



Χαράλαμπος Γ. Μακρινδάκης  
Διευθυντής Ινστιτούτου Υπολογιστικών  
Μαθηματικών

**Ο** Χαράλαμπος Γ. Μακρινδάκης είναι Διευθυντής του Ινστιτούτου Υπολογιστικών Μαθηματικών του ΙΤΕ από το 2016.

Κατέχει τη θέση του Καθηγητή Αριθμητικής Ανάλυσης στο Πανεπιστήμιο Κρήτης και του Καθηγητή Μαθηματικών στο Πανεπιστήμιο του Sussex (σε άδεια).

Υπήρξε ιδρυτικό μέλος του Τμήματος Εφαρμοσμένων Μα-

θηματικών και του Κέντρου Archimedes Center for Modelling, Analysis and Computation (ACMAC). Είχε ενεργό ρόλο σε Ευρωπαϊκά δίκτυα ερευνητικής συνεργασίας σχετικά με τις Μη Γραμμικές Μερικές Διαφορικές Εξισώσεις και τις Εφαρμογές τους. Τα ερευνητικά του ενδιαφέροντα σχετίζονται με τα υπολογιστικά μαθηματικά, την προσέγγιση μη γραμμικών φαινομένων και τη μελέτη αλγορίθμων μηχανικής μάθησης.

Έλαβε το διδακτορικό του από το Πανεπιστήμιο Κρήτης το 1990. Στη συνέχεια ήταν μεταδιδακτορικός υπότροφος στο Πανεπιστήμιο του Maryland, στο College Park και στο Πανεπιστήμιο του Tennessee. Υπήρξε επισκέπτης Καθηγητής σε πολλά πανεπιστήμια και ερευνητικά κέντρα, όπως το Institute for Pure and Applied Mathematics στο UCLA, το Πανεπιστήμιο της Οξφόρδης, το École Normale Supérieure-Paris, το CIRM-France, το Institut Mittag-Leffler-Σουηδία και το Πανεπιστήμιο της Rennes.

# Ινστιτούτο Υπολογιστικών Μαθηματικών

## Διεπιστημονικές Προκλήσεις Αιχμής

**Α**πό την ίδρυσή του το 1985, το Ινστιτούτο Υπολογιστικών Μαθηματικών του ΙΤΕ (ΙΥΜ) αποτελεί μια ερευνητική μονάδα Μαθηματικών Επιστημών με έμφαση στις Υπολογιστικές Μεθόδους και τις εφαρμογές των Μαθηματικών στην επιστήμη και την τεχνολογία. Το Ινστιτούτο έχει ως αποστολή την ερευνητική αριστεία στα Εφαρμοσμένα Μαθηματικά και στην αντιμετώπιση διεπιστημονικών προκλήσεων αιχμής.

Στόχος του είναι η ανάδειξη του ρόλου των Μαθηματικών σε διάφορες εφαρμογές με σκοπό την πιο αποτελεσματική αντιμετώπιση προβλημάτων και την πρόβλεψη της συμπεριφοράς των αντίστοιχων συστημάτων. Στοχεύει επίσης στη δημιουργία συνεργειών με άλλες επιστήμες με σκοπό την επίλυση πολύπλοκων διεπιστημονικών προβλημάτων. Μέσω των ερευνητικών προγραμμάτων του, το ΙΥΜ έχει αναπτύξει πολλά συνεργατικά έργα και σχέσεις με άλλες ερευνητικές ομάδες σε πανεπιστήμια, ερευνητικά κέντρα, οργανισμούς και ιδιωτικές εταιρείες στην Ελλάδα, την Ευρώπη, τις Ηνωμένες Πολιτείες και άλλες χώρες. Το ΙΥΜ συμβάλλει στην εκπαίδευση νέων ερευνητών μέσω υποτροφιών μεταπτυχιακής και μεταδιδακτορικής εκπαίδευσης. Συμμετέχει σε ερευνητικά και εκπαιδευτικά δίκτυα αριστείας τα οποία έχουν σκοπό την εκπαίδευση των νέων μεταπτυχιακών και διδακτορικών φοιτητών και διοργανώνει συστηματικά συνέδρια, συναντήσεις εργασίας και θερινά σχολεία υψηλού επιπέδου.

