

Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
Τμήμα Μαθηματικών



Ημερίδα
Υποψηφίων Διδακτόρων

Παρουσιάσεις διδακτορικής έρευνας
και επιστημονικός διάλογος



Ιωάννινα
2 Δεκεμβρίου 2026

ΗΜΕΡΙΔΑ ΥΠΟΨΗΦΙΩΝ ΔΙΔΑΚΤΟΡΩΝ

ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΤΕΤΑΡΤΗ 2 ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 2026

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΟΜΙΛΙΩΝ

09:00-09:30	**ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΚΑΤΣΟΥΔΑΣ** Advanced numerical solutions for three dimensional geometries in biomedical applications with emphasis in turbulence and integrating AI approach
09:35-10:05	**ΠΑΥΛΙΔΗ ΜΑΡΙΑ-ΕΛΕΝΗ** Weighted Book Thickness
10:10-10:40	**ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ-ΜΑΝΘΟΣ ΒΛΑΧΟΣ** RIGIDITY OF HOPF VECTOR FIELDS ON ODD SPHERES
10:45-11:00	**Διάλλειμα**
11:00-11:30	**ΕΙΡΗΝΗ ΤΖΙΟΡΑ** Βελτιστοποίηση Αποθεμάτων υπό Πλήρεις Διακοπές Εφοδιασμού με Κριτήριο τη CVaR του Κόστους
11:35-12:05	**ΒΕΛΙΣΣΑΡΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ** Προβλήματα Απαλοιφής Δεσμών: Αλγόριθμοι και Πολυπλοκότητα
12:10-12:40	**ΝΤΑΣΙΟΥ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ-ΜΑΡΙΑ** On the 2-Bend Slope Number of 1-Planar Graphs
12:45-13:00	**Διάλλειμα**
13:00-13:30	**ΜΑΥΡΙΔΗΣ ΠΑΣΧΑΛΗΣ** Επιλογή εύρους ζώνης για έλεγχο καλής προσαρμογής τηςσυνάρτησης κινδύνου
13:35-14:05	**ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΚΑΛΙΒΟΠΟΥΛΟΣ** Διορθώσεις ανώτερης τάξης για τη σύγκλιση της ημιγεωστροφικής εξίσωσης προς την εξίσωση Euler
14:10-14:40	**ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ** Front solutions in the half plane for a class of active scalar equations

Αίθουσα Διαλέξεων 201α του κτηρίου του Τμήματος Μαθηματικών

Advanced numerical solutions for three dimensional geometries in biomedical applications with emphasis in turbulence and integrating AI approach

Spyridon Katsoudas, Michalis Xenos

November 25, 2026

Abstract

In this presentation, we discuss the mathematical modeling and numerical solutions for blood flow in 2D benchmark geometries and 3D patient-specific Abdominal Aortic Aneurysms (AAA). Patient-specific computational hemodynamics are used to assess vascular pathology, as maximum diameter alone fails to capture local geometry or flow complexity. Initially, we validated our Finite Volume Method (FVM) framework using a 2D Backward-Facing Step (BFS) flows and 2D stenosed bifurcations [4]. For the 3D Navier Stokes equations in generalized curvilinear coordinates, we introduce a custom structured grid generation algorithm for bifurcating AAA geometries. Furthermore, a surface-based hemodynamic study is conducted across 25 CT-reconstructed models (15 AAA and 10 healthy control aortas) [1, 2]. Physiological boundary conditions are prescribed by coupling a 1D arterial network at the inlet with 3-element Windkessel (RCR) models at the outlets [3]. Evaluating Time Averaged Wall Shear Stress (TAWSS < 4 dyne/cm^2), Oscillatory Shear Index (OSI > 0.3), and Relative Residence Time (RRT > 1.83491 cm^2/dyne) in the infrarenal and iliac regions via Student's t-test and Mann–Whitney U test reveals that AAAs exhibit significantly larger areas of low TAWSS and high RRT than healthy aortas, whereas OSI alone is insufficient as a standalone marker.

