

# Πρόλογος επιστημονικού αφιερώματος

Η έννοια του ενεργειακού προβλήματος έκανε δελά την εμφάνιση της στις αρχές της δεκαετίας του 1950, υπό μορφήν φιλοσοφικού περισσότερο στοχασμού. Παρά το γεγονός ότι το 1950, υπήρχε η εκτίμηση ότι τα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα δεν θα ξεπερνούσαν σε επάρκεια τα 20 έτη, επικρατούσε κάποια νηφαλιότητα σε σχέση με την ενεργειακή τροφοδότηση. Με την εμφάνιση της ενεργειακής κρίσης της δεκαετίας του 1970, άρχισε και η συνειδητοποίηση του ενεργειακού προβλήματος. Έκτοτε, έχουν γίνει διεξοδικές μελέτες και έχουν αρχίσει να λαμβάνονται μέτρα, τόσο σχετικά με τις επιπτώσεις όσο και σε ό,τι αφορά τις πιθανές λύσεις του ενεργειακού προβλήματος. Όλοι οι μελετητές, παρά τις συχνά αντικρουόμενες απόψεις, συμφωνούν στα βασικά συστατικά στοιχεία του προβλήματος, τα οποία έχουν να κάνουν με την πιθανότητα εξάντλησης των ενεργειακών πηγών, την επάρκεια και σταθερότητα της ενεργειακής τροφοδοσίας καθώς και την επίδραση της αύξησης των τιμών ενέργειας, στην οικονομική ανάπτυξη.

Αρρηκτα συνυφασμένη με τις διεργασίες εκμετάλλευσης των διαθέσιμων ποσοτήτων ενέργειας, είναι η έννοια της περιβαλλοντικής ρύπανσης. Η ρύπανση του περιβάλλοντος (αέρα, εδάφους και υδάτων), οφείλεται στα προϊόντα και τα κατάλοιπα των διαδικασιών αυτών, η ύπαρξη των οποίων σε αρκετές περιπτώσεις, είναι αναπόφευκτη. Τα φαινόμενα ρύπανσης εμφανίζονται, κυρίως, κατά την εκμετάλλευση των λεγόμενων μη-ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (στερεά, υγρά και αέρια ορυκτά καύσιμα, ουράνιο κ.α.), στις οποίες οφείλεται κατά κύριο λόγο, το σημερινό παγκόσμιο ενεργειακό σύστημα.

Οι βασικές τεχνολογίες ενεργειακής μετατροπής, οι οποίες αναπτύχθηκαν, κυρίως για να εξυπηρετήσουν την μεγάλη βιομηχανική ανάπτυξη των αρχών του 20ού αιώνα, ήταν η παραγωγή ηλεκτρισμού από κύκλο ατμού (Rankine) με θερμοδυναμική απόδοση 30%-40% και η παραγωγή έργου από μηχανές εσωτερικής καύσης (Otto, Diesel, Joule) με θερμική απόδοση 17%-25%. Εάν σε αυτές τις τιμές ληφθεί υπόψη και ο χα-

μηλός συντελεστής ανάκτησης (ο λόγος δηλαδή των εκμεταλλεύσιμων προς τα διαπιστωμένα αποθέματα) του πετρελαίου (40%) και του άνθρακα (60%), γίνεται φανερό ότι γενικά, σε παγκόσμια κλίμακα, χρησιμοποιείται μόλις το 15% της πρωτογενώς διαθέσιμης ενέργειας. Το υπόλοιπο 85%, αποτελεί τις απώλειες του κύκλου παραγωγής-μεταφοράς-τελικής χρήσης της ενέργειας.

