

---

## **Θέμα:** Ερευνητικές δραστηριότητες στην περιοχή της ενεργειακής αξιοποίησης των ελληνικών στερεών καυσίμων.

Εισηγητής: **Ε. Κακαράς**, επ. καθ/τής ΕΜΠ, Εργ/ριο Ατμοπαραγωγών και Θερμικών Εγκαταστάσεων.

---

Σας ζητώ συγγνώμη για την αλλαγή στο πρόγραμμα. Ο ένας λόγος είναι ουσιαστικός, γιατί αυτή η παρουσίαση που είχαμε προβλέψει για το απόγευμα θέλει να δώσει το πλαίσιο και, αν θέλετε, την πολιτική έρευνας και ανάπτυξης σε θέματα στερεών καυσίμων, ενώ η εργασία που έχει προγραμματιστεί για το πρωί είναι μία εφαρμογή που θα σας παρουσιάσουν οι συνεργάτες μου το απόγευμα. Είναι αποτέλεσμα από ένα project, αρκετά προωθημένο, θα έλεγα, για την ελληνική πραγματικότητα.

Σε ανταπόδοση αυτής της αλλαγής, θα προσπαθήσω να είμαι πάρα πολύ σύντομος. Ο στόχος μου μέσα σ' αυτήν την πολύ σύντομη παρουσίαση είναι να σας αναφέρω ποιες είναι οι προτεραιότητες σε έργα έρευνας, ανάπτυξης και επίδειξης, κύρια σε ευρωπαϊκό επίπεδο στον τομέα των στερεών καυσίμων και πώς αυτές αντιμετωπίζονται στο εργαστήριό μας στο Πολυτεχνείο τα τελευταία 10-15 χρόνια, μέσα από μία σειρά από projects για την αξιοποίηση του λιγνίτη με κοινοτική ή εθνική χρηματοδότηση.

### **Παρουσίαση του Εργαστηρίου Ατμοπαραγωγών και Θερμικών Εγκαταστάσεων**

Το Εργαστήριο Ατμοπαραγωγών και Θερμικών Εγκαταστάσεων υπάγεται στον Τομέα Θερμότητας του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου

Πολυτεχνείου. Το εργαστήριο έχει από εικοσαετίας αναπτύξει πλούσια δραστηριότητα σε ποικίλα θέματα, μεταξύ των οποίων είναι η εξέταση των φαινομένων καύσης, η μεταφορά θερμότητας, ο σχηματισμός ρύπων και οι τεχνολογίες μείωσής τους, ο σχεδιασμός λεβήτων, η εξοικονόμηση ενέργειας από θερμικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και η υπολογιστική προσομοίωση πεδίων ροής, φαινομένων μεταφοράς και καύσης.

### **Υπάρχουσα υποδομή**

#### **Δύο εγκαταστάσεις ρευστοποιημένης κλίνης**

Οι εγκαταστάσεις ρευστοποιημένων κλινών του εργαστηρίου (η μία είναι ατμοσφαιρική ρευστοποιημένη κλίνη ανακυκλοφορίας ισχύος 150 kW<sub>th</sub> και η δεύτερη ατμοσφαιρική ρευστοποιημένη κλίνη εργαστηριακής κλίμακας) χρησιμοποιούνται για τη διερεύνηση και αξιολόγηση αυτής της τεχνολογίας καύσης.

#### **Μονάδα μετρήσεων**

Το ΕΑΘΕ διαθέτει σύγχρονη μονάδα μετρήσεων για την ανάλυση της σύστασης των καυσαερίων, η οποία περιλαμβάνει: όργανα και συσκευές μέτρησης θερμοκρασιών, αναλυτές αερίων (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, NO, NO<sub>2</sub> και NO<sub>x</sub>), συσκευές μέτρησης βαθμού αιθάλης, διάταξη συσκευών βαρυμετρικού καθορισμού της συ-

<b>JOULE I</b>	JOUF-0030	Minimization of the formation of air pollutants in the CAFBC by using European fuels and additives.
	JOUF-0046	Primary measures for the reduction of NO <sub>x</sub> -SO <sub>2</sub> emissions from thermal power plants using low grade coals.
<b>JOULE II</b>	JOU2-CT92-0215	Investigation of pulverized coal combustion with vitiated air in a combined cycle application and catalytic oxidation of unburnt fuel to increase efficiency of electrical power generation.
	JOU2-CT92-0153	Evaluation of pressurized coal combustion with CO <sub>2</sub> recirculation.
<b>JOULE III</b>	JOF3-CT95-0024	Operational problems, trace emissions and by-product management for industrial biomass co-combustion.
	JOF-CT95-0005	Performance prediction in advanced pulverized coal fired utility boilers.
<b>INCO</b>	ICOP-DEMO-2116-96	Advanced pulverised coal burners with reduced NO <sub>x</sub> emissions.