References

[1] Katsoudas, S.; Linardopoulos, P.; Raptis, A.; Moulakakis, K.; Kakisis, J.; Spanos, K.; Matsagkas, M.; Giannoukas, A.; Manopoulos, C.; Tzirtzilakis, E.; Xenos, M. "Hemodynamic Shear Stress Patterns in Abdominal Aortic Aneurysms and Healthy Aortas: A CFD Study." *Cardiovascular Engineering and Technology*, 2026.

[2] Katsoudas, S.; Kyriakoudi, K.; Chrimatopoulos, G.; Linardopoulos, P.; Chrimatopoulos, C.; Raptis, A.; Moulakakis, K.; Kakisis, J.; Manopoulos, C.; Xenos, M.; Tzirtzilakis, E. "Linking Aneurysmal Geometry and Hemodynamics Using Computational Fluid Dynamics." *Physics of Fluids*, vol. 38, no. 3, 2026.

[3] Malatos, S.; Katsoudas, S.; Raptis, A.; Fazzini, L.; Nana, P.; Kouvelos, G.; Giannoukas, A.; Xenos, M.; Matsagkas, M. "Comparison of Hemodynamics After Fenestrated, Branched, and Chimney Endovascular Aneurysm Repair Employing CFD." *Journal of Clinical Medicine*, vol. 15, no. 5, 1914, 2026.

[4] Katsoudas, S.; Chrimatopoulos, G.; Xenos, M.; Tzirtzilakis, E. “A Finite Volume and Levenberg–Marquardt Optimization Framework for Benchmarking MHD Flows over Backward-Facing Steps.” *Mathematics*, vol. 13, no. 18, 2953, 2025.

Weighted Book Thickness

Abstract: We introduce and study the weighted book thickness of graphs. A k-page book embedding of a graph $G = (V, E)$ is defined by a spanning cycle C for V (which does not need to be part of G) and a partition $E = \bigcup_{i=1}^{k} E_i$ such that $E \cap C \subseteq E_1$, and each graph $G_i = (V, E_i \cup C)$, for $1 \leq i \leq k$, is outerplane with outer cycle C. If $e \in E_i$, we say that e appears on Page i. The classical book thickness of a graph G is the minimum k such that there exists a k-page book embedding of G, that is, the minimum (over all book embeddings of G) achievable maximum page an edge appears on. In contrast, the weighted book thickness is the minimum achievable average page an edge appears on. The embeddings that realize weighted book thickness can differ from those that realize (classical) book thickness. We show that, although every planar graph on at most nine vertices admits a 2-page book embedding realizing its weighted book thickness, already for ten vertices, there is a planar graph for which every realization of its weighted book thickness needs more pages than its book thickness. We prove that there even exists a 2-tree whose weighted book thickness cannot be realized on two pages. On the positive side, we show that for every graph of pathwidth at most two, the weighted book thickness can always be realized by a 2-page book embedding and such an embedding can be found in linear time. Moreover, we prove that it is NP-complete to decide if the weighted book thickness is at most k, for some given integer k.

RIGIDITY OF HOPF VECTOR FIELDS ON ODD SPHERES

KONSTANTINOS VLACHOS

We study harmonic unit vector fields on the odd-dimensional sphere $\mathbb{S}^{2n+1}$, viewed as harmonic maps into the unit tangent bundle endowed with the Sasaki metric. We obtain a general pinching rigidity theorem forcing the field to be Hopf. In particular, if associated symmetric component is sufficiently small, then the vector field must coincide with a Hopf vector field. Finally, we show that on $\mathbb{S}^5$ the result is sharp.