Η οργανωτική δομή του Ινστιτούτου, η οποία οριστικοποιήθηκε το 2019-20, αναπτύχθηκε με γνώμονα α) τη συμβατότητα με τη δομή σύγχρονων Ινστιτούτων εφαρμοσμένων μαθηματικών διεθνώς, β) τη συμβολή στη μεγαλύτερη ευελιξία στη δημιουργία νέων ομάδων και γ) την ανάγκη να αντικατοπτρίζει τους τομείς προτεραιότητας του Ινστιτούτου.

*Το σχήμα που υιοθετήθηκε περιλαμβάνει:*

- Τον **Τομέα Εφαρμοσμένης Ανάλυσης και Μοντελοποίησης** (Applied Analysis and Modelling Division) στον οποίο περιλαμβάνονται οι Ομάδες: Applied Analysis, Mesoscale & Continuum Modeling, Molecular Modeling.
- Τον **Τομέα Αριθμητικής Ανάλυσης και Υπολογιστικής Επιστήμης** (Numerical Analysis and Computational Science Division) στον οποίο περιλαμβάνονται οι Ομάδες: Data Science Programme, Computational Biomechanics, Scientific Computing and Software Development καθώς και το Εργαστήριο Στατιστικής και Μηχανικής Μάθησης (Statistical and Machine Learning Laboratory).
- Τον **Τομέα Εφαρμογών στις Επιστήμες** (Applied Science Division) στον οποίο περιλαμβάνονται οι Ομάδες: Underwater Acoustics, Regional Analysis, Computational Neurosciences, Computational Pharmacology, Socio-Education Research and Innovation καθώς και τα Εργαστήρια: Coastal & Marine Research Laboratory, Remote Sensing Laboratory, Underwater Measurements Laboratory.

**Έμφαση έχει δοθεί:**

α) Στην αριστεία της έρευνας και των δραστηριοτήτων των μελών του Ινστιτούτου μέσω (i) της ανάπτυξης πρωτοποριακών διεθνούς επιπέδου ερευνητικών δραστηριοτήτων σε επιλεγμένες περιοχές των μαθηματικών επιστημών, (ii) της ουσιαστικής συμβολής των σύγχρονων μαθηματικών τεχνικών στην αντιμετώπιση σημαντικών διεπιστημονικών προκλήσεων.

β) Στην ενίσχυση του ρόλου του ΙΥΜ σε διεπιστημονικές δράσεις αιχμής και καινοτομίας ιδιαίτερα σε σχέση με το Περιβάλλον και τις Βιο-ιατρικές εφαρμογές. Έμφαση στον κεντρικό ρόλο του Ινστιτούτου σε Υπολογισμούς Υψηλής Κλίμακας (High-Performance Computing) και στην Τεχνητή Νοημοσύνη.

γ) Στη συστηματική προσπάθεια σύνδεσης με τον ιδιωτικό τομέα μέσω κοινών προγραμμάτων σε διάφορες περιοχές όπου τα μέλη του Ινστιτούτου μπορούν να συμβάλλουν στην ανάπτυξη καινοτόμων προσεγγίσεων.

δ) Στην υποστήριξη και ανάπτυξη περιφερειακών δράσεων στα Μαθηματικά όπως συνέδρια, συναντήσεις εργασίας, θερινά σχολεία, διαλέξεις για το ευρύ κοινό.

ε) Στην προώθηση εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων και μεταπτυχιακών προγραμμάτων σε νέους τομείς αιχμής.

