

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΡΕΥΣΤΟΜΗΧΑΝΙΚΗ

Ιωάννης Σαρρής, sarris@uth.gr, τηλ. 2421074090

Εισαγωγή

Χειμερινό εξάμηνο 2008

Οργάνωση παρουσίασης

1. Αντικείμενο μαθήματος
2. Εφαρμογές υπολογιστικής ρευστομηχανικής
3. Περιεχόμενα μαθήματος

Αντικείμενο μαθήματος

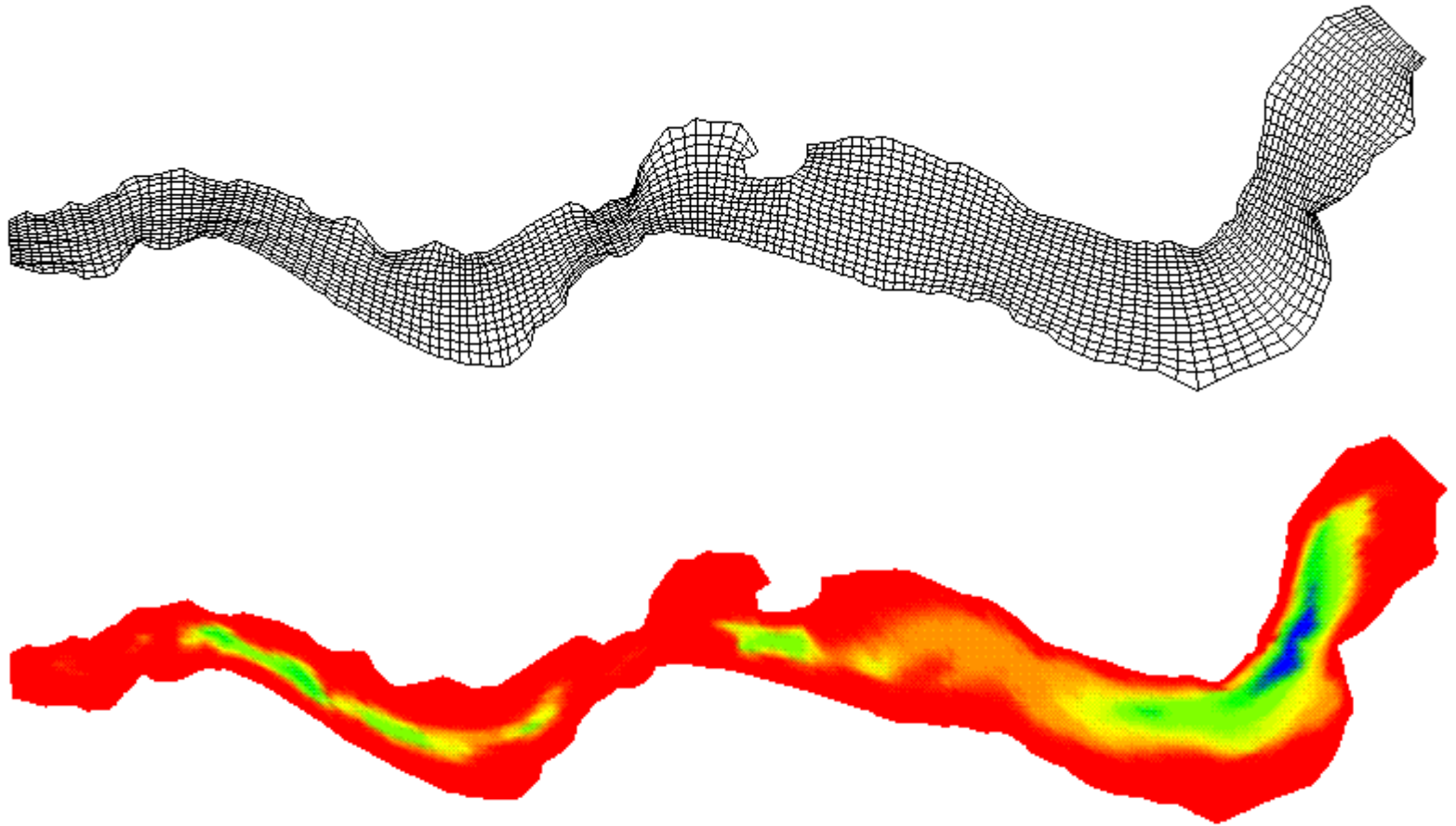
- Υπολογιστική ρευστοδυναμική:

Computational Fluid Dynamics (CFD)

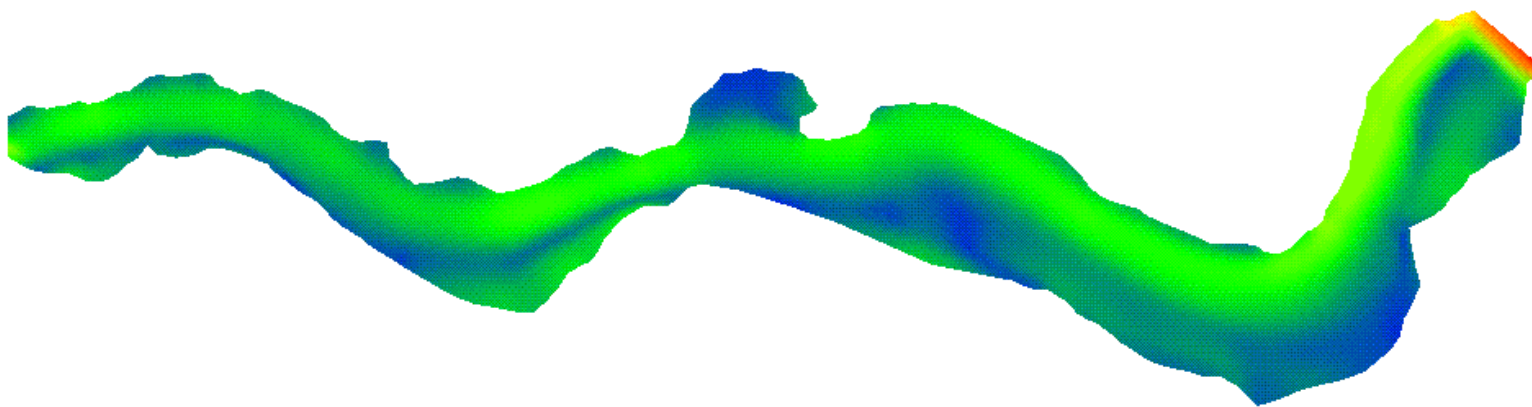
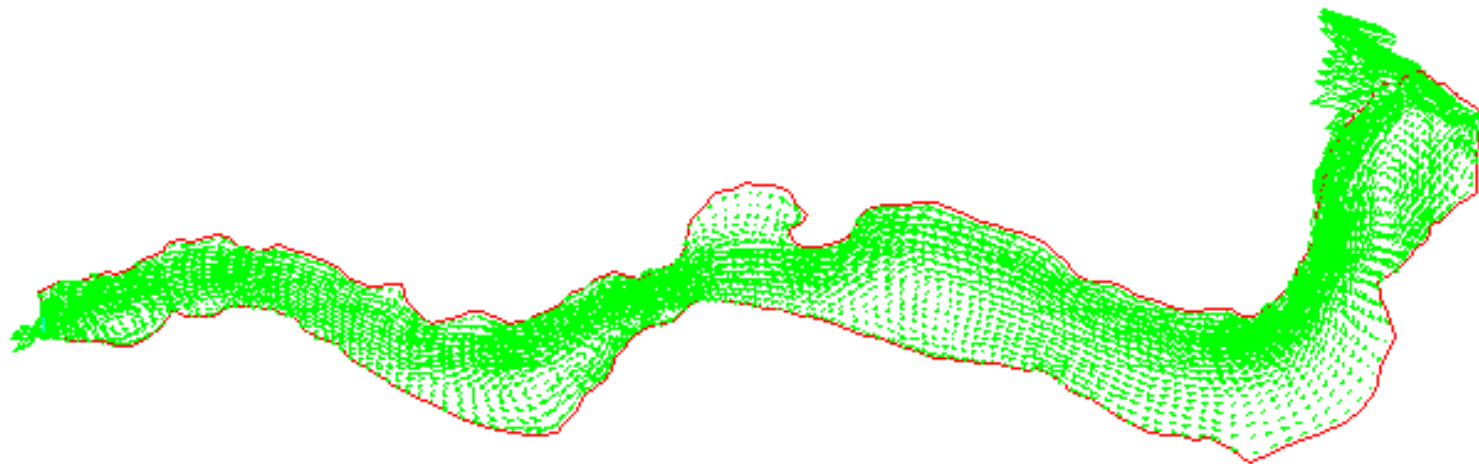
- Επίλυση μερικών διαφορικών εξισώσεων με αριθμητικές μεθόδους για τον ακριβή προσδιορισμό της ροής και των φαινομένων μεταφοράς σε φυσικά συστήματα.
- Επίλυση εξισώσεων συνέχειας, ορμής, θερμοκρασίας, συγκέντρωσης συστατικών, διασποράς σωματιδίων, κίνησης και εναπόθεσης ιζημάτων, κλπ
- Χρήση της μεθόδου των πεπερασμένων όγκων ελέγχου