ΗΜΕΡΙΔΑ ΥΠΟΨΗΦΙΩΝ ΔΙΔΑΚΤΟΡΩΝ

Βελτιστοποίηση Αποθεμάτων υπό Πλήρεις Διακοπές Εφοδιασμού με Κριτήριο τη CVaR του Κόστους

Ειρήνη Τζιόρα

Υποψήφια Διδάκτορας

Υπό την επίβλεψη της Καθηγήτριας Κωνσταντίνας Σκούρη
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Μαθηματικών
e.tziora@uoi.gr

Περίληψη

Η εργασία εξετάζει ένα σύστημα διαχείρισης αποθεμάτων με πολιτική περιοδικής επιθεώρησης (S,T), ζήτηση σταθερού ρυθμού και δυνατότητα εκκρεμών παραγγελιών λόγω ελλείψεων αποθέματος. Ο εφοδιασμός χαρακτηρίζεται από αβεβαιότητα, καθώς οι παραδόσεις ενδέχεται να αποτυγχάνουν σύμφωνα με την κατανομή Bernoulli. Οι διακοπές αυτές του εφοδιασμού μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές οικονομικές επιπτώσεις, κυρίως λόγω του κόστους ελλείψεων, ακόμη και όταν η πιθανότητα εμφάνισής τους είναι μικρή. Σε ένα τέτοιο περιβάλλον, είναι ενδεχόμενη η προτίμηση πιο συντηρητικών πολιτικών διαχείρισης, δίνοντας μεγαλύτερη έμφαση στην προστασία από δυσμενή σενάρια. Υπό αυτό το πρίσμα, η αντικατάσταση του αναμενόμενου κόστους από την Υπό Συνθήκη Αξία σε Κίνδυνο (Conditional Value-at-Risk, CVaR) ως κριτήριο βελτιστοποίησης αποτελεί μια ρεαλιστική προσέγγιση, καθώς εστιάζει στο μέσο κόστος των πιο δυσμενών εκβάσεων. Για τον σκοπό αυτό, διαμορφώνεται το μαθηματικό μοντέλο με στόχο την ελαχιστοποίηση της CVaR του κόστους για τον προσδιορισμό των παραμέτρων S και T της πολιτικής. Αποδεικνύεται η από κοινού κυρτότητα της αντικειμενικής συνάρτησης ως προς (S,T), καθώς και η ύπαρξη ολικά βέλτιστης λύσης και προτείνεται αλγόριθμος για τον προσδιορισμό της. Τα αριθμητικά αποτελέσματα δείχνουν ότι η αύξηση της πιθανότητας διακοπής του εφοδιασμού, του βαθμού αποστροφής στον κίνδυνο και του κόστους ελλείψεων ευνοεί την υιοθέτηση πιο συντηρητικών πολιτικών αποθεμάτων, οι οποίες χαρακτηρίζονται από υψηλότερα επίπεδα αναπλήρωσης και μικρότερα χρονικά διαστήματα μεταξύ των αναπληρώσεων. Τέλος, συγκρίνονται αριθμητικά οι πολιτικές που προκύπτουν από την ελαχιστοποίηση του αναμενόμενου κόστους με εκείνες που βασίζονται στην ελαχιστοποίηση της CVaR, αναδεικνύοντας τη σχέση μεταξύ της αναμενόμενης οικονομικής επίδοσης και της προστασίας έναντι ακραία δυσμενών σεναρίων εφοδιασμού.

Προβλήματα Απαλοιφής Δεσμών: Αλγόριθμοι και Πολυπλοκότητα

Περίληψη

Ένα γράφημα δεσμών (hedge graph) είναι ένα γράφημα του οποίου το σύνολο ακμών είναι διαμερισμένο σε υποσύνολα που ονομάζονται δέσμες (hedges). Μελετάμε το πρόβλημα HEDGE CLUSTER DELETION (Διαγραφή Δεσμών σε Συστάδες), μια γενίκευση του γνωστού προβλήματος CLUSTER DELETION (Διαγραφή σε Συστάδες). Το ζητούμενο είναι ο υπολογισμός του ελάχιστου αριθμού δεσμών ενός γραφήματος δεσμών, των οποίων η αφαίρεση οδηγεί σε γράφημα ισόμορφο με ξένη ένωση κλικών (disjoint union of cliques).

