική (Κρήτη και Θεσσαλονίκη). Το πρόγραμμα της Μικροηλεκτρονικής έχει έδρα την Αθήνα, όπως και το προτεινόμενο πρόγραμμα «Μικροσυστήματα και Νανοδιατάξεις», αλλά είναι αποκλειστικά εστιασμένο στη Μικροηλεκτρονική, εν αντιθέσει με το προτεινόμενο το οποίο αφορά ευρύτερο φάσμα διαστάσεων (micro - nano) αλλά και ευρύτερο πεδίο γνωστικού αντικειμένου, όπως προκύπτει από τη σύγκριση των προγραμμάτων σπουδών. Εξάλου, το σύνολο των ~90 μεταπτυχιακών σπουδαστών, που αφορούν αθροιστικά στα τέσσερα μεταπτυχιακά, είναι ένα μικρό ποσοστό των αποφοίτων των Τμημάτων Φυσικής αλλά και των Πολυτεχνικών Σχολών, σε Πανελλαδική κλίμακα, που αποτελούν τις πηγές τροφοδότησης των τεσσάρων σχετικών ΔΠΜΣ με μεταπτυχιακούς σπουδαστές.

Επομένως, η λειτουργία του ΔΠΜΣ «Μικροσυστήματα και Νανοδιατάξεις» φαίνεται να αντιστοιχεί στη ζήτηση μεταπτυχιακής εκπαίδευσης, όπως προκύπτει εξάλλου και από το λόγο επιλεγομένων προς υποψηφίους, ο οποίος κυμαίνεται μεταξύ 1/2.5 και 1/3.5 .

### **Γ3. Αναγραφή των εναλλακτικών πηγών χρηματοδότησης που προβλέπονται, πλην της αύξησης τελών φοίτησης, αν ο αριθμός των φοιτητών δεν είναι αναμενόμενος, για να υλοποιηθεί ο προτεινόμενος προϋπολογισμός.**

Ο προτεινόμενος προϋπολογισμός αντιστοιχεί στις εκπαιδευτικές/ερευνητικές ανάγκες για την εκπαίδευση 30 μεταπτυχιακών σπουδαστών.

Όπως φαίνεται από την ανάλυση των δαπανών, ο προϋπολογισμός δεν καλύπτει αμοιβές διδασκόντων. Επομένως, ο προϋπολογισμός είναι απαλλαγμένος από μία πάγια δαπάνη η οποία είναι ανεξάρτητη του αριθμού των φοιτητών. Επίσης, οι πάγιες δαπάνες για διοικητική και Τεχνική υποστήριξη αποτελούν μόνο το 10% του προϋπολογισμού. Αντίθετα, ο προϋπολογισμός καλύπτει αποκλειστικά τις ανάγκες του προγράμματος σε συντήρηση εξοπλισμού και αναλώσιμα, καθώς και προμήθεια μικρών οργάνων για την εργαστηριακή εξάσκηση και τις μεταπτυχιακές εργασίες.

#### **Γ.4 Ειδική αιτιολόγηση ως προς το ποσοστό της τυχόν εξ' αποστάσεως διδασκαλίας.**

Η παρακολούθηση των μεταπτυχιακών μαθημάτων και εργαστηρίων του ΔΠΜΣ, με φυσική παρουσία, είναι υποχρεωτική. Η εξ' αποστάσεως διδασκαλία αφορά σε περιπτώσεις προσκεκλημένων ομιλητών με αδυναμία φυσικής παρουσίας στην περιοχή της Αττικής. Αυτές οι περιπτώσεις απαιτούν αιτιολογημένη απόφαση της ΕΔΕ, και δεν μπορούν να υπερβαίνουν το 25% των διαλέξεων, όχι υποχρεωτικών μαθημάτων, αλλά μόνο κατ' επιλογήν υποχρεωτικών.