



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

**Εθνικόν και Καποδιστριακόν  
Πανεπιστήμιον Αθηνών**

— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

**Τμήμα Φυσικής**

**Τομέας Φυσικής Περιβάλλοντος – Μετεωρολογίας**

Πανεπιστημιούπολη, Ζωγράφου 15784

Τηλ.: 210 727 6830

Αθήνα, 22 Νοεμβρίου 2021

## ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Σας γνωρίζουμε ότι τη **Δευτέρα 6 Δεκεμβρίου 2021** και ώρα **12:00**, ο κ. **Γεώργιος Παπαγγελής** θα υποστηρίξει τη διδακτορική του διατριβή με θέμα:

*«Διερεύνηση των φυσικών διεργασιών στην ανάπτυξη των ροών στο  
ατμοσφαιρικό οριακό στρώμα»*

### Περίληψη

Στην παρούσα μελέτη ερευνώνται οι φυσικές διεργασίες που καθορίζουν την ανάπτυξη του ατμοσφαιρικού οριακού στρώματος (ΑΟΣ-ABL) πάνω από ετερογενείς εδαφικές επιφάνειες. Μελετώνται οι διαδράσεις ατμόσφαιρας-εδαφικής επιφάνειας με τη χρήση ενός προηγμένου, περιοχικού ατμοσφαιρικού μοντέλου, το οποίο εφαρμόζεται σε ρεαλιστικές συνθήκες. Παράλληλα, έγινε αξιολόγηση των παραμετροποιήσεων που επιλύουν το οριακό ατμοσφαιρικό στρώμα καθώς και την επιφάνεια του εδάφους, τις οποίες ενσωματώνει το εν λόγω μοντέλο. Οι διεργασίες αυτές, προσεγγίστηκαν σε βάθος μέσω του σχεδιασμού ενός ιδεατού αριθμητικού πειράματος. Κατά το πείραμα αυτό, ένα ασταδές οριακό στρώμα (Convective Boundary Layer, CBL) αναπτύχθηκε πάνω από ρεαλιστικές εδαφικές επιφάνειες, οι οποίες χαρακτηρίζονται από μεγάλης κλίμακας ετερογένεια. Για αυτό το ιδεατό πείραμα και για τη λεπτομερή ανάλυση της παραγόμενης τυρβώδους ροής, εφαρμόστηκε η τεχνική προσομοίωσης μεγάλων στροβίλων (Large Eddy Simulation, LES). Σε συνδυασμό με αυτήν, αναπτύχθηκε ένα σύστημα δυναμικής σύζευξης της γήινης εδαφικής επιφάνειας με την ατμόσφαιρα, το οποίο αποτελείται από έναν προηγμένο αριθμητικό κώδικα LES και ένα σύγχρονο μοντέλο επιφανείας (Land-Surface Model, LSM). Την περιοχή μελέτης αποτελεί η άνοδρη περιοχή της ερήμου Σαχάρας (Saharan Desert, SD), η οποία, εξαιτίας της ιδιαίτερης κλιματολογίας και εδαφικής της

κάλυψη, ενδείκνυται για την διερεύνηση των συνθηκών έντονης ατμοσφαιρικής αστάδειας. Στην περιοχή αυτή, αναπτύσσεται μια χαρακτηριστική κατακόρυφη δομή και έκταση του ΑΟΣ και επίσης αποτελεί την κύρια πηγή σωματιδίων σκόνης τα οποία επηρεάζουν σημαντικά τις παγκόσμιες κλιματικές συνθήκες. Τα τοπικά εδαφικά χαρακτηριστικά και το ακραίο κλίμα της ερήμου Σαχάρας διαμορφώνουν τις συνθήκες για ένα από τα βαδύτερα ΑΟΣ του πλανήτη (Saharan ABL, SABL). Η εδαφική κάλυψη στη Σαχάρα χαρακτηρίζεται κυρίως από εναλλασσόμενες λωρίδες αμμώδους και πετρώδους ερήμου, διακοπτόμενες από μικρούς γυμνούς βραχώδεις σχηματισμούς. Το αμφίδρομο συζευγμένο μοντέλο LES-LSM εφαρμόστηκε πάνω από αυτήν την ετερογενή επιφάνεια της Σαχάρας, ώστε να προσομοιωθεί το CBL και οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ εδάφους και ατμόσφαιρας. Οι αρχικές και οριακές συνθήκες για τις προσομοιώσεις αυτές ελήφθησαν από παρατηρήσεις αεροσκαφών και από ατμοσφαιρικές προσομοιώσεις μέσης κλίμακας. Η ποιοτική σύγκριση που έγινε μεταξύ των αποτελεσμάτων των προσομοιώσεων και των παρατηρήσεων έδειξε πως η απόδοση του μοντέλου LES-LSM εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα (και έλλειψη) πειραματικών δεδομένων εδάφους και βλάστησης, συμπεριλαμβανομένων των ανακλαστικών τους ιδιοτήτων. Για τη διερεύνηση της επίδρασης της ετερογένειας των επιφανειών στην κατακόρυφη δομή του SABL, προσομοιώθηκε και μελετήθηκε μια ιδεατή θερμή επιφανειακή ανωμαλία μεγάλης κλίμακας (> 10 χλμ), αντιπροσωπευτική των πραγματικών συνθηκών που επικρατούν στην έρημο Σαχάρα. Η ανωμαλία αυτή επιτεύχθηκε ορίζοντας δύο επιφάνειες υψηλής λευκαύγειας και παρεμβάλλοντας μεταξύ τους μια λωρίδα γης με υποδιπλασιασμένη τιμή λευκαύγειας. Η διάταξη αυτή δημιουργεί μια θερμή ανωμαλία η οποία παράγει διπλάσια ροή θερμότητας και ισχυρή σύγκλιση κοντά στην επιφάνεια. Η στατιστική ανάλυση (πρώτης και δεύτερης τάξης) της τύρβης έδειξε ότι ισχυρά θερμικά ανοδικά ρεύματα εισβάλουν στο στρώμα αναστροφής του CBL, προκαλώντας μια διαρκή ανταλλαγή μαζών μεταξύ του ασταδούς και του υπεράνω ευσταδούς στρώματος αέρα. Επιπρόσθετα, δημιουργείται ένα εσωτερικό ασταδές οριακό στρώμα (CIBL) πάνω από την περιοχή εναλλαγής των επιφανειών, εντός του οποίου οι διαφορές στην πυκνότητα ροής αισθητής θερμότητας είναι μεγάλες. Μέσω της ανάλυσης του εν λόγω CIBL, αναθεωρούνται εξισώσεις υπολογισμού του CIBL της βιβλιογραφίας και προτείνονται νέες εξισώσεις οι οποίες δίνουν καλύτερα αποτελέσματα υπό αυτές τις χαρακτηριστικές συνθήκες, πάνω από την περιοχή μελέτης. Η δομή της τύρβης του SABL αποκαλύπτει σημαντικές μεταβολές ροής τόσο τοπικά όσο και κατάντι της επιφανειακής ετερογένειας (λωρίδας), οι οποίες πιθανώς να επηρεάζουν και άλλες διεργασίες, όπως τη δημιουργία εδαφικής σκόνης και τη μακρινή μεταφορά της, σημαντικοί παράγοντες στη διαμόρφωση του καιρού και του κλίματος σε παγκόσμια κλίμακα.

Επιβλέπουσα: Μαρία Τόμπρου-Τζέλλα, Καθηγήτρια, Τμ. Φυσικής ΕΚΠΑ