Εφαρμογές υπολογιστικής ρευστομηχανικής

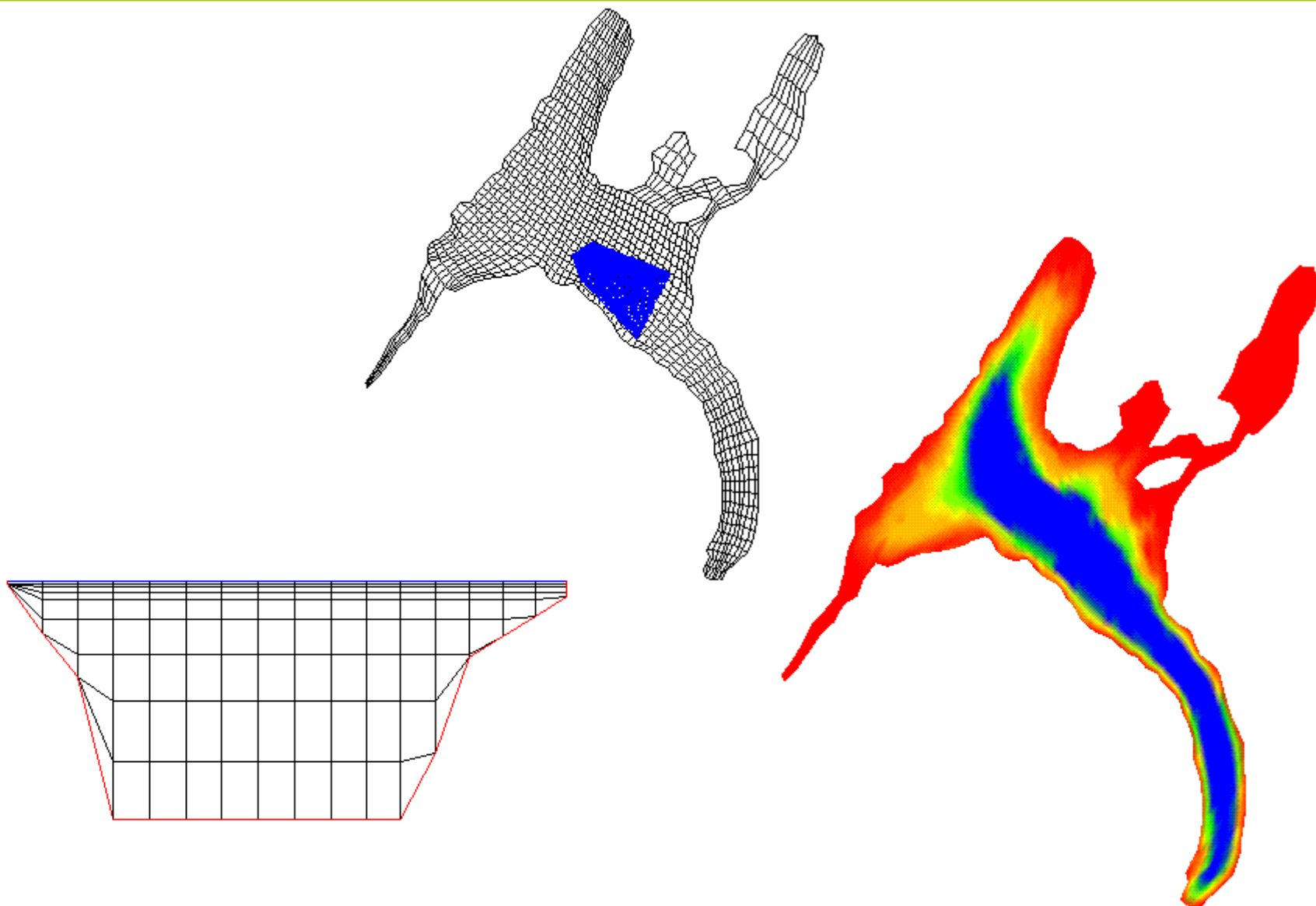
Θερμοκρασία νερού και ρεύματα σε λίμνες



Εφαρμογές υπολογιστικής ρευστομηχανικής (συνέχεια)

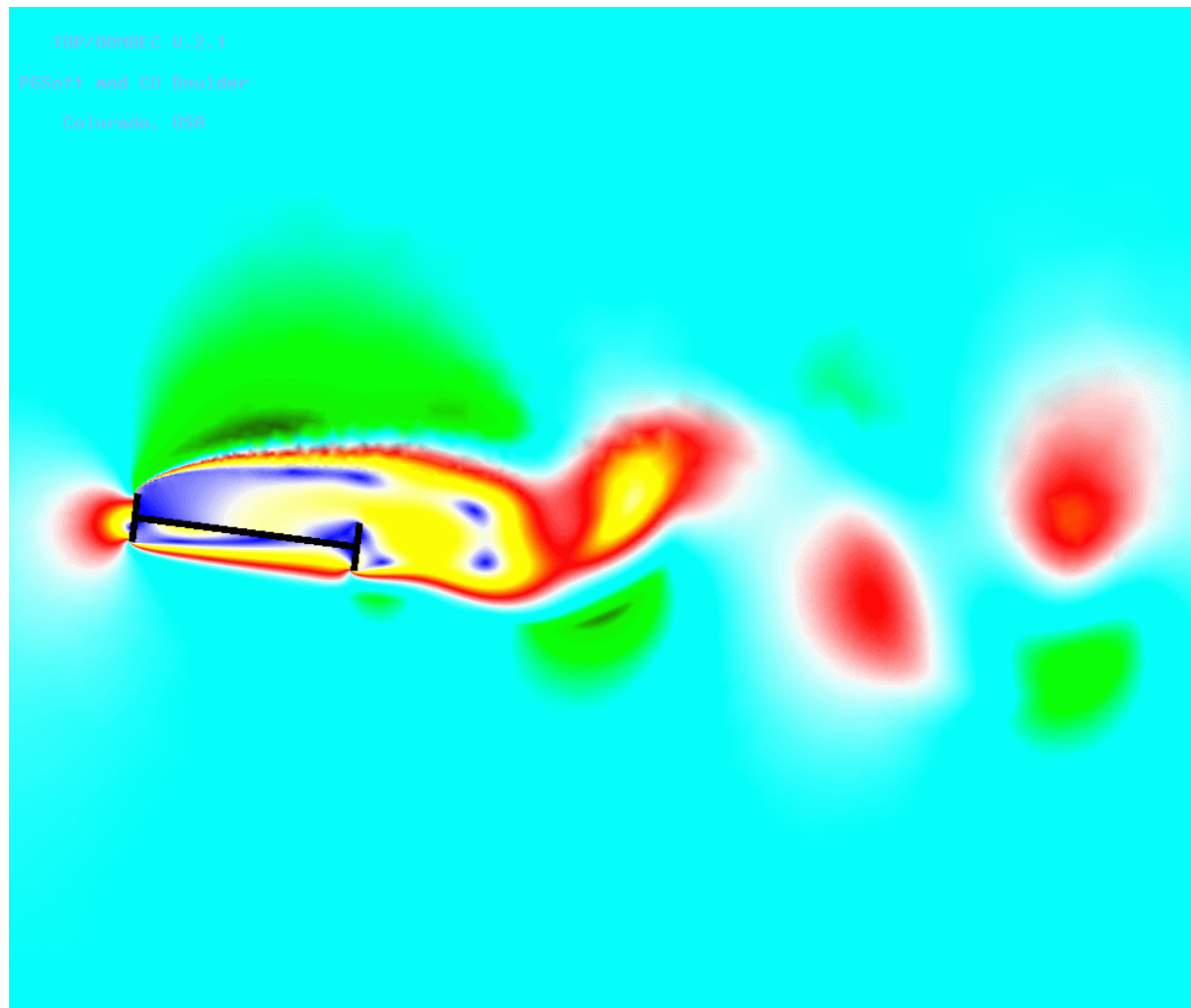


Εφαρμογές υπολογιστικής ρευστομηχανικής (συνέχεια)



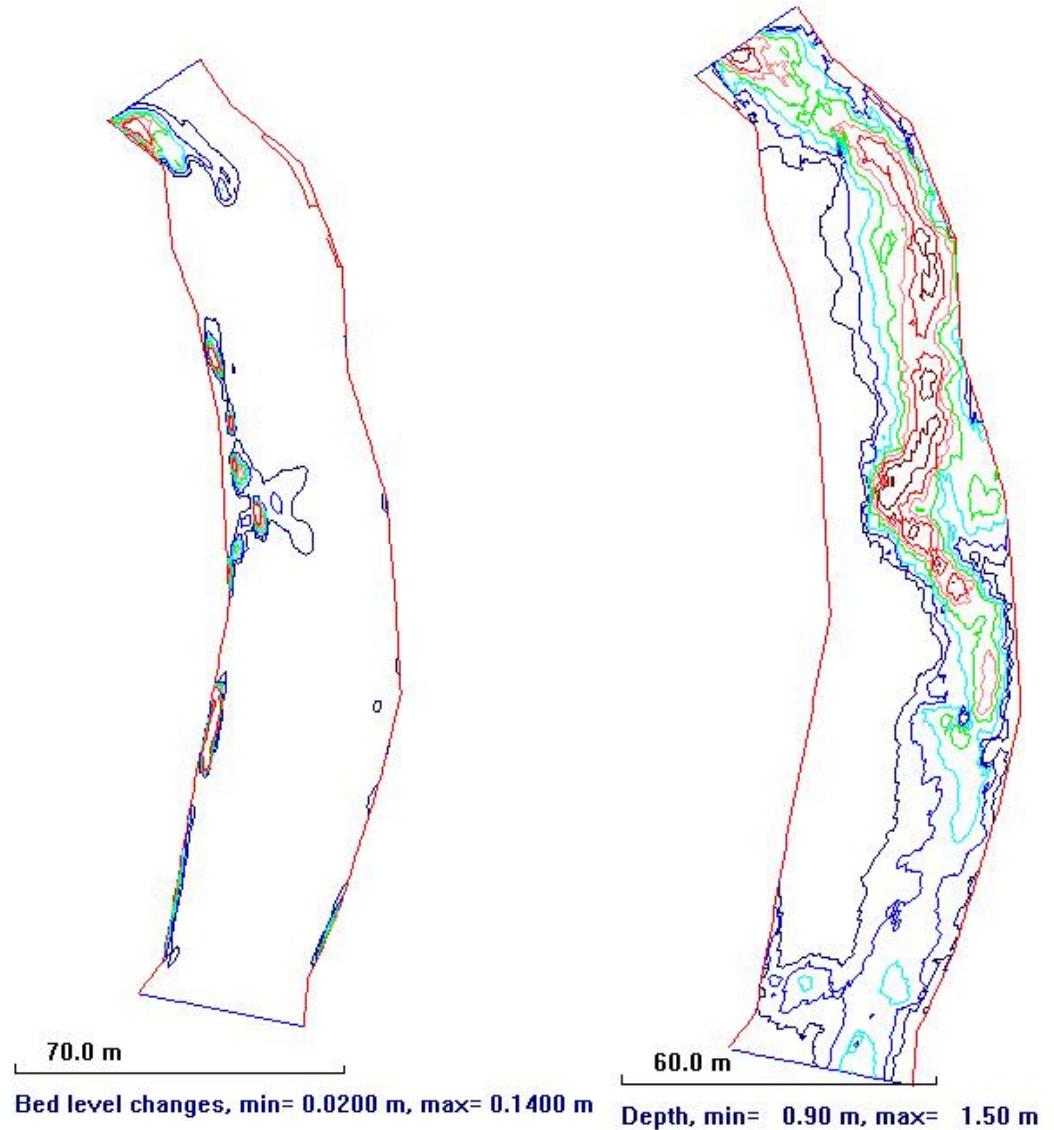
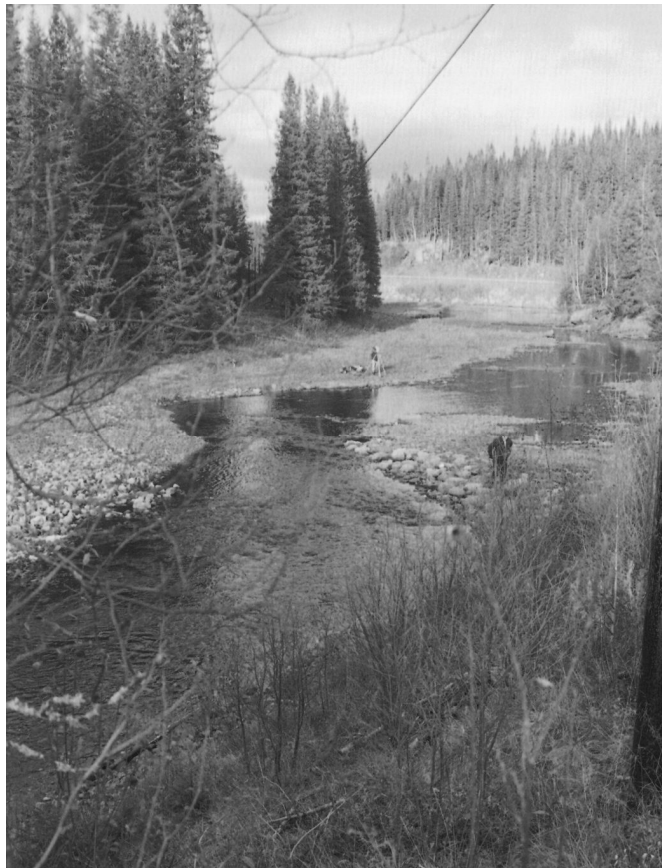
Εφαρμογές υπολογιστικής ρευστομηχανικής (συνέχεια)

