

<b>Τίτλος μαθήματος</b>	Βασικές αρχές της Ενεργειακής Μηχανικής				
<b>Κωδικός Μαθήματος</b>	ΜΕΕ500				
<b>Τύπος μαθήματος</b>	Υποχρεωτικό				
<b>Επίπεδο</b>	Μάστερ (2ο επίπεδο)				
<b>Έτος / Εξάμηνο</b>	1ο έτος / Χειμερινό Εξάμηνο				
<b>Όνομα Διδάσκοντα</b>	Δρ Γεώργιος Καραγιώργης, Δρ Κατερίνα Μερέση				
<b>ECTS</b>	10	<b>Διαλέξεις / εβδομάδα</b>	3	<b>Εργαστήρια / εβδομάδα</b>	ΟΧΙ
<b>Σκοπός μαθήματος</b>	<p>Αυτή η ενότητα θα εφοδιάσει τους/τις φοιτητές/τριες με γνώσεις που αφορούν σημαντικές εφαρμογές συστημάτων ενεργειακής τεχνολογίας και με τις σχετικές μεθοδολογίες για την ανάλυση ενεργειακών συστημάτων, προκειμένου να εφαρμόσουν ενεργειακές αρχές σχετικές με τη θερμοδυναμική, την καύση, τις εκπομπές ρύπων, τη μεταφορά θερμότητας και τη ρευστομηχανική. Με την ολοκλήρωση αυτού του μαθήματος οι φοιτητές/τριες θα είναι σε θέση να περιγράψουν την εφαρμογή θεμελιώδων αρχών για την ανάλυση των ενεργειακών συστημάτων, να κατανοούν τους τύπους και τη λειτουργία των συστημάτων ενεργειακής τεχνολογίας σε βιομηχανικές και οικιακές εφαρμογές, καθώς και να επιλέγουν και να αξιολογούν την καταλληλότερη τεχνολογία για συγκεκριμένες ενεργειακές απαιτήσεις. Θα μπορούν επίσης να έχουν την ικανότητα ανάλυσης παραγόντων που επηρεάζουν την απόδοση των συστημάτων ενεργειακής τεχνολογίας, μέσω υπολογισμού θερμοδυναμικών δεδομένων, κατασκευής γραφημάτων θερμοδυναμικών κύκλων και ενεργειακού ισοζυγίου. Το μάθημα στοχεύει επίσης να δώσει στους/στις φοιτητές/τριες το απαιτούμενο υπόβαθρο για τον προσδιορισμό και την επιλογή μεθοδολογιών για την αξιολόγηση και το σχεδιασμό συστημάτων ενεργειακής τεχνολογίας και διαμόρφωσης βασικών εξαρτημάτων.</p>				
<b>Μαθησιακά αποτελέσματα</b>	<p>Με την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος, οι φοιτητές/τριες θα είναι σε θέση να:</p> <p><b>Γνώση</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ταξινομούν τους τύπους ροών που εμφανίζονται στα ενεργειακά συστήματα</li> <li>▪ Περιγράφουν τις φυσικές ιδιότητες των καθαρών ενώσεων και μειγμάτων</li> <li>▪ Περιγράφουν τους αεριοστρόβιλους, τους ατμοστρόβιλους και τους σταθμούς παραγωγής ενέργειας με συνδυασμένο κύκλο, καθώς και τα μέρη των υφιστάμενων συστημάτων παραγωγής ενέργειας</li> <li>▪ Καταγράφουν τις διαδικασίες ροής που λαμβάνουν χώρα σε αεριοστρόβιλους, ατμοστρόβιλους και σε εναλλάκτες θερμότητας σταθμών παραγωγής ενέργειας συνδυασμένου κύκλου</li> <li>▪ Περιγράφουν τη γεωμετρία και τη λειτουργία τετράχρονων και δίχρονων μηχανών εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ)</li> </ul>				

- Καταγράφουν τις διαδικασίες μεταφοράς θερμότητας και τα φαινόμενα μεταφοράς θερμότητας που λαμβάνουν χώρα σε εναλλάκτες θερμότητας για μηχανολογικές εφαρμογές