Ως προς την κλασική πολυπλοκότητα, αποδεικνύουμε ότι το πρόβλημα είναι NP-πλήρες, ενώ ως προς την προσεγγισιμότητά του αποδεικνύουμε ότι είναι MIN HORN DELETION-πλήρες. Όσον αφορά την παραμετρική πολυπλοκότητα, αν και το πρόβλημα είναι FPT (fixed-parameter tractable) ως προς το μέγεθος της λύσης, δηλαδή τον αριθμό των δεσμών που αφαιρούνται, αποδεικνύουμε ότι δεν επιδέχεται πολυωνυμικό πυρήνα (polynomial kernel), εκτός εάν NP $\subseteq$ coNP/poly. Επιπλέον, παρουσιάζουμε αλγόριθμο πολυωνυμικού χρόνου με λόγο προσέγγισης 2 για την περίπτωση όπου κάθε τρίγωνο του γραφήματος εισόδου καλύπτεται από το πολύ δύο δέσμες.

Τέλος, αναζητώντας πότε το πρόβλημα επιλύεται πολυωνυμικά, εισάγουμε το γράφημα τομής δεσμών (hedge intersection graph), το οποίο ορίζεται με βάση τις δέσμες που έχουν κοινό άκρο. Αξιοποιώντας τη δομή του, δίνουμε αλγόριθμο πολυωνυμικού χρόνου για τα στιγμιότυπα στα οποία το γράφημα τομής δεσμών είναι άκυκλο και επεκτείνουμε το αποτέλεσμα στα στιγμιότυπα στα οποία το γράφημα αυτό διαθέτει σύνολο κορυφών ανάδρασης (feedback vertex set) σταθερού μεγέθους.

On the 2-Bend Slope Number of 1-Planar Graphs

Aikaterini Maria Ntasiou
Supervisor: Michael A. Bekos

Abstract

While drawing planar graphs with few slopes and few bends is a well-studied problem, corresponding extensions to beyond-planar graphs still remain mostly unexplored. Motivated by this observation, in this work, we provide bounds on the slope number of biconnected 1-planar graphs when two bends are allowed along each edge. Our contribution is an incremental drawing algorithm that produces 2-bend 1-planar drawings of biconnected 1-plane graphs with maximum degree Δ using any prescribed set of Δ pairwise distinct slopes.

Επιλογή εύρους ζώνης για έλεγχο καλής προσαρμογής της συνάρτησης κινδύνου

Πασχάλης Μαυρίδης[1] και Δημήτριος Μπάγκαβος[1]
[1]Τμήμα Μαθηματικών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
p.mavridis@uoi.gr

Στην παρούσα εργασία μελετάμε μια μέθοδο προσδιορισμού του βέλτιστου εύρους ζώνης για τον έλεγχο καλής προσαρμογής της συνάρτησης κινδύνου, ο οποίος βασίζεται στη μέθοδο πυρήνων για δεξιά λογοκριμένα δεδομένα, όπως προτάθηκε από τους Μαυρίδη και Μπάγκαβο (2025). Ο συγκεκριμένος κανόνας βασίζεται στη βελτιστοποίηση της σύγκλισης της στατιστικής συνάρτησης ελέγχου στην κανονική κατανομή. Επιπλέον, εφαρμόζουμε τον κανόνα αυτό και συγκρίνουμε τις καμπύλες ισχύος του προτεινόμενου ελέγχου με αντίστοιχους ελέγχους της βιβλιογραφίας.

Λέξεις Κλειδιά: Συνάρτηση κινδύνου, Έλεγχος καλής προσαρμογής, Βέλτιστο εύρος ζώνης, Μέθοδος των πυρήνων, Δεξιά λογοκρισία

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Hall, P. and Heyde, C. C. (1981). Rates of convergence in the martingale central limit theorem. The Annals of Probability, 9:395–404.

Hall, P. (1984). Central limit theorem for integrated square error of multivariate nonparametric density estimators. Journal of Multivariate Analysis, 14(1):1–16.

Vital, R.-A. and Patil, P. (2020). Goodness of fit test for hazard rate. Journal of Nonparametric Statistics, 32(2):403–420.

Bagkavos, D., Patil, P. N. and Wood, A. T. A. (2023). Nonparametric goodness-of-fit testing for a continuous multivariate parametric model. Journal of Multivariate Analysis, 196:105182.