Καταπόνηση κρεμαστής γέφυρας



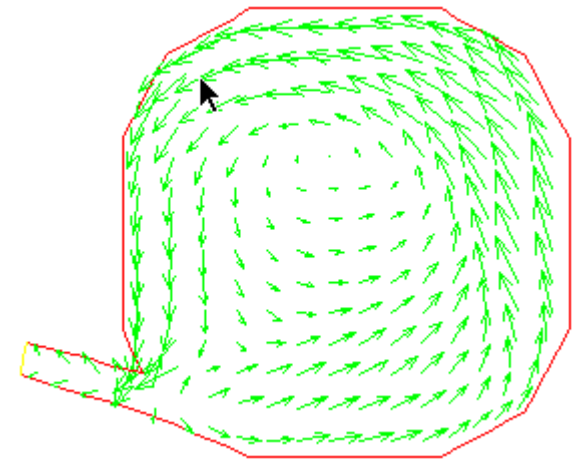
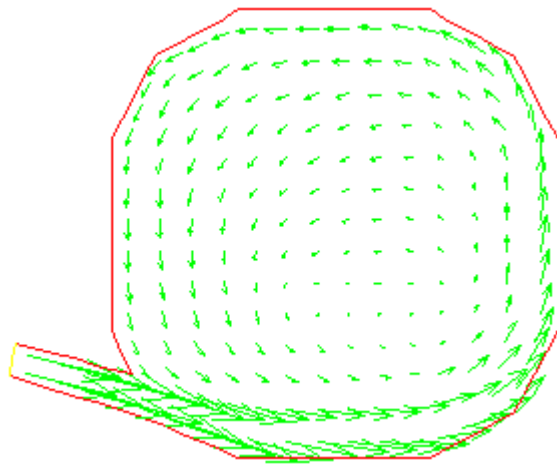
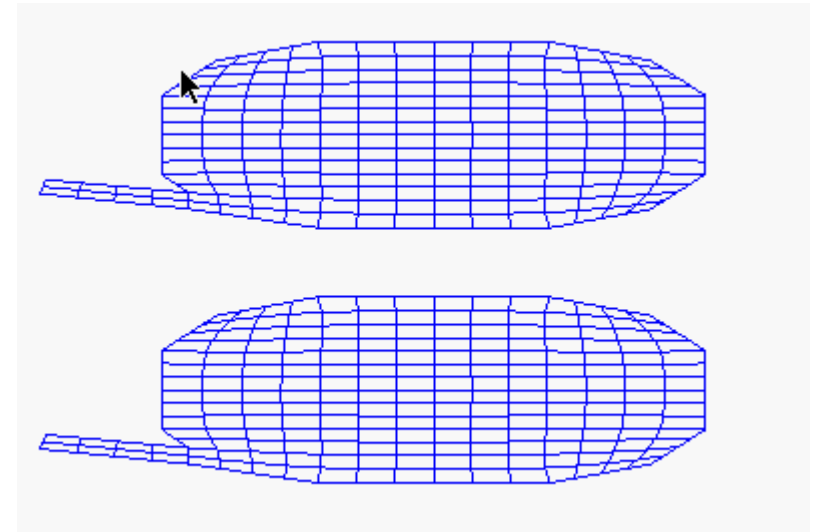
Εφαρμογές υπολογιστικής ρευστομηχανικής (συνέχεια)

Ιζηματικές προσχώσεις σε ποτάμι



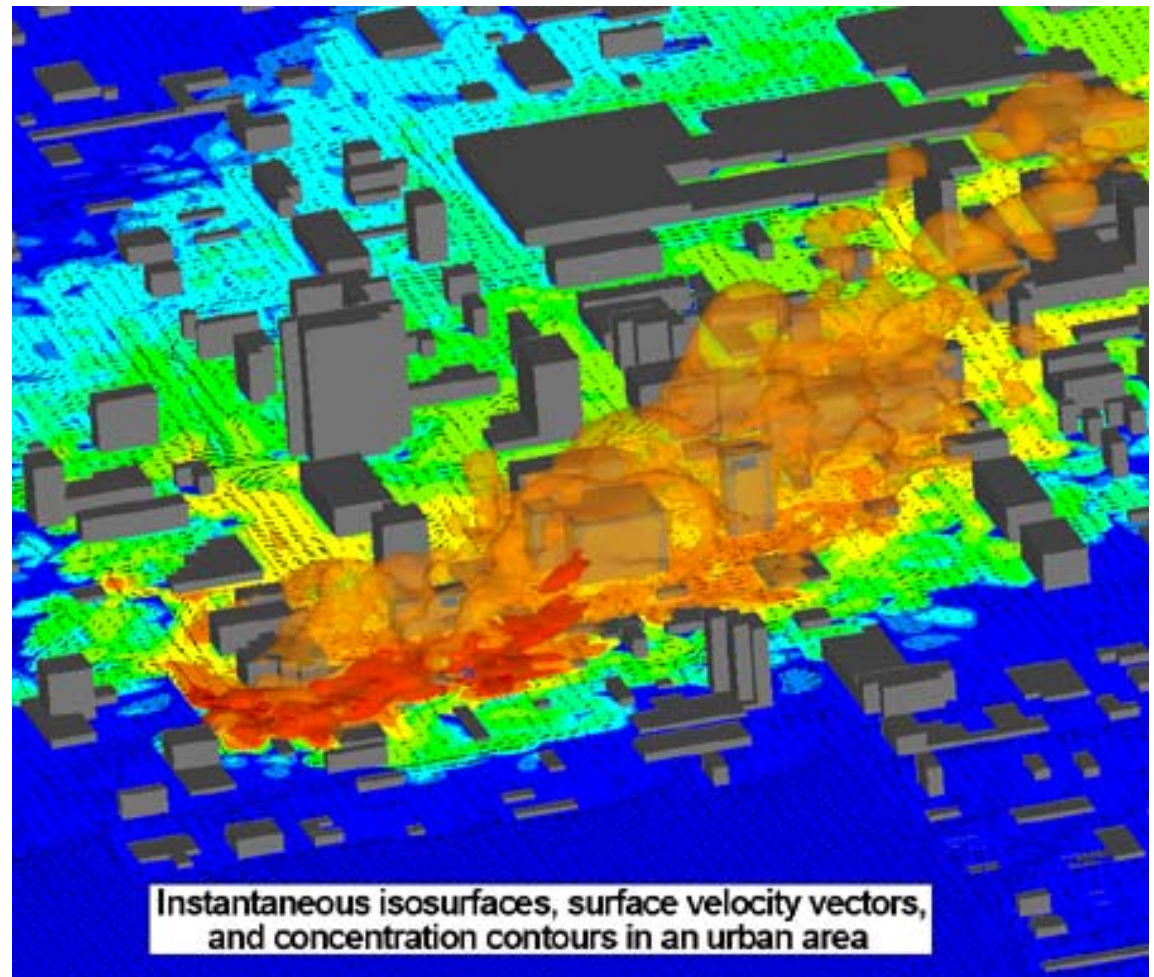
Εφαρμογές υπολογιστικής ρευστομηχανικής (συνέχεια)

Ροή σε λεκάνες



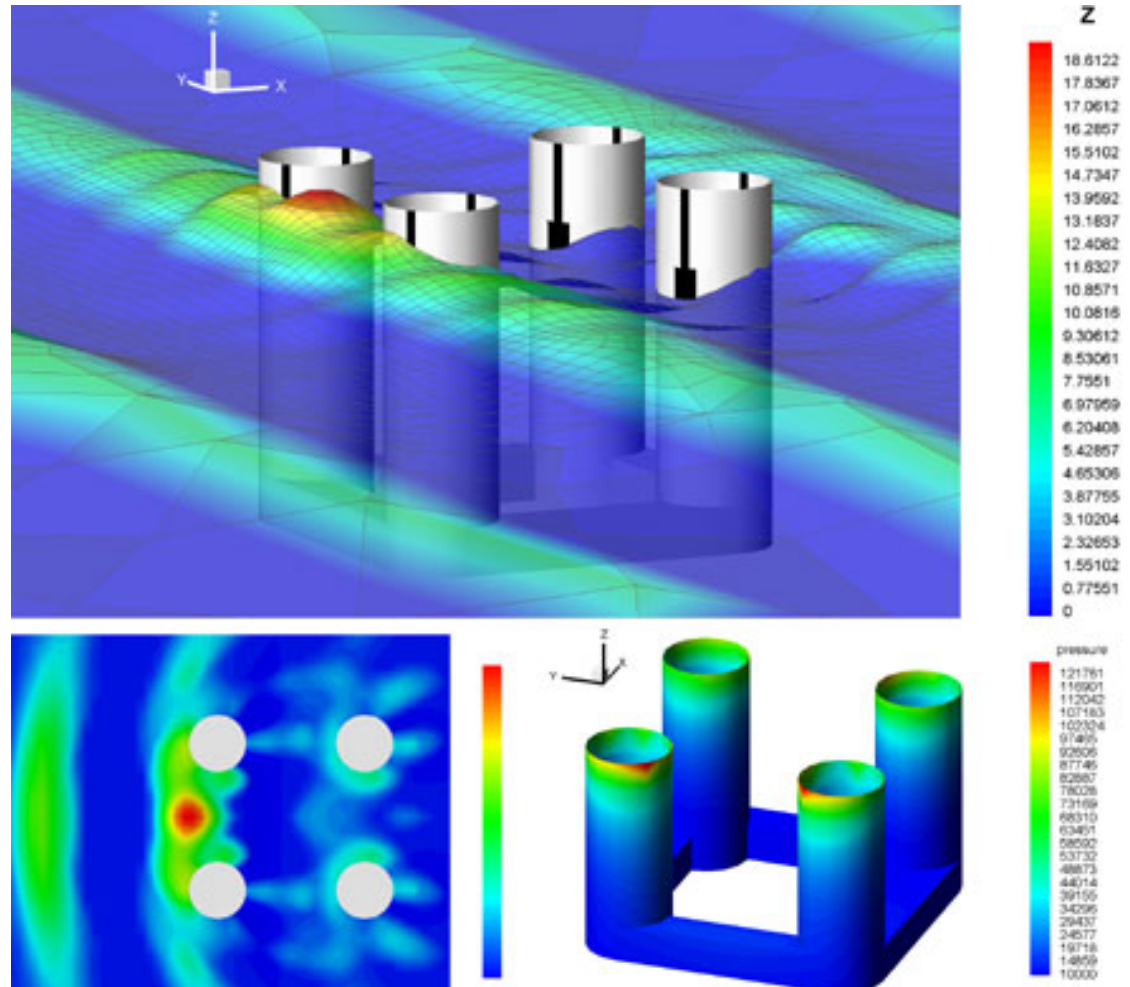
Εφαρμογές υπολογιστικής ρευστομηχανικής (συνέχεια)

