



**ΕΛΙΔΕΚ.**  
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

**Περιγραφή Χρηματοδοτούμενων Ερευνητικών Έργων**  
**1η Προκήρυξη Ερευνητικών Έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.**  
**για την ενίσχυση Μεταδιδακτόρων Ερευνητών/Τριών**

## Τίτλος Ερευνητικού Έργου

«SQUIRREL: Υπεραγώγιμα μεταϋλικά: χιμαιρικές καταστάσεις και χωροχρονικές δομές»

**Επιστημονική Υπεύθυνη:** Ιωάννα Χιτζανίδη

**Εκλαϊκευμένος τίτλος:** «Δαμάζοντας τις χίμαιρες σε μεταϋλικά από κβαντικούς ταλαντωτές SQUID»

**Επιστημονική Περιοχή:** Φυσικές Επιστήμες

**Φορέας Υποδοχής:** Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Φυσικής

**Συνεργαζόμενος Φορέας:** Κέντρο Νανοφυσικής και Προηγμένων Υλικών, Πανεπιστήμιο του Maryland, ΗΠΑ



**Ποσό Χρηματοδότησης:** 200.000 €

**Διάρκεια Χρηματοδότησης:** 36 μήνες

**Φορέας Χρηματοδότησης:** ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.



## Σύνοψη Ερευνητικού έργου

### «SQUIRREL: Υπεραγώγιμα μεταϋλικά: χιμαιρικές καταστάσεις και χωροχρονικές δομές»

Η αλληλεπίδραση μεταξύ της μη γραμμικότητας και της τοπολογίας βρίσκεται στο επίκεντρο της έρευνας των πολύπλοκων συστημάτων. Ειδικότερα σε πληθυσμούς συζευγμένων ταλαντωτών, η αλληλεπίδραση αυτή μπορεί να οδηγήσει σε φαινόμενα αυτο-οργάνωσης όπως συγχρονισμό, χωροχρονικές δομές και χιμαιρικές καταστάσεις. Στο έργο SQUIRREL, θα μελετηθεί ένα σύστημα που παρουσιάζει τέτοια πολύπλοκα φαινόμενα συλλογικής συμπεριφοράς: ένα μεταϋλικό περιοδικά διατεταγμένων και ασθενώς συζευγμένων SQUID (superconducting quantum-interference device). Τα μεταϋλικά είναι τεχνητά υλικά που παρουσιάζουν εξαιρετικές ιδιότητες, π. χ. αρνητική διαμαγνητική διαπερατότητα. Το έργο SQUIRREL περιλαμβάνει την θεωρητική μοντελοποίηση και την παράλληλη διεξαγωγή πειραμάτων. Θα εστιάσει κυρίως στις χιμαιρικές καταστάσεις, ένα συναρπαστικό φαινόμενο άρσης συμμετρίας που χαρακτηρίζεται από τη συνύπαρξη μερικά συγχρονισμένων και μερικά ασυγχρόνιστων στοιχείων. Εντυπωσιακός είναι και ο ολοένα αυξανόμενος αριθμός των εργασιών πάνω στις χιμαιρικές καταστάσεις, οι οποίες αφορούν φυσικά και χημικά, μέχρι βιολογικά και τεχνολογικά συστήματα. Οι αντίστοιχες μελέτες πάνω σε υπεραγώγιμα συστήματα, ωστόσο, είναι πολύ λίγες. Σε πολλές περιπτώσεις οι χίμαιρες αποτελούν μετασταθείς καταστάσεις, κάτι που καθιστά την πειραματική τους επαλήθευση ιδιαίτερα δύσκολη. Συνεπώς, η αναγκαιότητα ελέγχου των χιμαιρικών καταστάσεων μέσω διαφόρων τεχνικών, είναι μεγάλης σημασίας. Επιπλέον, δεδομένου ότι οι χίμαιρες, κατά κύριο λόγο, έχουν βρεθεί σε μία χωρική διάσταση, υπάρχουν πολλά ανοικτά ερωτήματα που αφορούν τις αντίστοιχες δομές σε περισσότερες διαστάσεις. Για την διερεύνηση των παραπάνω προβλημάτων, το έργο SQUIRREL θα επικεντρωθεί σε πέντε κύρια θέματα: (1) Πολύπλοκη δυναμική της δομικής μονάδας του μεταϋλικού μας. (2) Έλεγχος μετασταθών χιμαιρικών καταστάσεων σε μονοδιάστατες αλυσίδες SQUID. (3) Ταξινόμηση χιμαιρικών καταστάσεων σε δισδιάστατα πλέγματα SQUID. (4) Μοντελοποίηση τρισδιάστατης δομής SQUID, πειραματική κατασκευή στοιβών SQUID. (5) Ανάπτυξη πειραματικών τεχνικών για την ανίχνευση και απεικόνιση χιμαιρικών καταστάσεων. Δεδομένου ότι τα μεταϋλικά με SQUID αποτελούν το κλασικό πρότυπο διαφόρων υπεραγώγιμων κβαντικών υπολογιστικών συστημάτων, τα αποτελέσματα του έργου SQUIRREL θα έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην εφαρμοσμένη έρευνα που σχετίζεται με το σχεδιασμό νέων κβαντικών υπολογιστικών συσκευών.