γκέντρωσης στερεών σωματιδίων στα καυσαέρια, με τη μέθοδο της ισοκινητικής αναρρόφησης, συσκευή μέτρησης του όξινου σημείου δρόσου.

### Ερευνητικά προγράμματα

#### Κοινοτικά ερευνητικά προγράμματα

Το Εργαστήριο Ατμοπαραγωγών και Θερμικών Εγκαταστάσεων σε συνεργασία και με άλλα πανεπιστήμια και κατασκευαστικούς οίκους έχει συμμετάσχει και συμμετέχει σε ερευνητικά προγράμματα που χρηματοδοτούνται από την Ευρωπαϊκή Ένωση.

#### Εθνικά ερευνητικά προγράμματα

Το Εργαστήριο Ατμοπαραγωγών και Θερμικών Εγκαταστάσεων έχει συμμετάσχει και συμμετέχει σε ερευνητικά προγράμματα που χρηματοδοτούνται από τη ΓΓΕΤ.

<b>ΠΕΝΕΔ '89</b>	Καύση σε ρευστοποιημένη κλίνη.
<b>ΠΕΝΕΔ '91</b>	Λειτουργική συμπεριφορά ρευστοποιημένης κλίνης.
<b>ΕΠΕΡ</b>	Σύστημα καταγραφής και ελέγχου αερίων εκπομπών από κεντρικές θερμάνσεις.
<b>ΠΑΒΕ Α94</b>	Σχεδιασμός νέου τύπου λέβητα ζεστού νερού.
<b>ΓΓΕΤ</b>	Διερεύνηση λειτουργικών χαρακτηριστικών μύλων λιγνίτη.
<b>95 ΕΠΕΡ 191</b>	Ενεργειακή αξιοποίηση βιομάζας (ελαιοπυρήνα) ως συμπληρωματικού καυσίμου σε λιγνιτικές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής.

### Βιομηχανικά προγράμματα

#### Εκπόνηση μελετών για τη ΔΕΗ

Επιγραμματικά οι συνεργασίες του εργαστηρίου με τη ΔΕΗ αφορούν στη:

- Διερεύνηση της ταυτόχρονης καύσης λιγνίτη με λιθάνθρακα ή λιγνίτη με ξυλίτη.
- Διάβρωση και ρύπανση των επιφανειών του ατμοπαραγωγού στον ΑΗΣ Αμυνταίου.
- Βελτιστοποίηση του συστήματος κονιοποίησης του λιγνίτη.
- Αξιολόγηση - ομαλοποίηση των μετρήσεων εγκατάστασης ατμοστροβίλου. Εφαρμογή στους ΑΗΣ Καρδιάς & Αμυνταίου της ΔΕΗ.
- Βελτιστοποίηση των λειτουργικών χαρακτηριστικών των μύλων λιγνίτη.
- Ενεργειακή αξιοποίηση βιομάζας (ελαιοπυρήνα) ως συμπληρωματικού καυσίμου σε λιγνιτικές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής.

### Δραστηριότητες σχετικές με την αξιοποίηση του λιγνίτη

#### Μοντέλα υπολογισμού εκπομπών NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> από την καύση στερεών καυσίμων

Υπολογιστικός κώδικας υπολογισμού της παραγωγής NO<sub>x</sub> (μοντέλο De-Soete) για την εκτίμηση της συγκέντρωσης των οξειδίων του αζώτου εντός των εστιών καύσης στερεών καυσίμων βιομηχανικής κλίμακας.

Μοντέλα υπολογισμού της δέσμευσης του διοξειδίου του θείου με τη μέθοδο της χρήσης ξηρών προσθέτων σε εστίες κονιοποιημένου στερεού καυσίμου. Για τον υπολογισμό της πρωτογενούς αποθείωσης χρησιμοποιούνται σε πρόγραμμα υπολογισμού τροχιών σωματιδίων εντός της εστίας καύσης ΑΗΣ δύο διαφορετικές προσεγγίσεις για τα σωματίδια ασβεστούχων ξηρών προσθέτων: του σωματιδίου συρρικνούμενης διαμέτρου και του σωματιδίου με δένδροειδή δομή πόρων.