Μεταφορά καυσαερίων
σε αστικές περιοχές



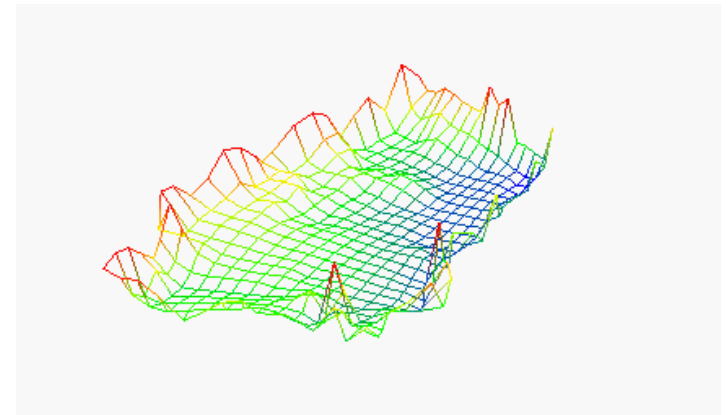
Εφαρμογές υπολογιστικής ρευστομηχανικής (συνέχεια)

Καταπόνηση εξέδρας
άντλησης πετρελαίου



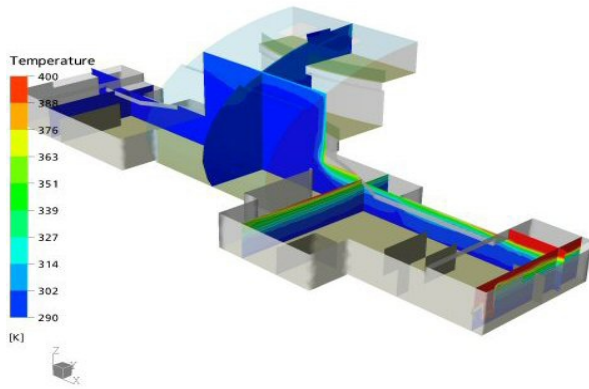
Εφαρμογές υπολογιστικής ρευστομηχανικής (συνέχεια)

Προσχώσεις ιζήματος σε φράγμα

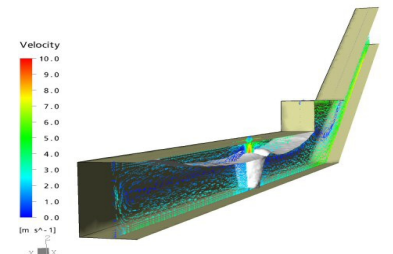
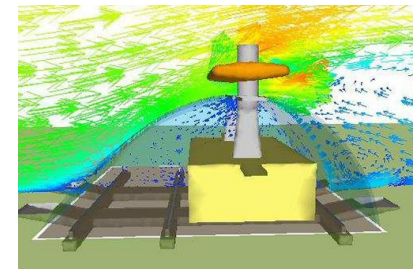
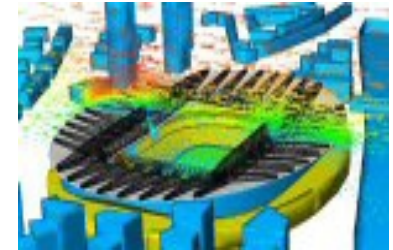


Εφαρμογές υπολογιστικής ρευστομηχανικής (συνέχεια)

Εφαρμογές στη κατασκευή οικοδομών



- Αερισμός (Ventilation)
- Ποιότητα αέρα
- Εξάπλωση φωτιάς και καπνού
- Άνεση χρηστών
- Πολυζωνική (από δωμάτιο σε δωμάτιο) κίνηση αέρα



Περιεχόμενα μαθήματος

1. Μαθηματική περιγραφή φυσικών φαινομένων

Εξισώσεις ροής -- μάζας, ορμής, ενέργειας, χημικών ειδών

Γενική μορφή εξισώσεων μεταφοράς

Ελλειπτικές, παραβολικές και υπερβολικές εξισώσεις

Χαρακτηριστικά της εξίσωσης μεταφοράς ανάλογα με τον τύπο της

2. Περιγραφή αριθμητικών μεθόδων

Τύποι πλέγματος και ορολογία

Μέθοδοι προσδιορισμού διακριτοποιημένων εξισώσεων

Μέθοδοι επίλυσης διακριτοποιημένων εξισώσεων

Ακρίβεια, συνέπεια, ευστάθεια, σύγκλιση

3. Εξίσωση αγωγής

Διακριτοποίηση εξίσωσης αγωγής

Όροι πηγής, μη-γραμμικοί όροι

Οριακές συνθήκες

Υποχαλάρωση

Επίλυση γραμμικών συστημάτων (πρώτο μέρος)

Συστήματα συντεταγμένων

Χρονικά μεταβαλλόμενη αγωγή

Αγωγή σε δύο διαστάσεις

Ακρίβεια, ευστάθεια, σύγκλιση, στο πρόβλημα της αγωγής

Περιεχόμενα μαθήματος

4. Συναγωγή και διάχυση

Σταθερή μονοδιάστατη συναγωγή και διάχυση
Ανάντη (upwind) σχήματα
Συναγωγή και διάχυση σε δύο διαστάσεις
Ακρίβεια του ανάντη σχήματος; Τεχνητή διάχυση
Σχήματα ανώτερης τάξης
Οριακές συνθήκες

5. Γραμμικοί επιλυτές

Μέθοδος Gauss-Seidel
Αλγόριθμος τρι-διαγώνιου πίνακα (TDMA), αναδρομικοί αλγόριθμοι
Μέθοδοι πολλαπλών πλεγμάτων
Η μέθοδος conjugate gradient

6. Υπολογισμοί πεδίου ροής

Σύνδεση πίεσης-ταχύτητας και ασυμπίεστοτητα
Βασικές μεταβλητές και άλλες μέθοδοι
Μετατοπισμένα (staggered) πλέγματα και δομημένα πλέγματα
Αλγόριθμοι τύπου SIMPLE
Μέθοδοι μη μετατοπισμένων πλεγμάτων
Ροή σε μη ορθογώνια γεωμετρία

Περιεχόμενα μαθήματος

7. Ειδικοί αλγόριθμοι στην υδραυλική

Σχήματα προσέγγισης τοιχωμάτων

Μοντελοποίηση στοιχείων με μεγάλη τραχύτητα

Μοντελοποίηση βαρύτητας για υπερχειλίσεις

Ρεύματα διαφοράς πυκνότητας-θερμοκρασίας

8. Μοντελοποίηση οριζόντιων κλίσεων πυκνότητας για λίμνες

Μοντελοποίηση βλάστησης – τραχύτητας

Εμπειρικές σχέσεις και πηγές

Επίλυση ροής σε βλάστηση

9. Δεξαμενές

Μοντελοποίηση δεξαμενών

Μοντελοποίηση περίπλοκων δομικών στοιχείων δεξαμενής

Ροή ιζήματος σε δεξαμενές

10. Μοντελοποίηση μεταφοράς ιζήματος

Εξισώσεις συναγωγής-διάχυσης για στατικό ίζημα

Οριακές συνθήκες ιζήματος σε λεκάνη συγκράτησης

Μοντελοποίηση ροής ιζήματος σε λεκάνης συγκράτησης

Διατμητική τάση και κίνηση σωματιδίων

Αλλαγή διαστάσεων λεκάνης

Εργασίες

1. Προσομοίωση λίμνης

Κατσιούρα Αποστολία – Τσερδάνη Κατερίνα

Περίπτωση της υπό σύσταση λίμνης Κάρλας

2. Ροή σε φράγμα

Παυλίνα Νέσση – Παυλοπούλου Γεωργία

Περίπτωση φράγματος στη θέση Δέση στο Δημοτικό Διαμέρισμα
Φαρμάκη του Δήμου Σαρανταπόρου

3. Φλέβες

Παναγιώτης Σκανδάλης

Προσομοίωση κάθετης εκτοξευόμενης φλέβας (jet) μέσα σε δεξαμενή

4. Μοντελοποίηση ροής σε κοίτες ποταμών

Ανατολή Παρεσίδου - Αθανάσιος Φράγκου

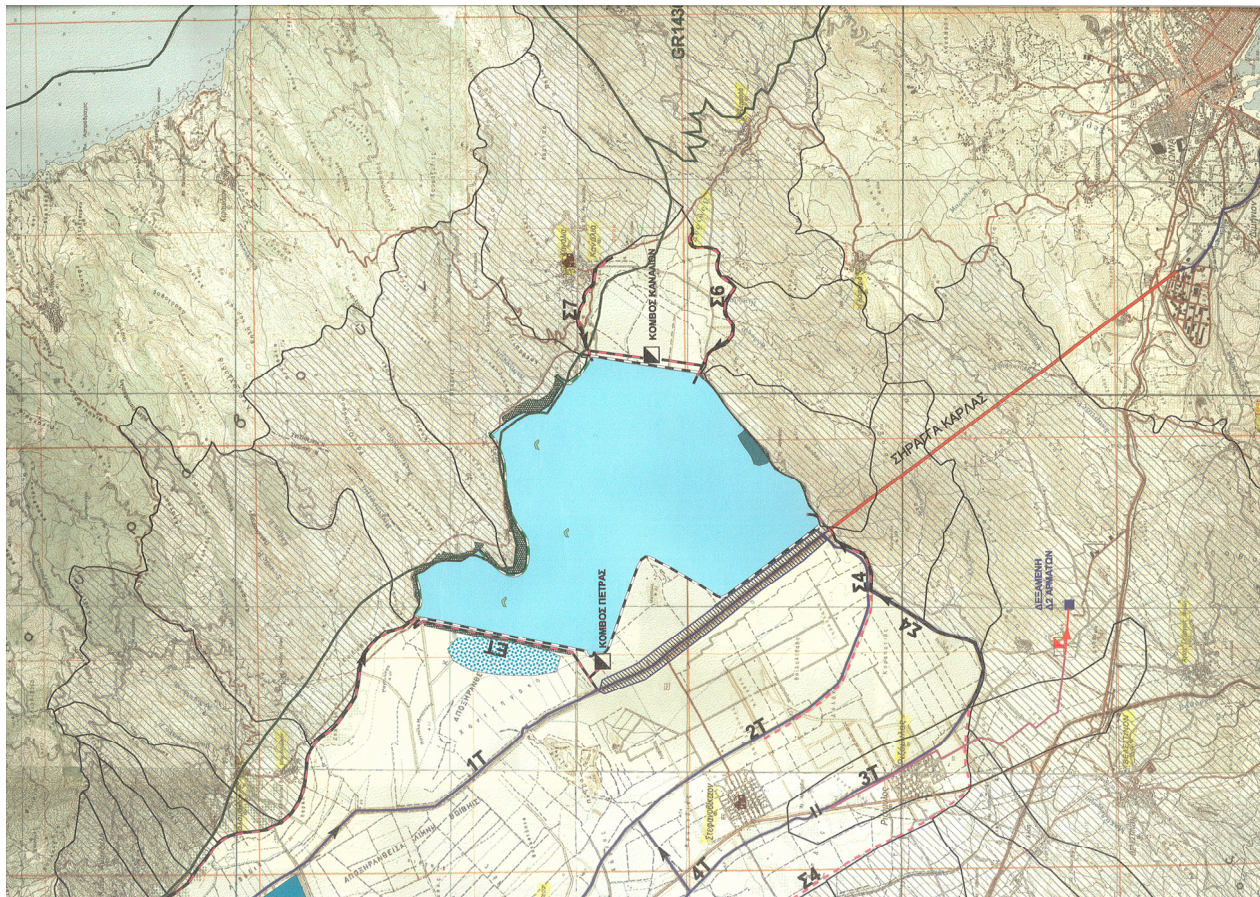
Προσομοίωση ροής της κοίτης του ποταμού Αναύρου