Το ΙΥΜ πρωτοπορεί και στη συστηματική ανάπτυξη δραστηριοτήτων που συνδυάζουν σύγχρονες τεχνικές Επιστήμης Δεδομένων και Τεχνητής Νοημοσύνης με μαθηματική μοντελοποίηση και υπολογιστικές μεθόδους φυσικών και βιολογικών εφαρμογών. Μέσω των συνεργασιών ενισχύθηκαν επιπλέον οι κοινές δράσεις του ΙΥΜ με ιδιωτικούς φορείς και τα προγράμματα αριστείας του ΙΥΜ.

Η σύναψη συμφωνιών χρηματοδότησης με τον ιδιωτικό τομέα συνεχίστηκε και διευρύνθηκε ως προς τα επιστημονικά αντικείμενα τα οποία αφορά, καθώς υπάρχει ανάγκη για την ανάπτυξη μαθηματικών και υπολογιστικών τεχνικών σε σύγχρονα πολύπλοκα προβλήματα επιστημονικών και τεχνολογικών εφαρμογών. Έτσι, παρά τα προβλήματα τα οποία ανακύπτουν λόγω της έλλειψης συστηματικής χρηματοδότησης της έρευνας από τον ιδιωτικό τομέα στην Χώρα, όλο και περισσότερες εταιρείες και μη κερδοσκοπικοί φορείς ενδιαφέρονται για συνεργασία με το ΙΥΜ.

Οι δραστηριότητες του ΙΤΕ που άπτονται της μαθηματικής και υπολογιστικής μοντελοποίησης αποτελούν ένα ισχυρό εργαλείο που χρησιμοποιείται για την ανάλυση και επίλυση σύνθετων προβλημάτων σε διάφορους τομείς. Μέσω της δημιουργίας μαθηματικών μοντέλων και προσομοιώσεων μεγάλης κλίμακας, μπορούμε να μελετήσουμε πραγματικά συστήματα και διαδικασίες, επιτρέποντας την κατανόηση της συμπεριφοράς τους και την πρόβλεψη των αποτελεσμάτων υπό διαφορετικές συνθήκες.

Σε αυτό το πλαίσιο, έχει δημιουργηθεί μακρόχρονη ερευνητική δραστηριότητα που αφορά την ανάπτυξη και εφαρμογή υπολογιστικών μοντέλων και προσομοιώσε-

ων πολλαπλών κλιμάκων για τον σχεδιασμό καινοτόμων υλικών και διεργασιών. Ενδεικτικά, συμμετέχουμε σε ερευνητικά έργα σε συνεργασία με εταιρείες από την Κρήτη, την Ελλάδα, αλλά και με μεγάλες πολυεθνικές εταιρείες σε όλο τον κόσμο. Παράδειγμα αποτελεί η μακρόχρονη ερευνητική συνεργασία του ΙΥΜ με την εταιρεία Goodyear Tire & Rubber Company (US) με στόχο την ανάπτυξη νέων ελαστικών με καλύτερη αντοχή, περισσότερη ασφάλεια και φιλικών προς το περιβάλλον.

Στο έργο συμμετέχουν αρκετοί ερευνητές από το ΙΥΜ, καθώς και από τα πανεπιστήμια του Göttingen, Γερμανία, και το University of Tennessee (USA). Ο ρόλος της ομάδας του ΙΤΕ αφορά στην πρόβλεψη των ιδιοτήτων των υλικών απευθείας από τη μοριακή τους δομή μέσω μαθηματικών μοντέλων και μοριακών προσομοιώσεων, οδηγώντας στον σχεδιασμό νέων καινοτόμων ελαστικών. Η συνεργασία ξεκίνησε το 2017 και χρηματοδοτείται εξ ολοκλήρου από την εταιρεία.