Το έργο SQUIRREL θα συμβάλει σημαντικά στους τομείς των Μεταλλικών και της Μη Γραμμικής Δυναμικής, εισάγοντας νέα ερευνητικά εργαλεία και τεχνικές για την απεικόνιση πολύπλοκων δυναμικών καταστάσεων. Από θεωρητικής πλευράς, θα αναπτυχθούν βελτιωμένα μοντέλα, κατάλληλα για την ποσοτική πρόβλεψη και μαθηματική περιγραφή των μεταλλικών με SQUID ενώ από πειραματικής άποψης, θα αναπτυχθούν νέες τεχνικές ελέγχου και θα κατασκευαστούν νέα 3D μεταλλικά. Τα αποτελέσματα του έργου θα έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην εφαρμοσμένη έρευνα που σχετίζεται με τους κβαντικούς υπολογιστές, όπου συστοιχίες SQUID στο κβαντικό όριο μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως “δομικά στοιχεία”, και σε άλλες καινοτόμες εφαρμογές, όπως η υψηλής ευκρίνειας απεικόνιση, ο οπτικός μετασχηματισμός, και το φαινόμενο cloaking. Τέλος, το έργο θα έχει αντίκτυπο στην εκπαιδευτική διαδικασία του τμήματος Φυσικής του Πανεπιστημίου Κρήτης: Φέρνοντας σε επαφή ερευνητές από την Ελλάδα και το Πανεπιστήμιο του Maryland, μέσω αμοιβαίων επισκέψεων, θα δημιουργηθεί μια σημαντική ανταλλαγή τεχνογνωσίας, πολύτιμη για τον Φορέα Υποδοχής.

## Η χρηματοδότηση του ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. σημαίνει...



Η χρηματοδότηση του ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. θα μου επιτρέψει να εξελίξω την ερευνητική μου δραστηριότητα από μία θέση μεγαλύτερης ανεξαρτησίας και ευθύνης, δύο στοιχεία ιδιαίτερης σημασίας τη δεδομένη στιγμή της επαγγελματικής μου πορείας. Επιπλέον, μου δίνει τη δυνατότητα να παραμείνω στον τμήμα Φυσικής του Πανεπιστημίου Κρήτης, και να συνεχίσω, με ακόμη καλύτερους όρους, την έρευνά μου, σε ένα περιβάλλον στο οποίο νιώθω δημιουργική και έχω την ευκαιρία να αλληλεπιδρώ με άριστους συνεργάτες. Ταυτόχρονα, η χρηματοδότηση του ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ., προσφέρει τον απαραίτητο χρονικό ορίζοντα και τους πόρους για να επιτευχθεί η συνεργασία με πειραματικούς ερευνητές του Πανεπιστημίου Maryland, κάτι που θα έχει αντίκτυπο τόσο στην ποιότητα των ερευνητικών αποτελεσμάτων, όσο και στην εξωστρέφεια του έργου.

*Η Επιστημονική Υπεύθυνη  
Ιωάννα Λιτσανίδη*



**ΕΛΙΔΕΚ.**  
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

# Στηρίζουμε την Έρευνα Ενισχύουμε την Καινοτομία

## ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Βασιλίσσης Σοφίας 127, 11521, Αθήνα

210 64 12 410, 420

[info@elidek.gr](mailto:info@elidek.gr)

[www.elidek.gr](http://www.elidek.gr)