Προσομοίωση λίμνης

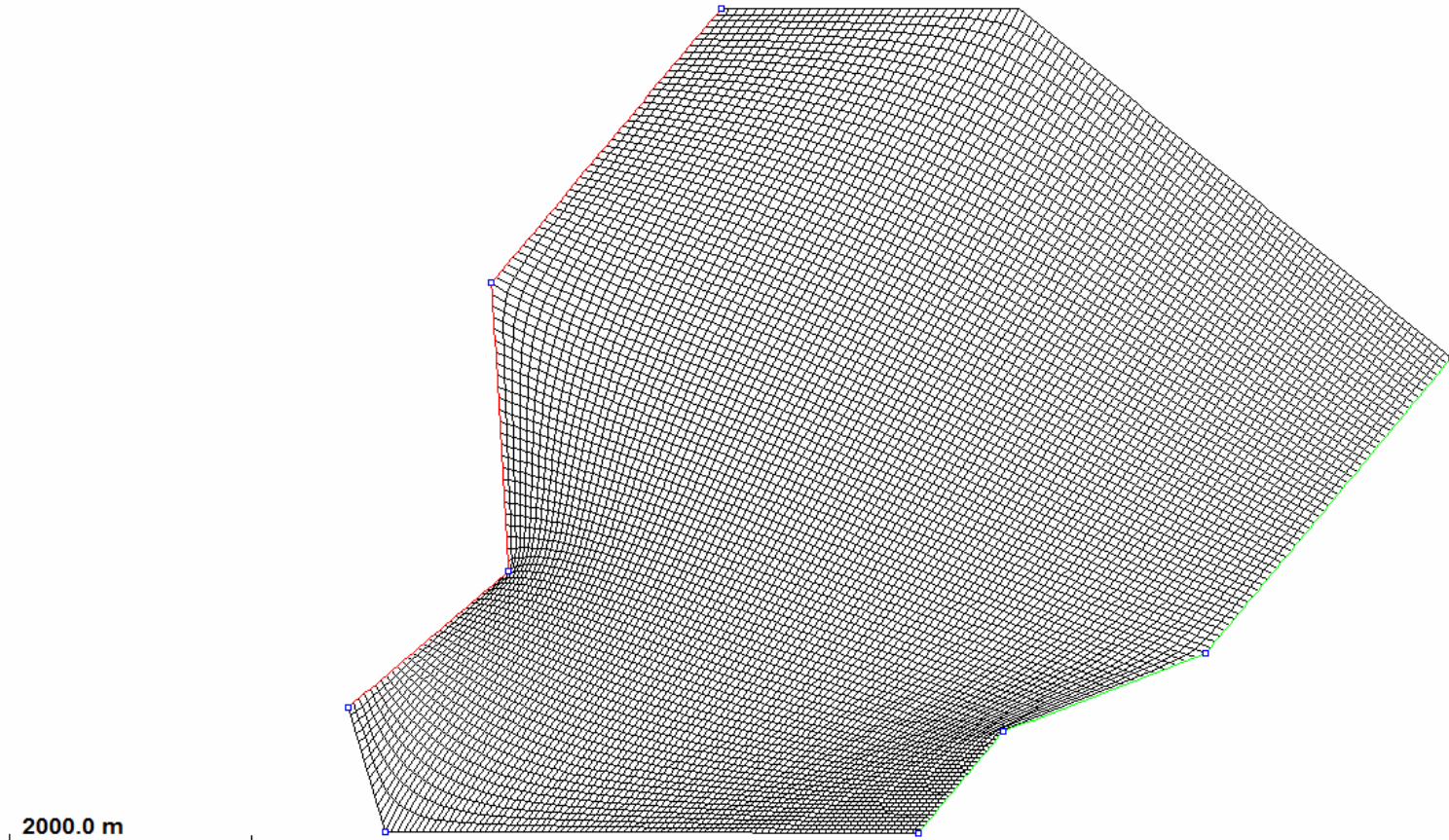
1. Προσομοίωση λίμνης

Κατσιούρα Αποστολία – Τσερδάνη Κατερίνα

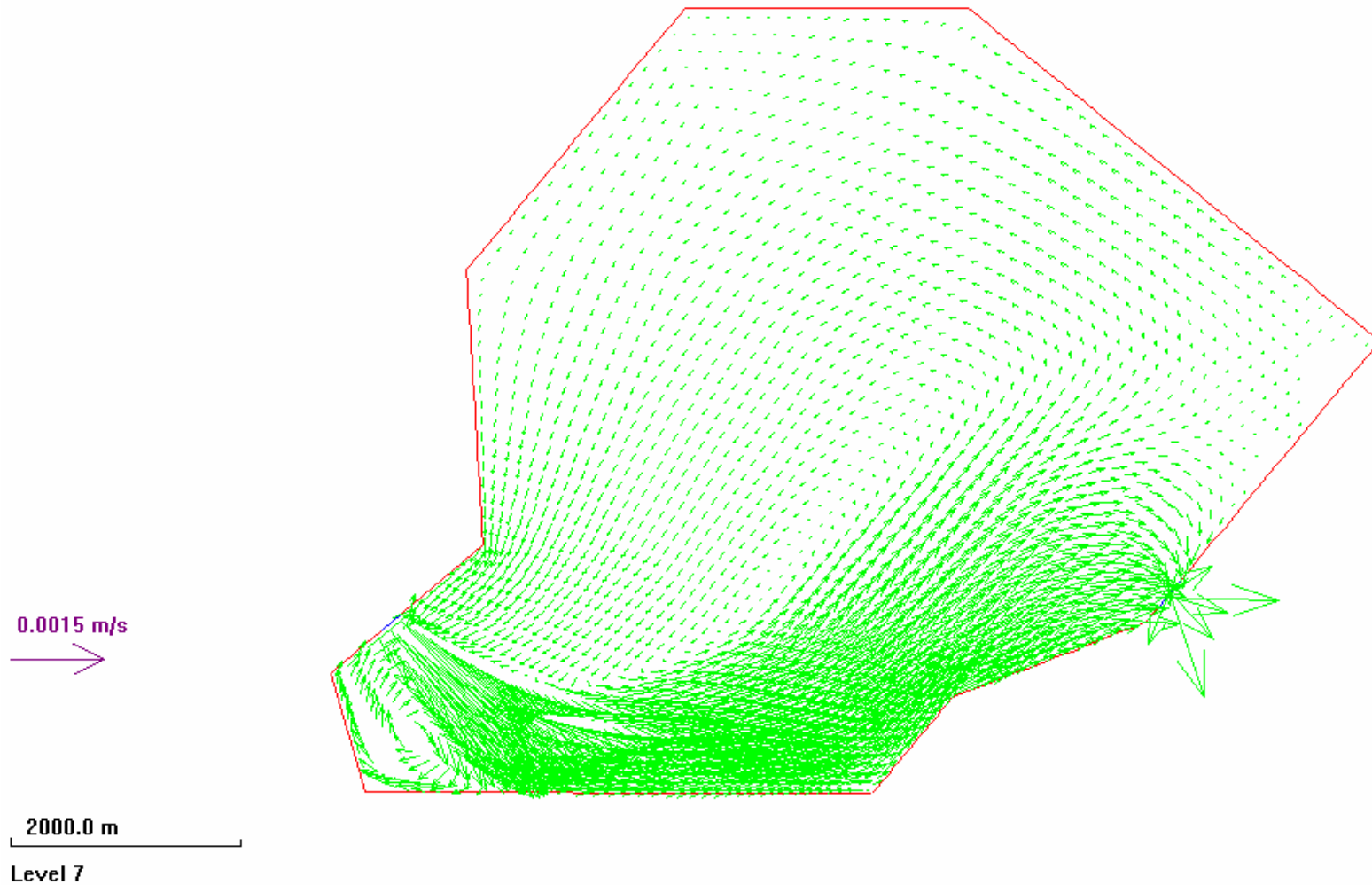
Περίπτωση της υπό σύσταση λίμνης Κάρλας



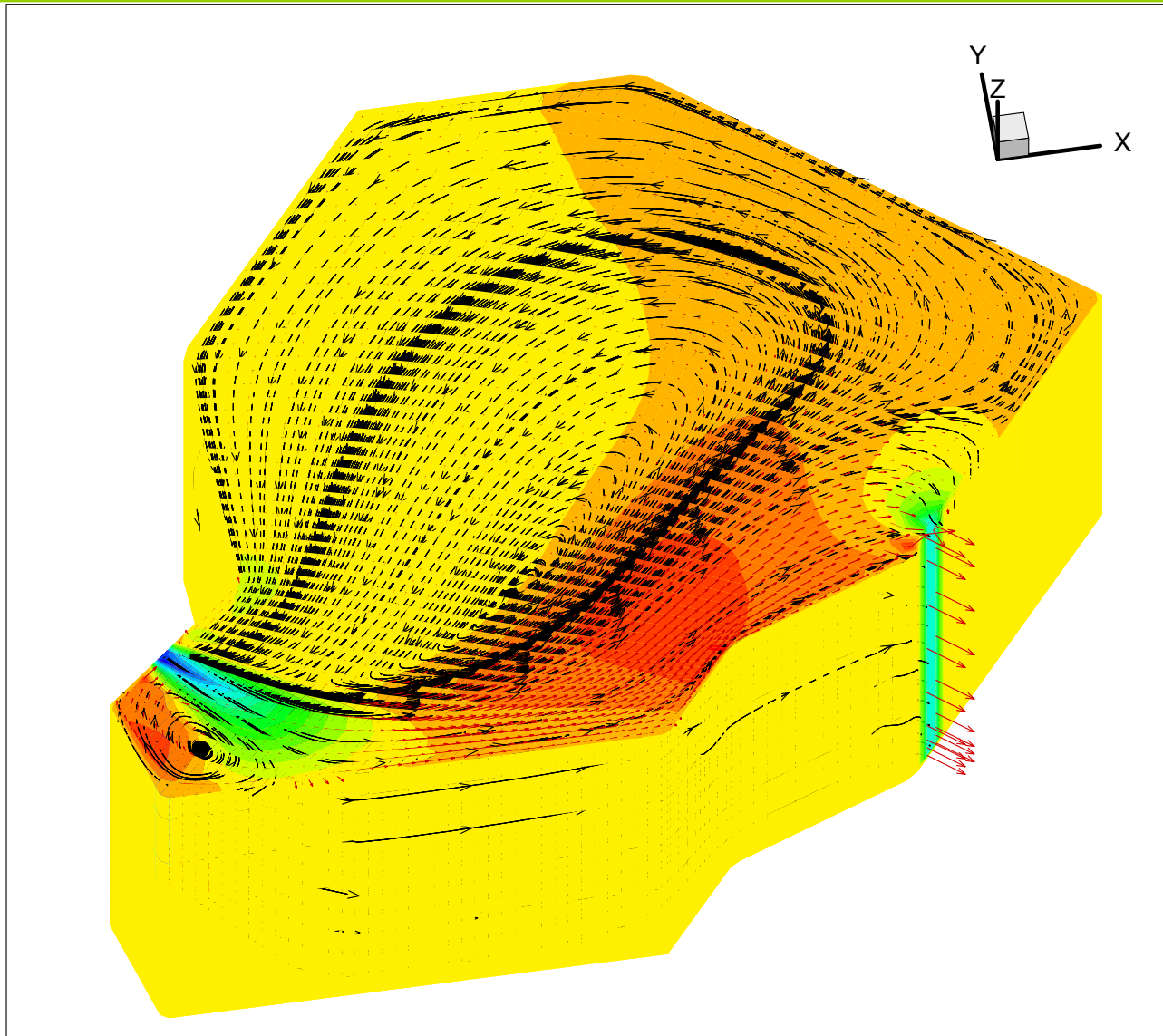
Προσομοίωση λίμνης



Προσομοίωση λίμνης



Προσομοίωση λίμνης

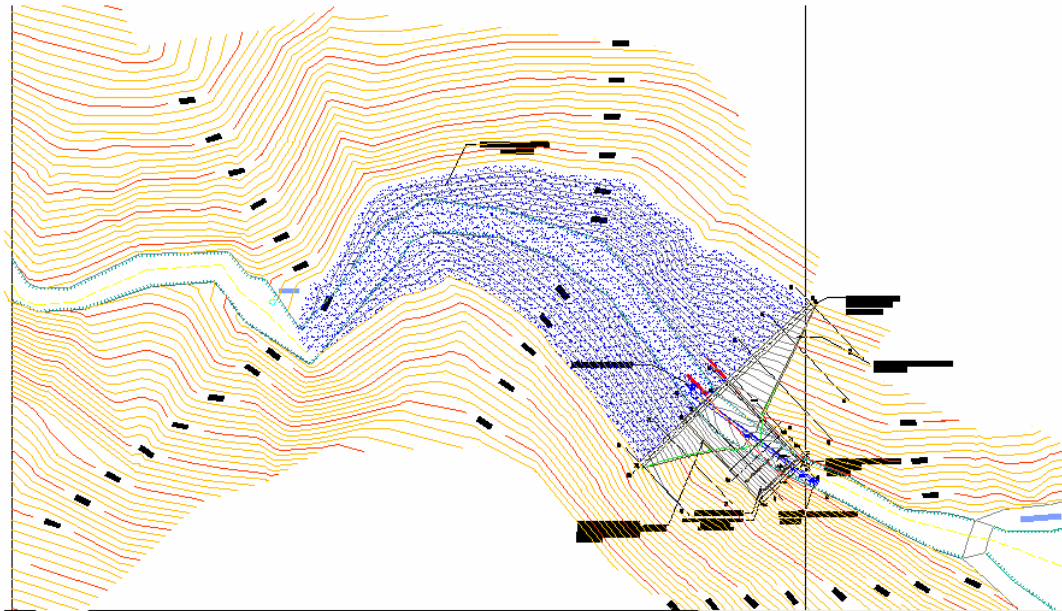


