



**ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ
ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΤΩΝ ΟΛΥΜΠΙΑΚΩΝ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ 2004 ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ
ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ
ΟΛΥΜΠΙΑΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΑΡΣΗΣ ΒΑΡΩΝ ΝΙΚΑΙΑΣ**

*Αναστάσιος Ι. Στάμου, Αναπλ. Καθηγητής
Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Ηρώων Πολυτεχνείου 5, 15780 Αθήνα*



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- *ΕΙΣΑΓΩΓΗ*
- *ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ*
- *ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ CFD*
- *ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ*
- *ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ*



ΕΙΣΑΓΩΓΗ I

- ▲ *Η ΓΓΟΑ του ΥΠ.ΠΟ ανέθεσε στο ΕΜΠ ερευνητικό έργο με αντικείμενο :*
« Διερεύνηση των συνθηκών θερμικής άνεσης και ασφάλειας σε περίπτωση πυρκαγιάς στις Ολυμπιακές Εγκαταστάσεις των ΟΑ 2004 »
- ▲ *Διερεύνηση στις εγκαταστάσεις:*
του Ολυμπιακού Κέντρου Άρσης Βαρών Νίκαιας
του Ολυμπιακού Κλειστού Γυμναστηρίου Γαλασίου
του Ολυμπιακού Κέντρου Γραπτού Τύπου



ΕΙΣΑΓΩΓΗ II

- ▶ *Στόχοι του έργου:*
 - ▶ *προσδιορισμός βαθμού επάρκειας του συστήματος κλιματισμού για θερμική άνεση και σχεδίου διαχείρισης καπνού για εξασφάλιση ασφάλειας θεατών και αθλητών σε περίπτωση πυρκαγιάς και*
 - ▶ *πρόταση λειτουργικών μέτρων για τη βελτίωση των συνθηκών θερμικής άνεσης και ασφάλειας*



ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ

- ▶ Η αίσθηση της θερμικής άνεσης ενός ατόμου σε εσωτερικό χώρο εξαρτάται από:
 - (1) τα χαρακτηριστικά του ιδίου του ατόμου και
 - (2) τα χαρακτηριστικά του χώρου
- ▶ Αντικειμενική αξιολόγηση των συνθηκών θερμικής άνεσης → χρησιμοποίηση διεθνών δεικτών
- ▶ Δείκτης *PPD* (*Predicted Percentage of Dissatisfied*) = ποσοστό των δυσαρεστημένων ατόμων από τη θερμική κατάσταση σε ένα χώρο
- ▶ Ιδανική κατάσταση θερμικής άνεσης → $PPD = 5\%$. ⁵





ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ CFD I

- ✦ *Εφαρμογή μαθηματικού μοντέλου υπολογιστικής ρευστομηχανικής (Computational Fluid Dynamics, CFD) → πρωτοτυπία σε διεθνές επίπεδο για Ολυμπιακούς αγώνες*
- ✦ *γεωμετρία του εσωτερικού χώρου → εκατομμύρια μικροί όγκοι που συνθέτουν το αριθμητικό πλέγμα*



ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ CFD

*βασικές εξισώσεις ροής αέρα
θερμότητας
διατήρησης μάζας των ρύπων*

υπολογίζονται



*κατανομές ταχυτήτων αέρα
θερμοκρασίας αέρα
συγκεντρώσεις καπνού*



ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

*αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά και
χαρακτηριστικά ηλεκτρομηχανολογικού
εξοπλισμού του συστήματος κλιματισμού*



*3-D «μοντέλο» CAD της τρισδιάστατης
γεωμετρίας του σταδίου*



εισαγωγή στο μοντέλο CFD



Τμήμα γεωμετρίας του Ολυμπιακού Κέντρου



Πραγματική γεωμετρία
(από το www.stadia.gr)