Ο χαμηλός βαθμός αξιοποίησης της πρωτογενούς ενέργειας, αποτελεί μια πρόκληση για την τεχνολογία, προκειμένου να βελτιωθεί ο συνολικός βαθμός απόδοσης κατά τις ενεργειακές μετατροπές κάθε είδους και να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες στο σύνολο του συστήματος παραγωγής, μεταφοράς και κατανάλωσης ενέργειας. Με βάση τους υπάρχοντες ρυθμούς ανάπτυξης, δύο είναι οι βασικοί τρόποι αντιμετώπισης του ενεργειακού προβλήματος: η διάδοση της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η παραγωγή και χρήση της ενέργειας, με όσο το δυνατόν αποδοτικότερο τρόπο. Καθοριστικοί παράγοντες για την σύγκλιση των στόχων της ενεργειακής και περιβαλλοντικής πολιτικής που ακολουθείται σήμερα στην Ελλάδα, είναι η ορθολογική χρήση των ενεργειακών πόρων, η εξοικονόμηση ενέργειας και η προστασία του περιβάλλοντος, με ιδιαίτερη έμφαση στην προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Στα πλαίσια αυτών των προσπαθειών, εντάσσονται και τα αποτελέσματα ερευνητικών δραστηριοτήτων του Τμήματος Μηχανολόγων-Μηχανικών του ΕΜΠ, που παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Το αφιέρωμα αυτό του ΠΥΡΦΟΡΟΥ, περιλαμβάνει ένα μικρό δείγμα των προσφάτων ερευνητικών δραστηριοτήτων των Τομέων Θερμότητας και Ρευστών, του Τμήματος Μηχανολόγων-Μηχανικών, σε θέματα που σχετίζονται με τις μεθόδους παραγωγής θερμικής ενέργειας - είτε με καύση συμβατικών ορυκτών καυσίμων, είτε από ανανεώσιμες πηγές-, μεθόδους και τεχνικές βελτιστοποίησης λειτουργίας θερμικών μηχανών και ανάπτυξης εργαλείων και μεθόδων, με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας σε θερμικές εγκαταστάσεις.

Τα άρθρα του αφιερώματος ταξινομήθηκαν σε πέντε θεματικές ενότητες. Οι δύο πρώτες ενότητες παρουσιάζουν σύγχρονες τεχνολογίες και μεθόδους που εφαρμόζονται σε συστήματα καύσης και σε θερμικές μηχανές, με σκοπό την βελτιστοποίηση της λειτουργίας και την εξοικονόμηση ενέργειας. Στη συνέχεια, μία ενότητα αφιερώνεται σε μεθόδους εξοικονόμησης ενέργειας σε κτήρια και μία σε «καθαρές» πηγές ενέργειας. Η πέμπτη ενότητα, με την οποία και ολοκληρώνεται το αφιέρωμα, παρουσιάζει ερευνητικές δραστηριότητες που έχουν άμεση σχέση με την βελτιστοποίηση ενεργειακών διεργασιών με χρήση σύγχρονων πειραματικών και υπολογιστικών εργαλείων έρευνας.

Στην πρώτη θεματική ενότητα παρουσιάζονται, κυρίως, θέματα που σχετίζονται με τη παραγωγή θερμικής / ηλεκτρικής ενέργειας και τεχνολογίες καύσης, που αφορούν στερεά καύσιμα και βιομάζα. Στο άρθρο με τίτλο «*Το έργο συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού του Ε.Μ.Π.*», παρουσιάζεται η εγκατάσταση του πειραματικού σταθμού ημι-βιομηχανικής κλίμακας για συμπαραγωγή ηλεκτρισμού - θερμότητας και ψύξης στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Η εγκατάσταση χρησιμοποιεί μηχανή εσωτερικής καύσης με λέβητα ανάκτησης θερμότητας ατμού και ψύκτη απορρόφησης. Σκοπός της εγκατάστασης είναι η κάλυψη εκπαιδευτικών και ερευνητικών δραστηριοτήτων του Ε.Μ.Π., τοπικών αναγκών θέρμανσης και κλιματισμού και μέρους των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια. Το έργο ολοκληρώθηκε στο τέλος του 2001 και αναμένεται η σύνδεση της Πολυτεχνειούπολης με τον αγωγό φυσικού αερίου της Ε.Π.Α, προκειμένου να αρχίσει δοκιμαστική λειτουργία.

Η εξέλιξη της τεχνολογίας για τις μονάδες παραγωγής ενέργειας, στοχεύει στην κατασκευή εγκαταστάσεων με υψηλότερο βαθμό απόδοσης, με μειωμένες τιμές εκπεμπόμενων ρύπων, με αυξημένη διαθεσιμότητα και μειωμένο κόστος λειτουργίας. Η εργασία «*Νέες ενεργειακές τεχνολογίες καύσης στερεών καυσίμων*», επικεντρώνεται στην εξέλιξη και βελτιστοποίηση συμβατικών κυ-

της  
Μαρίας Φούντη,  
αναπλ. καθηγήτριας  
Τμ. Μηχ/γων Μηχ/κών  
ΕΜΠ

κλωμάτων νερού-ατμού και την ανάπτυξη συστημάτων συνδυασμένου κύκλου αεριοστροβίλου-ατμοστροβίλου. Γίνεται συγκριτική μελέτη θερμικών κύκλων με ατμοπαραγωγό υπερκρίσιμων πιέσεων σε συμβατικό κύκλωμα, με ρευστοποιημένη κλίνη υπό πίεση σε συνδυασμένο κύκλο και αεριοποίηση γαιάνθρακα σε συνδυασμένο κύκλο.