Ροή σε φράγμα

2. Ροή σε φράγμα

Παυλίνα Νέσση – Παυλοπούλου Γεωργία

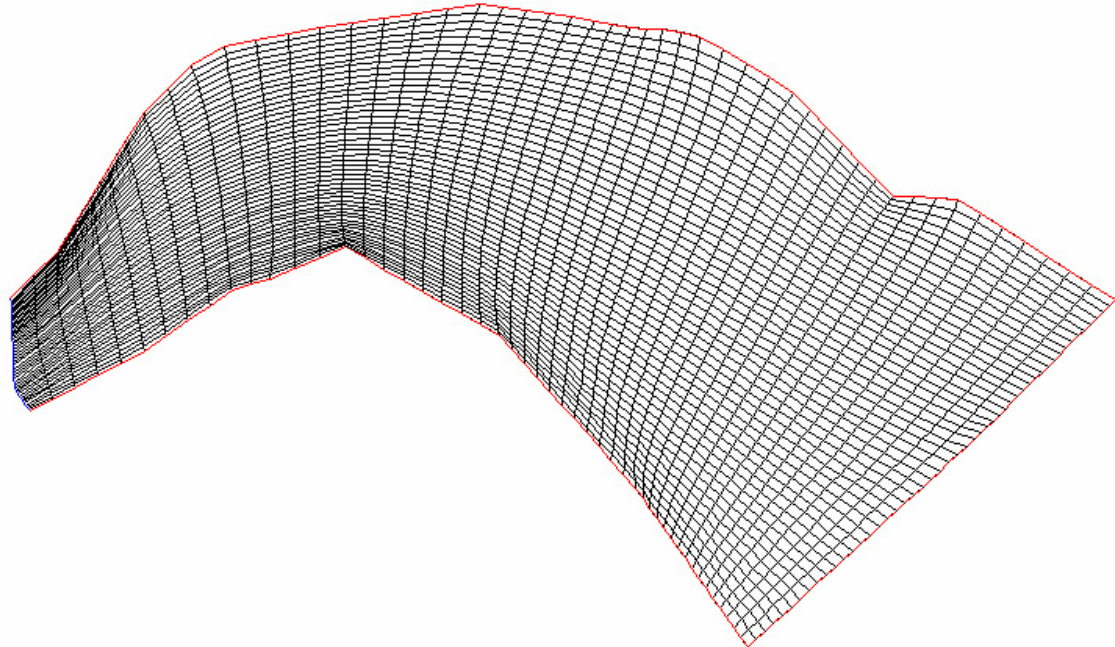
Περίπτωση φράγματος στη θέση Δέση στο Δημοτικό Διαμέρισμα
Φαρμάκη του Δήμου Σαρανταπόρου



Ροή σε φράγμα

SSIIM for Windows 1.1

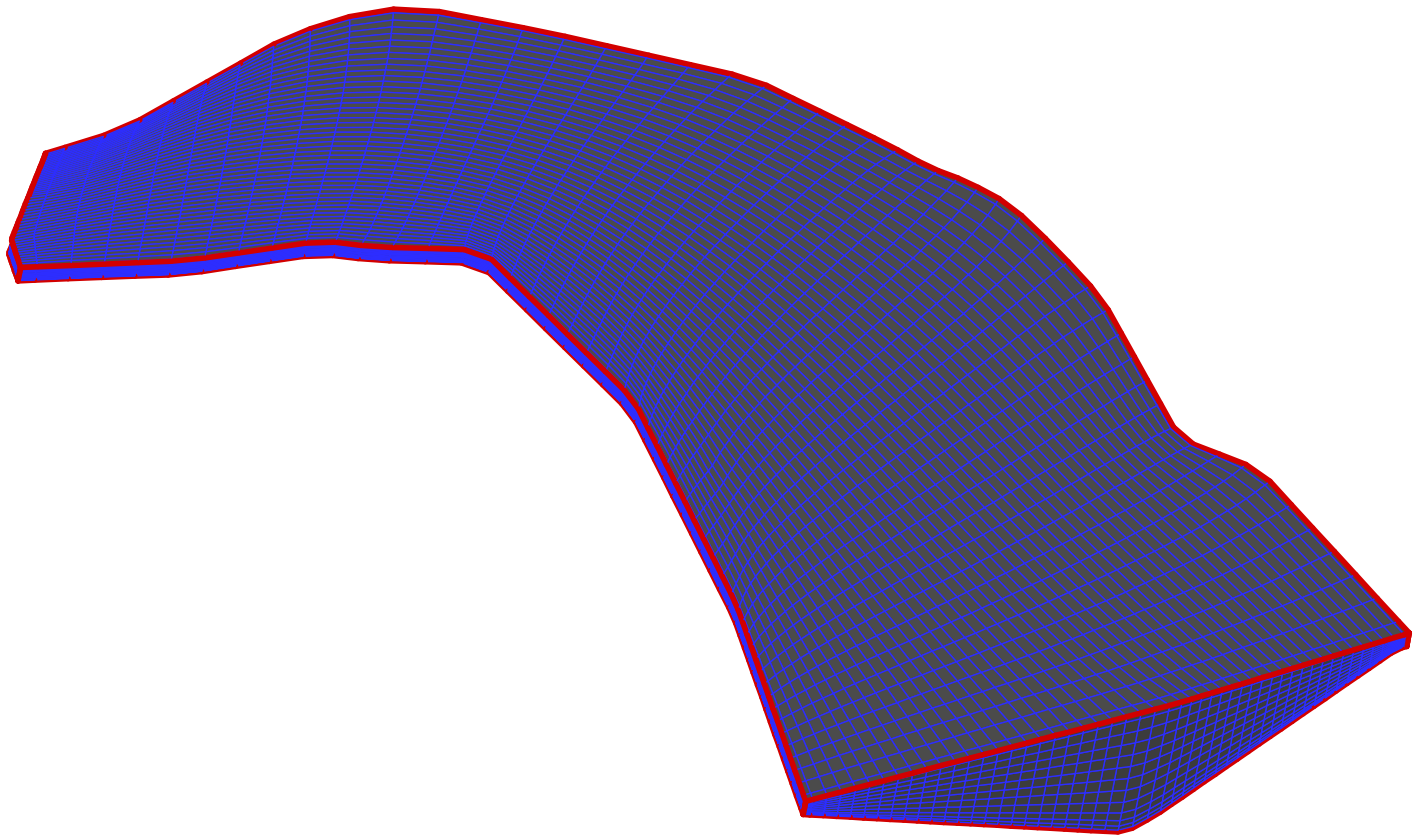
File View Input Edit Calculation Variable Level Scale Move Print