Τίτλος

Διορθώσεις ανώτερης τάξης για τη σύγκλιση
της ημιγεωστροφικής εξίσωσης
προς την εξίσωση Euler

Περίληψη

Στον διδιάστατο περιοδικό χώρο έχει αποδειχθεί ότι για μικρές κλίμακες οι λύσεις $\rho^\varepsilon, \varepsilon > 0$ μίας κατάλληλης βάθμωσης (scaling) της δυϊκής ημιγεωστροφικής εξίσωσης συγκλίνουν προς τη λύση της εξίσωσης Euler υπό μορφή στροβιλισμού. Χρησιμοποιώντας διορθώσεις ανώτερης τάξης θέλουμε να ποσοτικοποιήσουμε ακριβέστερα τον ρυθμό σύγκλισης. Αναπτύσσοντας περαιτέρω τη λύση ρ^ε ως προς ε, εξάγουμε τις εξισώσεις που πρέπει να ικανοποιούν οι όροι ανώτερης τάξης και αποδεικνύουμε τη σύγκλιση της αντίστοιχης διορθωμένης προσέγγισης. Ύστερα, αναζητούμε ένα ανάλογο αποτέλεσμα στις τρεις διαστάσεις, καταρχάς για τον κυρίαρχο όρο. Μελετάμε την επιλυσιμότητα της εξίσωσης που διέπει τη δυναμική του και αποδεικνύουμε ένα αντίστοιχο αποτέλεσμα σύγκλισης, όπως στις δύο διαστάσεις.

Title:

Front solutions in the half plane for a class of active scalar equations

Abstract:

Our starting point is the generalized Surface Quasi-Geostrophic Equation (gSQG) with long range interactions ($0 < a < 1$) in the half plane $D = \mathbb{R} \times (0, \infty)$,

$$\begin{cases} \partial_t \theta(\mathbf{x}, t) + \mathbf{u}(\mathbf{x}, t) \cdot \nabla \theta(\mathbf{x}, t) = 0, & (\mathbf{x}, t) \in D \times (0, \infty), \\ \mathbf{u}(\mathbf{x}, t) = \nabla^\perp (-\Delta_D)^{-1+\frac{a}{2}} \theta(\mathbf{x}, t), & \\ \mathbf{u}(\mathbf{x}, t) = (u_1(\mathbf{x}, t), 0), & (\mathbf{x}, t) \in \partial D \times [0, \infty), \\ \theta(\mathbf{x}, 0) = \theta_0(\mathbf{x}), & \mathbf{x} \in \overline{D}, \end{cases} \tag{gSQG}$$

where $\mathbf{u} = (u_1, u_2) : D \times [0, \infty) \to \mathbb{R}^2$, $\nabla^\perp = (-\partial_y, \partial_x)$ and where

$$(-\Delta_D)^{-1+\frac{a}{2}} \theta(\mathbf{x}, t) = c_a \int_{\mathbb{R}^2} \left(\frac{1}{|\mathbf{x} - \mathbf{x}'|^a} - \frac{1}{|\mathbf{x} - \bar{\mathbf{x}}'|^a} \right) \theta(\mathbf{x}') \mathbf{x}', \qquad \bar{\mathbf{x}} = (x, -y).$$

Front solutions for (gSQG) in the half plane D are weak solutions of the form:

$$\theta(\mathbf{x}, t) = \begin{cases} \theta_1 & y > \phi(x, t), \\ 0 & y < \phi(x, t), \end{cases}$$

where $\phi : [0, \infty) \times [0, \infty) \to \mathbb{R}$ and $\theta_1 \neq 0$ is constant.

In the present talk, we will present an overview of the derivation of the contour dynamics equation that such fronts ϕ must obey in the case of a single or two fronts. Then, we will present first results concerning a priori energy estimates for $\phi(\cdot, t) \in H^k([0, \infty))$ for $k \geq \frac{3}{2}$, $t > 0$, which we aim to use in order to establish local well posedness for the two cases, that is, for one and two fronts.