Στο άρθρο «*Ενεργειακή αξιοποίηση παλαιάς και απορριπτόμενης ξυλείας*», παρουσιάζονται τα αποτελέσματα δοκιμών συνδυασμένης καύσης απορριπτόμενης ξυλείας και λιγνίτη σε ατμοπαραγωγό.

Στο άρθρο με τίτλο «*Σύγχρονες τεχνολογίες θερμικής αξιοποίησης RDF*» γίνεται σύντομη ανασκόπηση και αξιολόγηση των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται σήμερα - καύση σε εσχάρα, καύση σε ρευστοποιημένη κλίνη, αεριοποίηση και πυρόλυση - για την θερμική επεξεργασία του RDF (Refuse Derived Fuel), το οποίο είναι το καύσιμο κλάσμα των αστικών απορριμμάτων, αποτελούμενο κυρίως από χαρτί, πλαστικά, ξύλο και ύφασμα.

Η τελευταία εργασία της πρώτης ενότητας, με τίτλο «*Η πιστοποίηση-σήμανση "CE" λεβήτων ζεστού νερού & η συμβολή της στην εξοικονόμηση ενέργειας*», παρουσιάζει την σήμανση CE του συγκροτήματος Λέβητα - Καυστήρα και γίνεται αναφορά στις νέες διαδικασίες που ακολουθούνται κατά την πιστοποίηση των λεβήτων ζεστού νερού και στα σημεία διαφοροποίησής της, συγκρίνοντάς την με την προηγούμενη κατάσταση.

Στην δεύτερη ενότητα, η οποία εστιάζει σε «*Σύγχρονες τεχνολογίες θερμικών μηχανών*», παρουσιάζονται τρία άρθρα που αφορούν μεθόδους βελτιστοποίησης λειτουργίας για μηχανές ντίζελ και στροβιλομηχανές - αεριοστροβίλους. Στην εργασία «*Δυνατότητες μείωσης της ειδικής κατανάλωσης καυσίμου σε κινητήρες diesel*», παρουσιάζεται και γίνεται χρήση ενός μοντέλου προσομοίωσης, με σκοπό την διερεύνηση των δυνατοτήτων που υπάρχουν για την βελτίωση του βαθμού απόδοσης κινητήρων Ντίζελ. Είναι γνωστό ότι οι κινητήρες Ντίζελ, είναι οι πλέον αποδοτικές θερμικές μηχανές και για τον λόγο αυτό, χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις όπου απαιτούνται μεγάλες συγκεντρώσεις ισχύος, όπως σε

φορτηγά αυτοκίνητα, μέσα μαζικής μεταφοράς και άλλα βαρέα οχήματα.

Το άρθρο «*Σύγχρονες μέθοδοι για τη βέλτιστη σχεδίαση συνιστωσών μηχανών, με χρήση εξελικτικών μεθόδων, υπολογιστικής ευφύιας και τεχνητής ζωής*», παρουσιάζει μεθόδους βελτιστοποίησης αλγορίθμων και πολυεπεξεργασίας με χρήση υπολογιστικών εργαλείων. Οι εφαρμογές που παρουσιάζονται, εστιάζονται στον χώρο της αεροναυτικής και στροβιλομηχανών και μπορούν να οδηγήσουν στην ανάπτυξη νέων βελτιωμένων προϊόντων και στην προώθηση τεχνολογιών, με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας. Τέλος, το άρθρο «*Παρακολούθηση λειτουργίας και διαγνωστική για βέλτιστη εκμετάλλευση αεριοστροβίλων*», παρουσιάζει σύγχρονες μετρητικές τεχνικές για την παρακολούθηση και βελτίωση της λειτουργίας αεριοστροβίλων. Η συστηματική εφαρμογή των μεθόδων αυτών μπορεί να βελτιώσει τον σχεδιασμό, γενικότερα θερμικών μηχανών, και να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας.