### Μετρήσεις σε θερμικούς σταθμούς της ΔΕΗ

Μετρήσεις των θερμοκρασιακών πεδίων, καθώς και της συγκέντρωσης των κυριότερων ρύπων εντός των εστιών των θερμικών σταθμών της Μεγαλόπολης (Μονάδα Ι) και του Αγ. Δημητρίου (Μονάδα ΙΙΙ) σε διάφορες συνθήκες φορτίου. Υπολογισμός της ικανότητας του χρησιμοποιούμενου λιγνίτη στο Βόρειο και Νότιο Πεδίο της ΔΕΗ για φυσική αποθείωση.

Μετρήσεις των αεροδυναμικών και θερμοκρασιακών συνθηκών εισόδου του καυσίμου και του αέρα στους καυστήρες του ΑΗΣ Μεγαλόπολης ΙV. Διερεύνηση των τάσεων της τέφρας του καυσίμου στο Νότιο Πεδίο της ΔΕΗ για τη δημιουργία επικαθήσεων και διαβρώσεων στις επιφάνειες της εστίας της μονάδας αυτής.

### Προγράμματα εξοπλισμού

#### Διδιάστατος - διφασικός κώδικας καύσης

Προσομοίωση των πεδίων ταχυτήτων, θερμοκρασιών και συγκεντρώσεων καυσαερίου εντός θαλάμου καύσης σε διδιάστατες κυλινδρικές συντεταγμένες. Επιλύονται οι εξισώσεις ορμής και μεταφοράς ενθαλπίας, με τη χρήση του K-ε μοντέλου τύρβης και του αλγόριθμου SIMPLE για τον υπολογισμό των πιέσεων. Για τον υπολογισμό της στερεάς φάσης χρησιμοποιείται η διακριτή θεώρηση της μεταφοράς των στερεών σωματιδίων (Lagrangian approach). Ο κώδικας διαθέτει υπομοντέλα χημικών αντιδράσεων για την καύση φυσικού αερίου. Η μεταφορά θερμότητας με ακτινοβολία εξετάζεται με τη μέθοδο Monte-Karlo, στην οποία είναι ενσωματωμένη μια πλήρης σειρά υπομοντέλων για τον προσδιορισμό των ακτινοβολικών ιδιοτήτων της αέριας και στερεάς φάσης.

### ENBIPRO

Για το σχεδιασμό και βελτιστοποίηση θερμικών εγκαταστάσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας το εργαστήριο διαθέτει υπολογιστικό κώδικα εξεργειακής ανάλυσης. Η χρησιμοποίηση των εξεργειας ως βάσης για τον προσδιορισμό του κόστους των μεταφορέων ενέργειας είναι περισσότερο σημαντική και εύχρηστη από τη χρησιμοποίηση της ενέργειας ή της ισχύος. Ο κώδικας ENBIPRO (ΕΜΠ-ΤU.Braunschweig-IWBT) έχει αναπτυχθεί με στόχο τη θερμοοικονομική ανάλυση των επιμέρους στοιχείων ενός συνδυασμένου ατμοηλεκτρικού σταθμού. Το αντικείμενο της ανάλυσης αυτής είναι να προσδιορίσει τις ουσιαστικές τροποποιήσεις κόστους ανάμεσα σε όλες τις προτεινόμενες αλλαγές που προκύπτουν από εναλλακτικές διαμορφώσεις των θερμικών κυκλωμάτων, παρέχοντας στοιχεία που αφορούν στο κόστος επένδυσης λειτουργίας (εξαιρώντας το καύσιμο) και συντήρησης του συστήματος.

Υπάρχουν μια σειρά από θέματα στα οποία έχουμε συνεργαστεί με τη ΔΕΗ. Ο λόγος που τα δείχνω είναι για να σας εξηγήσω τη διαφορά της έρευνας που γίνεται σε επίπεδο ελληνικών προτεραιοτήτων σε σχέση με την έρευνα που γίνεται σε επίπεδο διεθνών προδιαγραφών. Η ψαλίδα ανάμεσα σ' αυτό που ζητείται σήμερα ερευνητικά στην Ευρώπη και σ' αυτό που γίνεται στην Ελλάδα, είναι στόχος και φιλοδοξία μας να μικραίνει κάθε μέρα. Σας ευχαριστώ πολύ.

**Σαμοΐλης:** Ευχαριστούμε τον κύριο Κακαρά για την παρουσίαση της ενδιαφέρουσας εργασίας και τώρα έχουμε ένα διάλειμμα 20 λεπτών. Παρακαλούμε να το τηρήσουμε.

Διάλειμμα