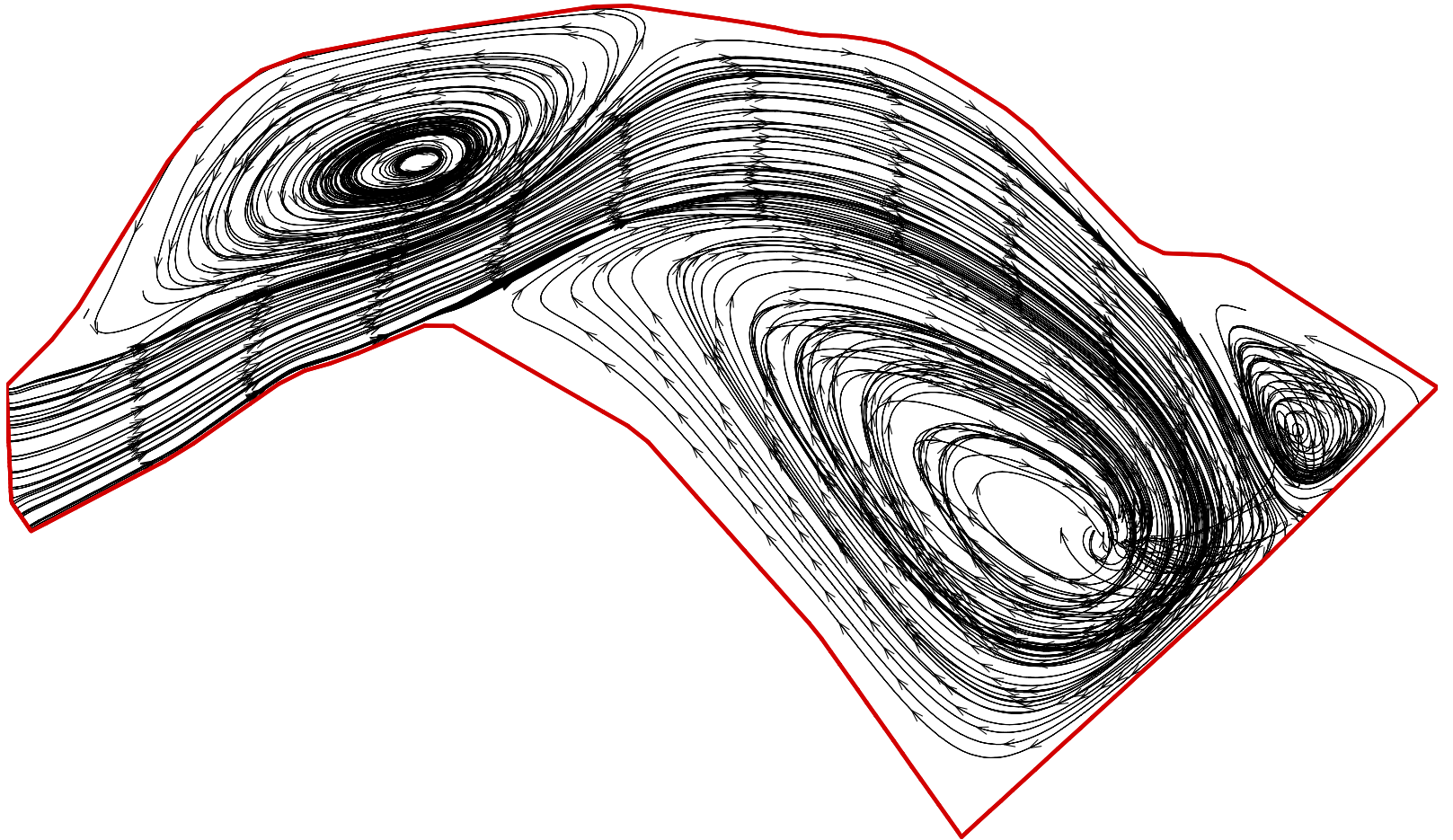
30.0 m

Level 2

Ροή σε φράγμα



Ροή σε φράγμα

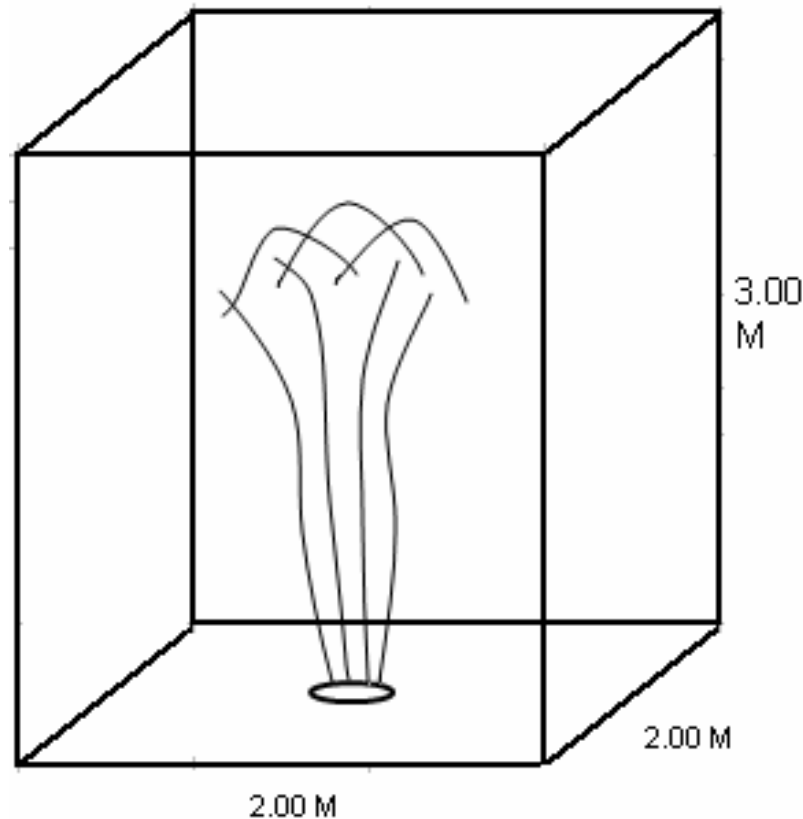


ΦΛΕΒΕΣ

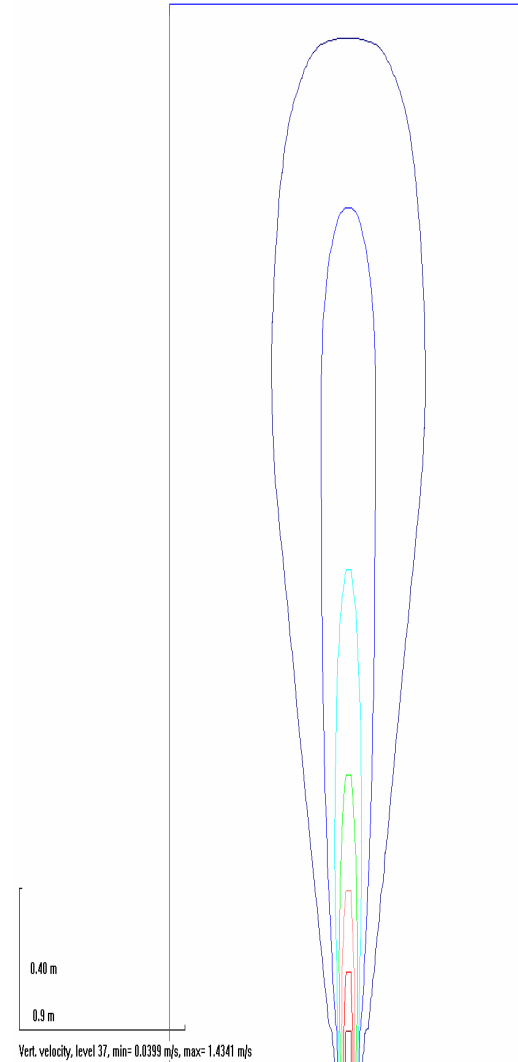
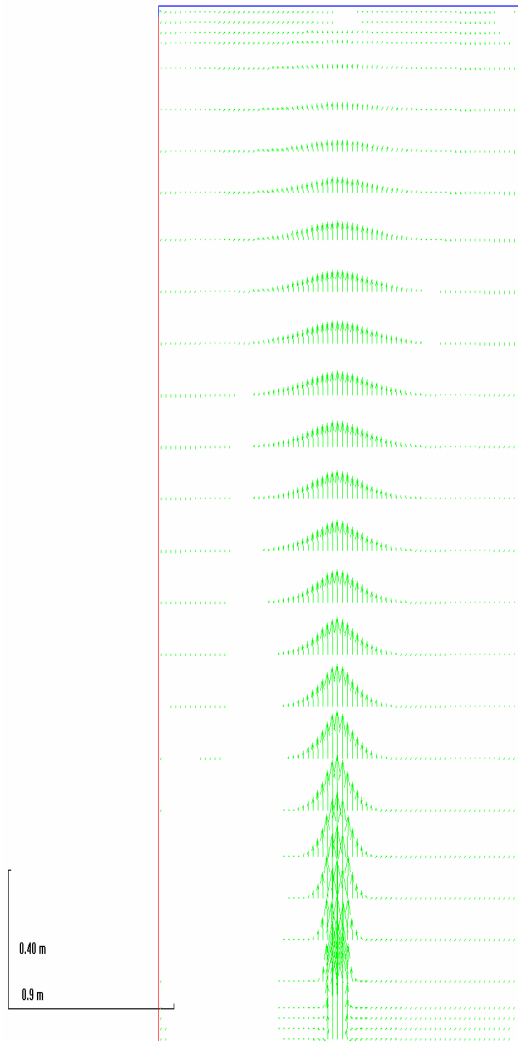
3. Φλέβες