Ερευνητικές δραστηριότητες του Τομέα Θερμότητας που σχετίζονται με την βελτιστοποίηση της ενεργειακής συμπεριφοράς καυρίων, παρουσιάζονται στην τρίτη θεματική ενότητα με τίτλο «*Εξοικονόμηση ενέργειας σε κτήρια*» και καλύπτονται από δύο άρθρα, τα οποία επικεντρώνονται σε σημαντικές πτυχές του προβλήματος, την «*Θερμική συμπεριφορά κτιρίων*» και τον «*Κλιματισμό με ψυχήματα ή θερμαινόμενα οικοδομικά στοιχεία*».

Η τέταρτη ενότητα, περιλαμβάνει τρία άρθρα που αναφέρονται σε «*καθαρές πηγές ενέργειας*», στις οποίες συμπεριλαμβάνονται και οι ανανεώσιμες πηγές (ηλιακή, αιολική, υδροπτώσεις, γεωθερμία κ.α.), τα αποθέματα των οποίων διαρκώς ανανεώνονται και η χρήση τους δεν επιβαρύνει το περιβάλλον. Τα τελευταία τριάντα χρόνια, ως συνέπεια της ενεργειακής κρίσης του 1973 και 1978, γίνονται συστηματικές προσπάθειες για την εξασφάλιση αερίων και υγρών καυσίμων, τα οποία εξαρτώνται από το δικτυω διανομής και είναι ιδεώδη ως προς την ενεργειακή τους πυκνότητα και την ικανότητά τους να αποθηκεύονται. Στο σχετικό άρθρο παρουσιάζεται το «*Υδρο-*

γόνο ως φορέας ενέργειας» και εξετάζονται οι δυνατότητες χρήσης του.

Το άρθρο «*Αιολική Ενέργεια: Οι Ελληνικές Ερευνητικές Επιδόσεις και η Τεχνολογική Προοπτική στην Ελλάδα*», παρουσιάζει σύντομη επισκόπηση της τρέχουσας τεχνολογίας στην περιοχή της αιολικής ενέργειας, με έμφαση στα σημαντικότερα από ελληνικής πλευράς ερευνητικά αποτελέσματα. Στο άρθρο «*Τα Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα (ΥΗΕ) στον Ελληνικό χώρο. Δυνατότητα και προοπτικές*», γίνεται ανασκόπηση της κατάστασης που επικρατεί στον Ελληνικό χώρο όσον αφορά μικρές υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις, σε διάφορα μέρη της Ελλάδας, προκειμένου να καλύψουν ενεργειακές ανάγκες των τοπικών ηλεκτρικών δικτύων. Σημειώνεται ότι η ανάπτυξη των μικρών υδροηλεκτρικών έργων στην Ελλάδα, υστερεί σημαντικά σε σύγκριση με τις άλλες Ευρωπαϊκές χώρες αν και το διαθέσιμο υδροδυναμικό δεν είναι αμελητέο και αναπτύσσονται οι λόγοι που οδήγησαν σε αυτή την υστέρηση ανάπτυξης..

Η τελευταία ενότητα, με θέμα «*ενεργειακές διεργασίες*», περιλαμβάνει δύο άρθρα που παρουσιάζουν σύγχρονες υπολογιστικές και πειραματικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την μελέτη φαινομένων ροής και καύσης σε ενεργειακά συστήματα. Στο άρθρο με τίτλο «*Η υπολογιστική ρευστομηχανική στις ενεργειακές διεργασίες*» παρουσιάζονται οι πρόσφατες επιστημονικές πρόοδοι του Εργαστηρίου Αεροδυναμικής του Τομέα Ρευστών στην υπολογιστική ρευστομηχανική, που αφορούν μεθοδολογίες αριθμητικής επίλυσης των εξισώσεων της ρευστομηχανικής, με εφαρμογές σε ενεργειακές διεργασίες. Τέλος, στο άρθρο «*Βελτιστοποίηση και εξοικονόμηση ενέργειας σε υφιστάμενα συστήματα καύσης με χρήση σύγχρονων ερευνητικών εργαλείων*», παρουσιάζονται αποτελέσματα ερευνητικών έργων, που εκπονούνται ή έχουν πρόσφατα ολοκληρωθεί στο Εργαστήριο Ετερογενών Μειγμάτων και Συστημάτων Καύσης, του Τομέα Θερμότητας και που αφορούν διεργασίες πολυφασικών μειγμάτων και καύσης.