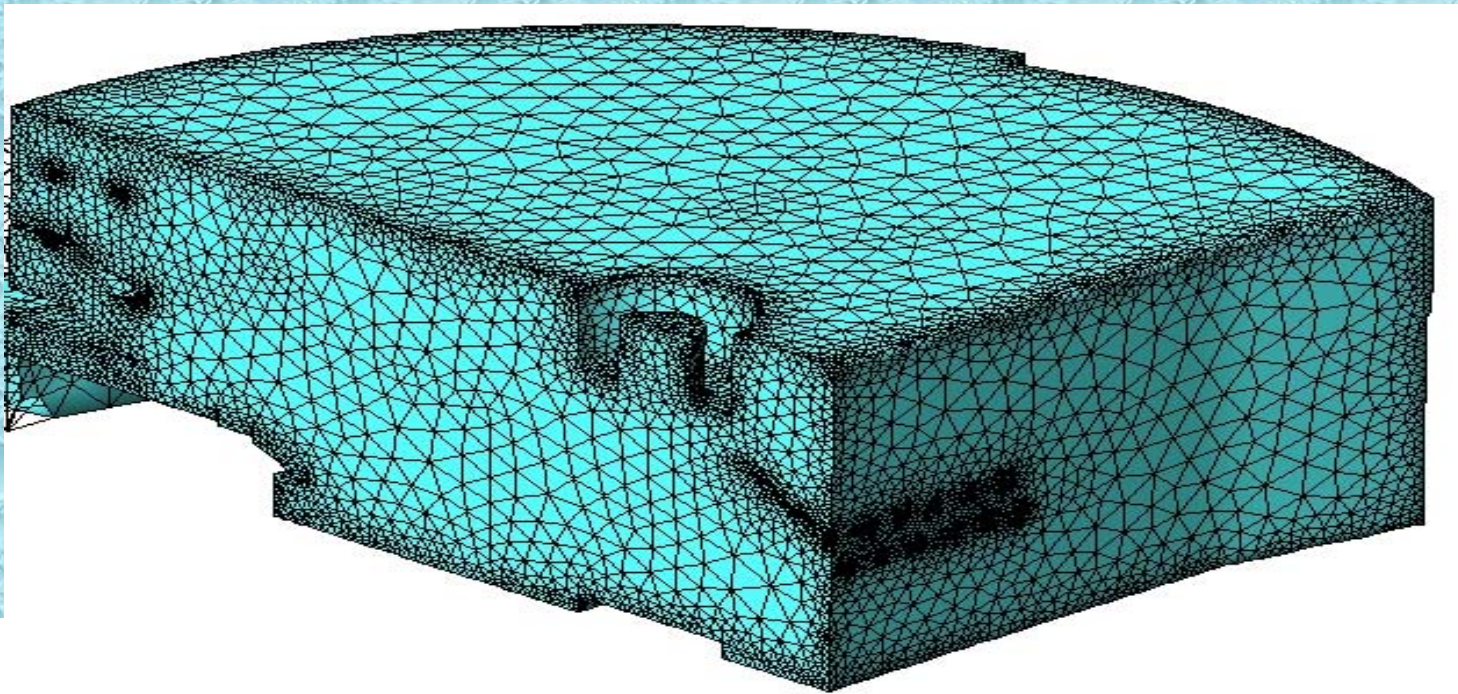
Γεωμετρία που χρησιμοποιήθηκε
στους υπολογισμούς