#### **Κατανόηση**

- Περιγράφουν και να προσδιορίζουν τα φαινόμενα μεταφοράς θερμότητας που λαμβάνουν μέρος σε ενεργειακά συστήματα
- Περιγράφουν τις θεμελιώδεις φυσικές και χημικές διεργασίες που χαρακτηρίζουν τους τρόπους καύσης
- Προσδιορίζουν τις πιο κοινές εκπομπές καυσαερίων που σχετίζονται με την καύση ορυκτών καυσίμων
- Κατανοούν τις κύριες ιδιότητες καυσίμων και να προσδιορίζουν κριτήρια για την επιλογή του κατάλληλου καυσίμου για μια συγκεκριμένη εφαρμογή
- Προσδιορίζουν τις πιο συνηθισμένες γεωμετρίες κλιβάνων και καυστήρων για εφαρμογές παραγωγής ενέργειας και βιομηχανικών διεργασιών
- Κατανοούν τα κύρια χαρακτηριστικά λειτουργίας και τα εξαρτήματα ενός υπερσύγχρονου σταθμού παραγωγής ενέργειας
- Προσδιορίζουν τις πιο συνηθισμένες γεωμετρίες λεβήτων / ατμογεννητριών
- Προσδιορίζουν τους κύριους ρύπους από μεγάλες εγκαταστάσεις καύσης και να περιγράφουν τις τελευταίες τεχνικές μείωσης εκπομπών
- Καταγράφουν τις διαδικασίες ροής που λαμβάνουν χώρα σε στροβιλομηχανές για μηχανικές εφαρμογές
- Εξηγούν τις διαφορές στις γεωμετρικές παραμέτρους και τη λειτουργία των κινητήρων ανάφλεξης με σπινθήρα (SI) και ανάφλεξης με συμπίεση (CI)
- Περιγράφουν τις παραμέτρους απόδοσης κινητήρων και να υπολογίζουν τα χαρακτηριστικά απόδοσης τους. Να εξηγούν τους παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση ενός κινητήρα και να χρησιμοποιούν γραφήματα απόδοσης κινητήρα

#### **Εφαρμογή**

- Χρησιμοποιούν τις εξισώσεις διατήρησης μάζας, ορμής και ενέργειας για την ανάλυση της ροής ρευστού και της μεταφοράς θερμότητας
- Εφαρμόζουν την εξίσωση σταθερής ροής ενέργειας και τον πρώτο και δεύτερο νόμο της θερμοδυναμικής
- Υπολογίζουν τη ροή θερμότητας και να εφαρμόζουν το ενεργειακό ισοζύγιο χρησιμοποιώντας τον όγκο ελέγχου του συστήματος
- Χρησιμοποιούν τη μεθοδολογία θερμοδυναμικής για την ανάλυση ροής ρευστών και μεταφοράς θερμότητας και τον υπολογισμό της θερμικής απόδοσης του συστήματος
- Καθορίζουν την ογκομετρική απόδοση ενός κινητήρα και να προσδιορίζουν πώς επηρεάζεται από τεχνικές και λειτουργικές παραμέτρους

