

# Υβριδική Μέθοδος Υπολογισμού Αγωγής και Συναγωγής Θερμότητας με Χρονοχωρικά Μεταβαλλόμενη Αγωγιμότητα χρησιμοποιώντας Καινοτόμες Απλεγματικές Μεθόδους και Μεθόδους Δικτύου-Boltzmann

Ν. Π. Καραγιαννάκης,<sup>1,2</sup> Γ. Μπουραντάς,<sup>3,4</sup> Α. Ν. Καλαράκης,<sup>3</sup>  
Ε. Δ. Σκούρας,<sup>1,3</sup> και Β. Ν. Μπουργανός<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ίδρυμα Τεχνολογίας & Έρευνας (ΙΤΕ)/Ινστιτούτο Επιστημών Χημικής Μηχανικής (ΙΕΧΜΗ),  
Σταδίου, Πλατάνι, 26504 Πάτρα, Ελλάδα

<sup>2</sup> Πανεπιστήμιο Πατρών/Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Καραθεοδωρή 1, 26504 Πάτρα, Ελλάδα

<sup>3</sup> ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας/Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε., Μ. Αλεξάνδρου 1, 26334 Πάτρα, Ελλάδα

<sup>4</sup> University of Luxembourg/Faculty of Science, Technology and Communication, L-1359, Luxembourg

## Περίληψη

Σε αυτήν την εργασία μελετώνται η δυνατότητα εφαρμογής, η ακρίβεια και η ταχύτητα σύγκλισης καινοτόμων απλεγματικών μεθόδων Meshless Local Petrov-Galerkin (MLPG) και μεθόδων Δικτύου-Boltzmann (LB) ως λύτες σε προβλήματα ροής, αγωγής και συναγωγής θερμότητας. Τα παραπάνω φαινόμενα επιλύονται σε πεπλεγμένες γεωμετρίες πορωδών μέσων στις δύο διαστάσεις. Όσον αφορά τα προβλήματα αγωγής, μελετήθηκαν καταστάσεις μόνιμης κατάστασης και χρονομεταβαλλόμενες, όπως επίσης και περιπτώσεις όπου η θερμική αγωγιμότητα των μέσων μεταβάλλεται με την θερμοκρασία. Οι αριθμητικές λύσεις των προβλημάτων αυτών επιτυγχάνεται με τη χρήση της MLPG μεθόδου καθώς έχειδειχθεί ότι είναι πιο αποτελεσματική. Η προσέγγιση των μεταβλητών πραγματοποιείται με συναρτήσεις βάσης, οι οποίες προκύπτουν από τη μέθοδο παρεμβολής Κυλιόμενων Ελαχίστων Τετραγώνων (MLS).

Η ακρίβεια και η αποτελεσματικότητα της μεθόδου διερευνάται με μεταβολή i) της διακριτοποίησης του χώρου, ii) της τάξης της συνάρτησης βάσης, iii) του σχήματος του χώρου ολοκλήρωσης γύρω από κάθε κόμβο, iv) του εύρους του λόγου των θερμικών αγωγιμοτήτων των μέσων, και v) του εύρους του λόγου των θερμοχωρητικοτήτων των μέσων. Σε όλες τις περιπτώσεις οι συνοριακές συνθήκες είναι σταθερές. Στα προβλήματα ροής, η οδηγούσα δύναμη είναι εξωτερικά επιβαλλόμενη, και το αντιπροσωπευτικό πεδίο περιοδικό, όπως και η ροή. Η ροή θεωρείται ασυμπίεστη και γίνεται διερεύνηση των αποτελεσμάτων σε ένα εύρος των αριθμών Reynolds και Prandtl. Η μέθοδος Lattice-Boltzmann τετραγωνικού πλέγματος 9

ταχυτήτων (D2Q9) προτύπου BGK μονής χαλάρωσης εφαρμόστηκε για τον υπολογισμό του πεδίου ροής.

Αποδεικνύεται ότι αυτή η μέθοδος Lattice-Boltzmann είναι προτιμητέα σε αυτά τα προβλήματα καθώς συγκλίνει ταχύτερα. Επιπλέον προτείνεται ένα υβριδικό μοντέλο για τα προβλήματα συναγωγής, όπου χρησιμοποιείται η μέθοδος Δικτύου-Boltzmann για το ροϊκό πρόβλημα, και η MLPG μέθοδος για το πρόβλημα μεταφοράς θερμότητας. Τα αποτελέσματα συγκρίνονται με αυτά που προκύπτουν από τυπικές θεωρήσεις με μεθόδους Πεπερασμένων Στοιχείων (FEM) με διακριτοποίηση αντίστοιχης ακρίβειας. Η σύγκριση γίνεται τόσο ως προς την ακρίβεια των αποτελεσμάτων, όσο και ως προς την ταχύτητα της σύγκλισης, όπου δείχνεται η υπεροχή της υβριδικής μεθόδου.

**Η παρούσα έρευνα έχει συγχρηματοδοτηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο - ΕΚΤ) και από εθνικούς πόρους μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» του Εθνικού Στρατηγικού Πλαισίου Αναφοράς (ΕΣΠΑ) - Ερευνητικό Χρηματοδοτούμενο Έργο: ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ ΙΙΙ Επένδυση στην κοινωνία της γνώσης μέσω του Ευρωπαϊκού Κοινωνικού Ταμείου.**

Θεματικές Ενότητες:

1. Φαινόμενα Μεταφοράς
2. Φυσικές Διεργασίες