Το υπολογιστικό πλέγμα

- ▲ *Από το 3-D σχέδιο > κατασκευάστηκε πλέγμα*
- ▲ *8400000 μικροί όγκοι*



Άποψη του αριθμητικού πλέγματος για το μισό στάδιο





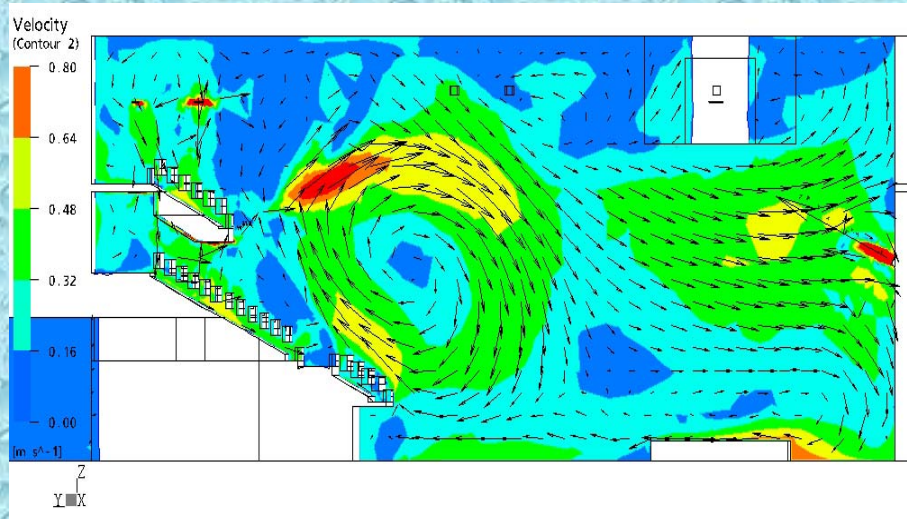
Εφαρμογή του μοντέλου

▲ 2 σειρές υπολογισμών:

- ▲ Σειρά 1: Υπολογισμοί θερμικής άνεσης για διάφορα σενάρια λειτουργίας του συστήματος κλιματισμού, στα οποία μεταβάλλονταν διάφορες παράμετροι (κυρίως η θερμοκρασία του προσαγόμενου αέρα)
- ▲ Σειρά 2: Υπολογισμοί προσομοίωσης σεναρίων πυρκαγιάς σε διάφορες θέσεις του σταδίου και παρακολούθησης της κίνησης του νέφους του καπνού
Υπολογισμοί χρόνων άφιξης του νέφους στα διάφορα διαζώματα του σταδίου και σύγκριση με τους αντιστοίχους χρόνους εκκένωσης