Παναγιώτης Σκανδάλης

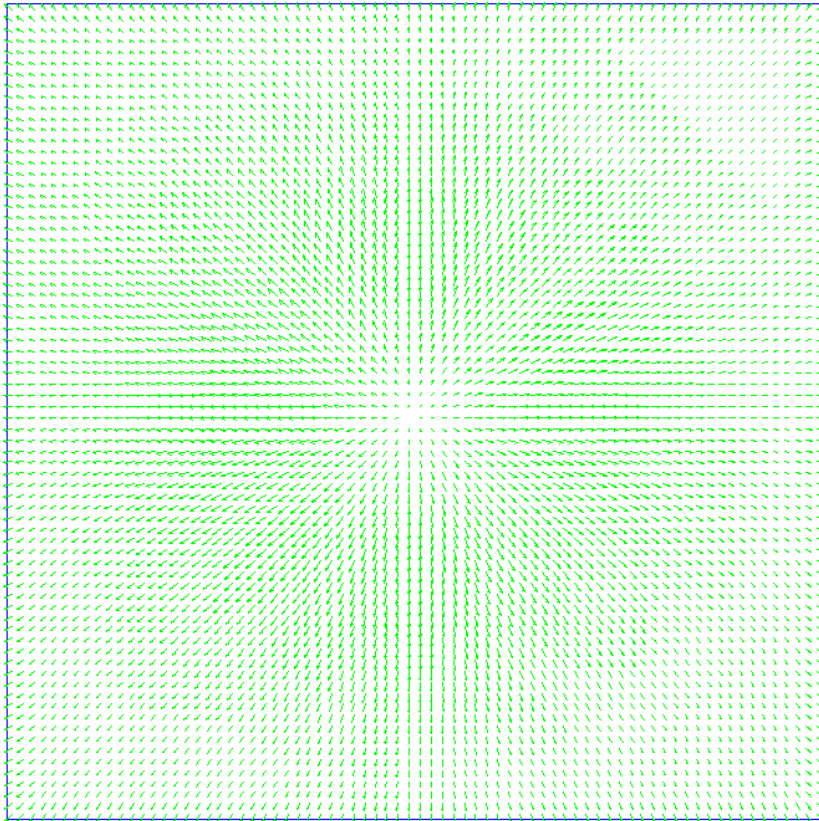
Προσομοίωση κάθετης εκτοξευόμενης φλέβας (jet) μέσα σε δεξαμενή



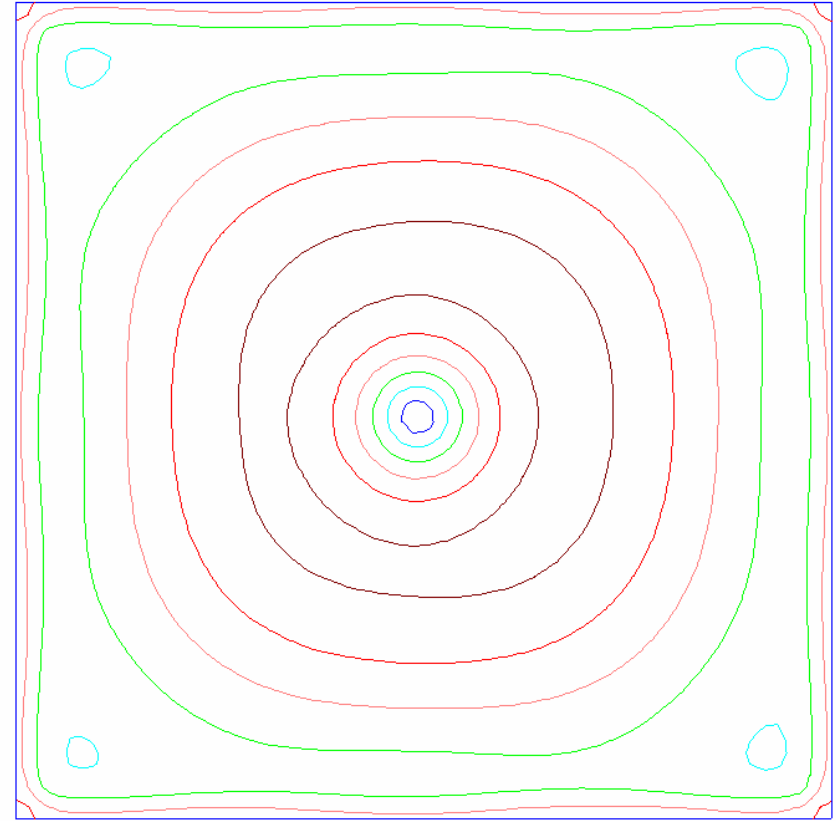
ΦΛΕΒΕΣ



ΦΛΕΒΕΣ



0.8 m
Level 29



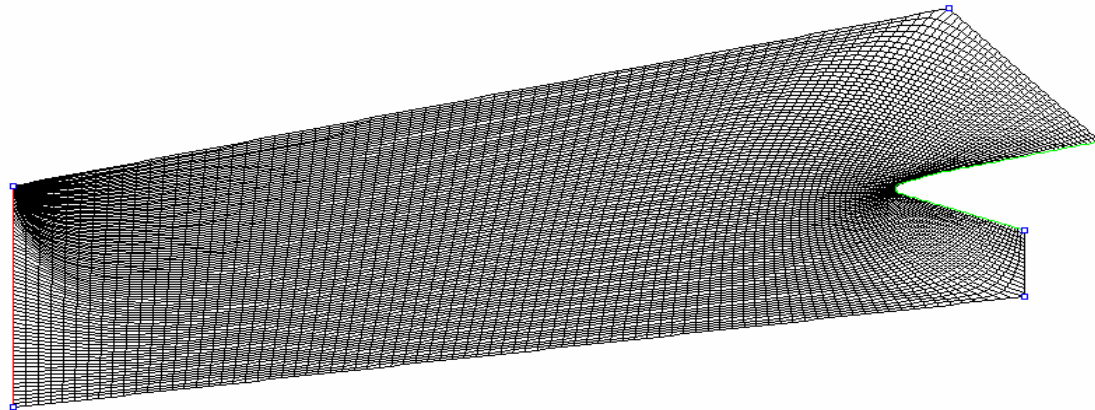
0.8 m
Horiz. velocity, level 29, min= 0.0024 m/s, max= 0.0374 m/s

Ροή σε κοίτες ποταμών

4. Μοντελοποίηση ροής σε κοίτες ποταμών

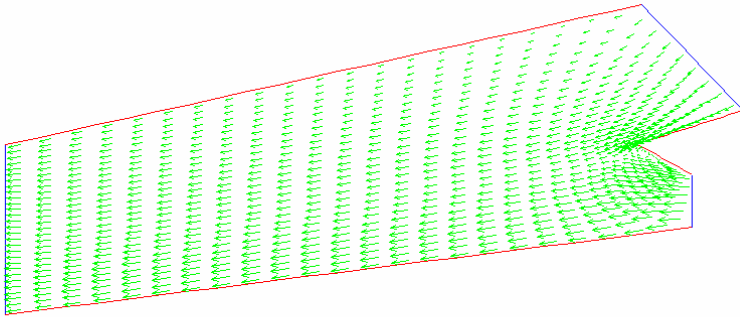
Ανατολή Παρεσίδου - Αθανάσιος Φράγκου

Προσομοίωση ροής της κοίτης του ποταμού Αναύρου



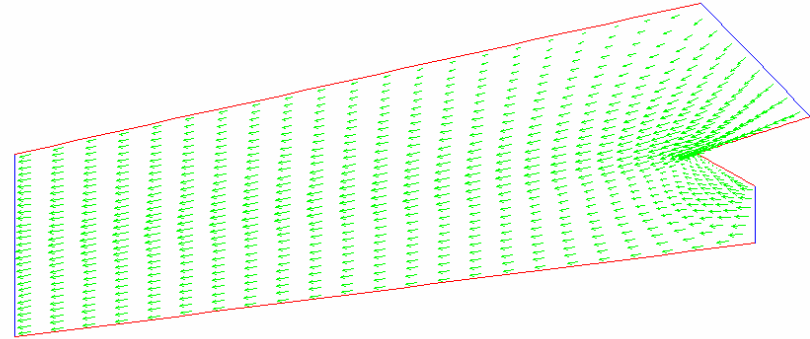
6.0 m

Ροή σε κοίτες ποταμών



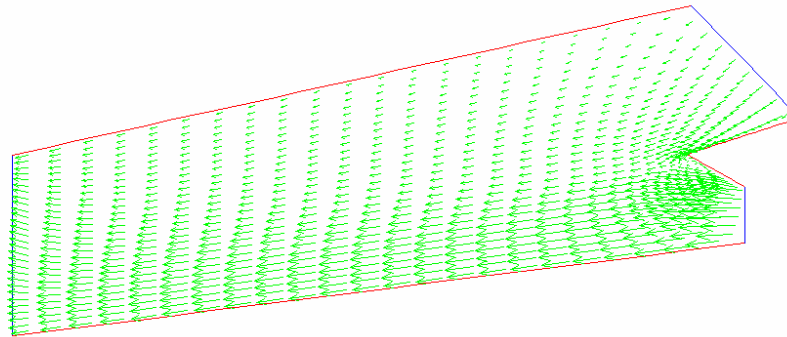
5.0 m

Level 13



5.0 m

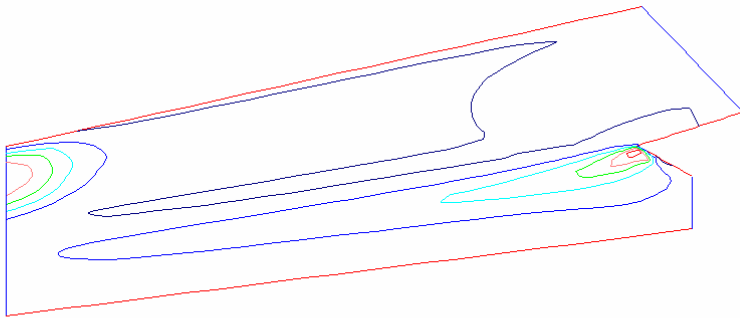
Level 13



5.0 m

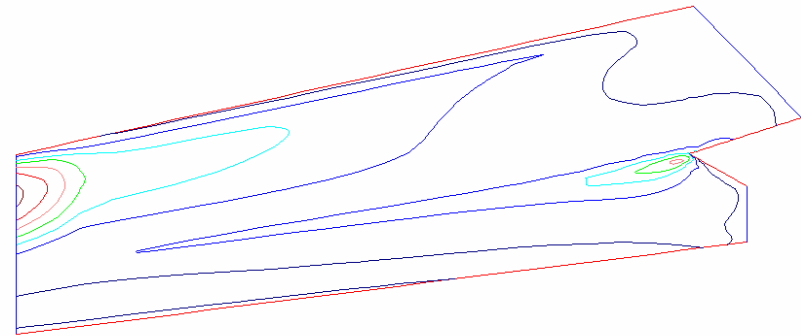
Level 13

Ροή σε κοίτες ποταμών



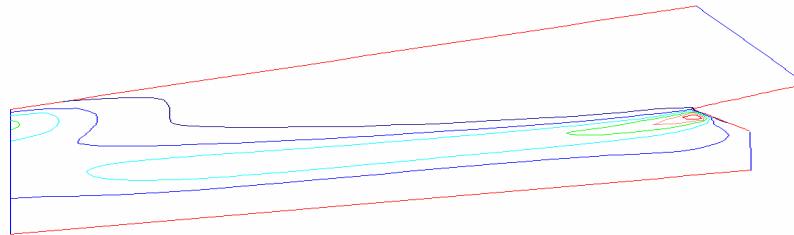
5.0 m

Turb. kin. en., level 13, min=1.404e-007, max=1.823e-006



5.0 m

Turb. kin. en., level 13, min=1.480e-007, max=1.325e-006



5.0 m

Turb. kin. en., level 13, min=2.010e-007, max=3.443e-006