Το Εργαστήριο Παράκτιας και Θαλάσσιας Έρευνας του Τομέα Εφαρμογών στις Επιστήμες, δραστηριοποιείται στην έρευνα και τις εφαρμογές που σχετίζονται με το παράκτιο περιβάλλον, με εφαρμογές στην παράκτια υδροδυναμική, υδρολογία, ανάπτυξη συστημάτων παρακολούθησης υψηλής ανάλυσης και ολοκληρωμένα συστήματα περιβαλλοντικού σχεδιασμού. Εστιάζει σε καινοτόμες επιστημονικές και ερευνητικές δράσεις, σε τομείς όπως η αξιολόγηση κινδύνου και των μέτρων πρόληψης αναφορικά με τις κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και στον σχεδιασμό και διαχείριση δραστηριοτήτων στην παράκτια ζώνη. Στα πλαίσια των συνεργασιών του με επιχειρήσεις και άλλους φορείς, το Εργαστήριο Παράκτιας και Θαλάσσιας Έρευνας προσφέρει υπηρεσίες που αφορούν στη βιώσιμη διαχείριση του περιβάλλοντος και στη διαχείριση κινδύνων. Συνεργάζεται με εταιρίες που δραστηριοποιούνται στους τομείς των τεχνικών και περιβαλλοντικών

μελετών και του τουρισμού.

Αντίστοιχα, ο Τομέας Αριθμητικής Ανάλυσης και Υπολογιστικής Επιστήμης έχει δώσει έμφαση σε ανάπτυξη λογισμικών που αφορούν:

α) Την πρόβλεψη της απόδοσης αιολικών και φωτοβολταϊκών πάρκων με χρονικό ορίζοντα έως 96 ώρες. Το λογισμικό εξελίχθηκε μέσω συνεργασιών με την EPEN-ΕΛΛΑΣ και τη Saudi Aramco. Βασίζεται σε αλγόριθμους μηχανικής μάθησης και στατιστικά μοντέλα πρόβλεψης, τα οποία τροφοδοτούνται με ιστορικά δεδομένα και μετεωρολογικές προβλέψεις.

β) Την αυτοματοποιημένη ανίχνευση νοθείας σε εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο καθώς και την πρόβλεψη της βαθμολογίας του ελαιολάδου σε διαδικασίες γευσισ-γνωσίας. Το λογισμικό εξελίσσεται μέσω συνεργασιών με τον ΕΦΕΤ και βασίζεται σε αλγόριθμους μηχανικής μάθησης και στατιστικά μοντέλα πρόβλεψης, τα οποία τροφοδοτούνται με δεδομένα φασματοσκοπίας και χημικών αναλύσεων.

γ) Την αυτοματοποιημένη διάγνωση της δυσλεξίας και την υποστήριξη της θεραπευτικής διαδικασίας των λογοθεραπευτών. Το λογισμικό εξελίσσεται μέσω συνεργασίας με την Optotech: Eye Tracking Services και βασίζεται σε αλγόριθμους μηχανικής μάθησης και στατιστικά μοντέλα πρόβλεψης, τα οποία τροφοδοτούνται με δεδομένα που παράγονται από συσκευές eye tracking.

δ) Τη μεθοδολογία αυτοματοποιημένης αξιολόγησης οδικών δικτύων με χρήση δεδομένων τηλεματικής και στατιστικών μοντέλων. Η μεθοδολογία εξελίχθηκε σε συνεργασία με τη EUROSTAT. Αλγόριθμοι ανίχνευσης ατυχημάτων και πρόβλεψης κυκλοφοριακών ροών σε οδικά δίκτυα με αξιοποίηση δεδομένων που προέρχονται από σταθερούς αισθητήρες στο οδόστρωμα (loop detectors).

ε) Την αξιολόγηση οχημάτων αναφορικά με τις εκπομπές ρύπων (PM & NOx). Οι μεθοδολογίες βασίζονται σε πειραματικά δεδομένα που αφορούν λειτουργία σε πραγματικές και όχι εργαστηριακές συνθήκες.