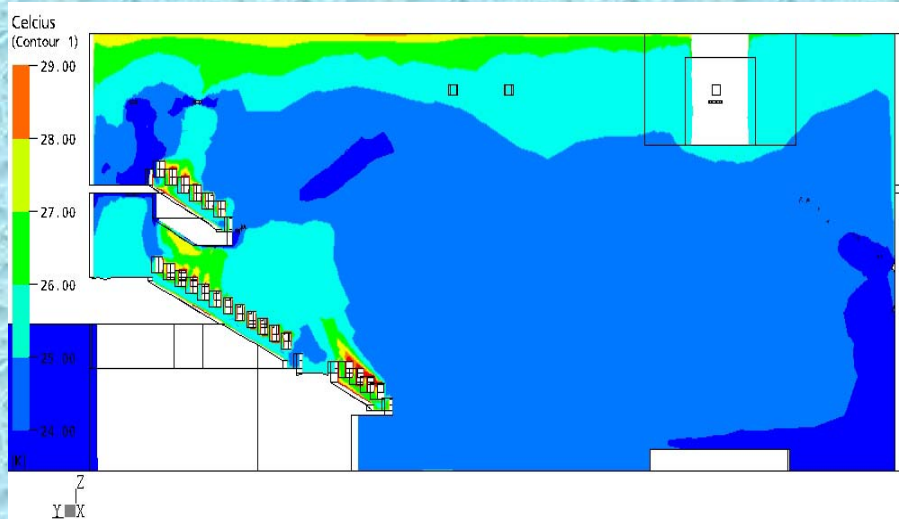


Ενδεικτικά αποτελέσματα σεναρίων – Σειρά 1



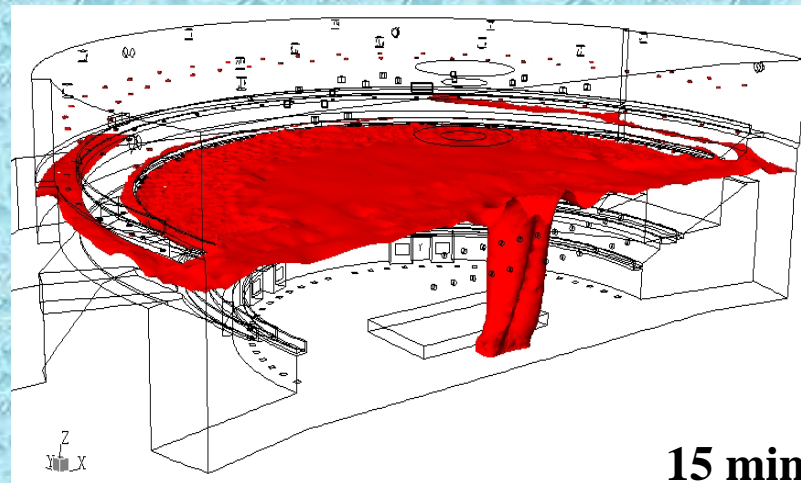
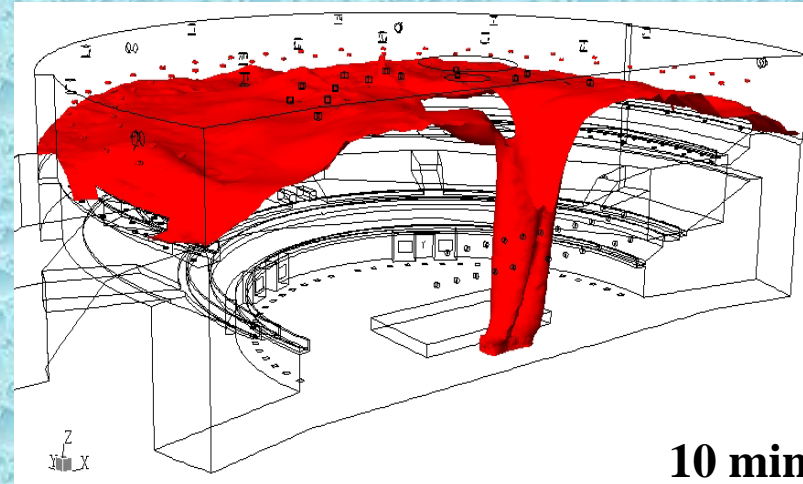
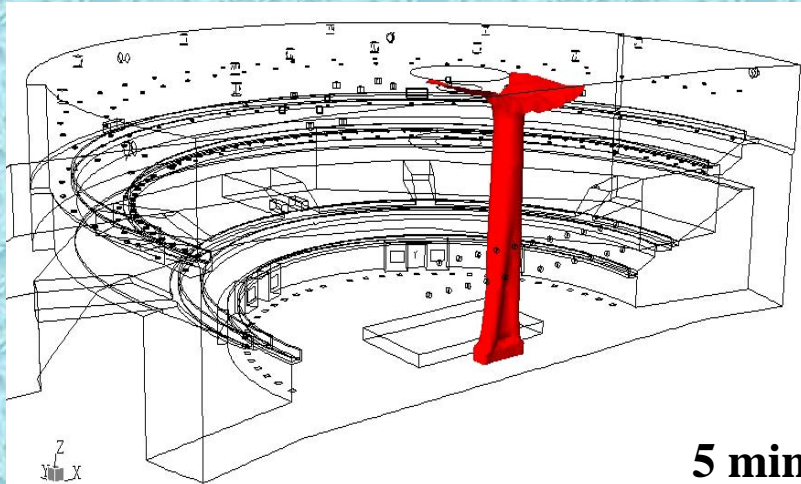
Κατανομή ταχυτήτων ροής

Κατανομή θερμοκρασίας





Ενδεικτικά αποτελέσματα σεναρίων – Σειρά 2



Κίνηση πυρκαγιάς σε χρόνους 5, 10 και 15 min



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

- Το εγκατεστημένο σύστημα κλιματισμού εξασφαλίζει ικανοποιητικές συνθήκες θερμικής άνεσης σε θεατές και αθλητές.
- Μικρό ποσοστό (PPD=5-7%) των ατόμων αναμένεται να εκφράσει δυσαρέσκεια για τις συνθήκες θερμικής άνεσης
- Το προβλεπόμενο από τη μελέτη σχέδιο διαχείρισης καπνού κρίνεται ως επαρκές για την αντιμετώπιση συμβάντων πυρκαγιάς