#### **Ανάλυση**

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Χρησιμοποιούν ρεαλιστικές παραδοχές για την επιλογή μεθοδολογίας για την ανάλυση ροών ρευστών και μεταφοράς θερμότητας σε εναλλάκτες θερμότητας</li> <li>▪ Αναλύουν τη λειτουργία στροβιλομηχανών χρησιμοποιώντας την κατάλληλη μεθοδολογία προκειμένου να εκτιμηθεί η επίδραση της στροβιλομηχανής στην απόδοση και τη λειτουργία του ενεργειακού συστήματος</li> <li>▪ Χρησιμοποιούν ρεαλιστικές παραδοχές για την επιλογή μεθοδολογίας για την ανάλυση ροών ρευστών σε στροβιλομηχανές</li> <li>▪ Αναλύουν τη λειτουργία αεριοστροβίλων, ατμοστροβίλων και σταθμών παραγωγής ενέργειας συνδυασμένου κύκλου, χρησιμοποιώντας την κατάλληλη μεθοδολογία προκειμένου να εκτιμούν και να συγκρίνουν τη θερμική τους απόδοση</li> <li>▪ Προσδιορίζουν τις απαιτήσεις για τα βασικά μέρη των αεριοστροβίλων, των ατμοστροβίλων και των μονάδων παραγωγής ενέργειας συνδυασμένου κύκλου</li> </ul> <p><b>Σύνθεση</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Αναλύουν τους εναλλάκτες θερμότητας, χρησιμοποιώντας την κατάλληλη μεθοδολογία για να εκτιμήσουν την επίδραση τους στην απόδοση και τη λειτουργία ενός ενεργειακού συστήματος</li> <li>▪ Κατανοούν την ορολογία της επιστήμης της καύσης</li> <li>▪ Εκτελούν απλούς θερμοχημικούς υπολογισμούς των συστημάτων αντίδρασης</li> <li>▪ Εκτελούν απλούς υπολογισμούς απόδοσης καυστήρων και λεβήτων</li> </ul> <p><b>Αξιολόγηση</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Περιγράφουν τις εφαρμογές αεριοστροβίλων, ατμοστροβίλων και μονάδων παραγωγής ενέργειας συνδυασμένου κύκλου και να εντοπίζουν και να επιλέγουν τον κατάλληλο τύπο συστήματος για παραγωγή ενέργειας</li> <li>▪ Περιγράφουν τους τύπους εναλλακτών θερμότητας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε υφιστάμενο ενεργειακό σύστημα</li> <li>▪ Περιγράφουν τις εφαρμογές εναλλακτών θερμότητας και να εντοπίζουν και να επιλέγουν τον κατάλληλο τύπο για συγκεκριμένο ενεργειακό σύστημα</li> <li>▪ Περιγράφουν τους τύπους στροβιλοκινητήρων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε υφιστάμενο ενεργειακό σύστημα</li> <li>▪ Περιγράφουν τις εφαρμογές στροβιλομηχανών και να εντοπίζουν και να επιλέγουν τον κατάλληλο τύπο για συγκεκριμένο ενεργειακό σύστημα</li> </ul>		
<b>Προαπαιτούμενα</b>	Κανένα	<b>Βασικές προϋποθέσεις</b>	Καμία

**Περιεχόμενο  
μαθήματος**

Το περιεχόμενο του μαθήματος περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

**1. Εισαγωγικές πτυχές για συστήματα ενεργειακής τεχνολογίας**

- Αρχές μηχανικής ρευστών, θερμοδυναμικής, καύσης και εκπομπών / ρύπανσης και μεταφοράς θερμότητας.
- Καύσιμα (βαρύ μαζούτ, φυσικό αέριο, ντίζελ και βενζίνη), χημική σύνθεση και ενεργειακή περιεκτικότητα.
- Εναλλακτικές πηγές ενέργειας και εφαρμογών.

**2. Φούρνοι, λέβητες και ατμογεννήτριες**

- Χρήση τύπου καυσίμου, χαρακτηριστικά μεταφοράς θερμότητας και παραγόμενες εκπομπές.
- Τεχνικά χαρακτηριστικά, πτυχές σχεδιασμού, μέγεθος και απόδοση.
- Τύποι και εφαρμογές καυστήρων φυσικού αερίου καυσίμου, υγρού καυσίμου και στερεού καυσίμου.
- Τύποι βιομηχανικών κλιβάνων για μεγάλες διεργασίες (τσιμέντο) και συστήματα θέρμανσης / διύλισης.
- Τύποι, λειτουργία και απόδοση λεβήτων και γεννητριών ατμού.

**3. Εναλλάκτες θερμότητας**

- Τύποι και εφαρμογές εναλλάκτη θερμότητας.
- Φαινόμενα μεταφοράς θερμότητας και ανάλυση εναλλάκτη θερμότητας.

**4. Στροβιλομηχανές**

- Καμπύλες απόδοσης και ανάλυση στροβιλομηχανών.
- Σχεδιαστικές πτυχές στροβιλομηχανών.
- Τύποι, λειτουργία και εφαρμογές ανεμιστήρων και στροβιλομηχανών.
- Τύποι, λειτουργία και εφαρμογές συμπιεστών.
- Τύποι, λειτουργία και εφαρμογές αντλιών.

**5. Αεριοστρόβιλοι, ατμοστρόβιλοι και εγκαταστάσεις συνδυασμένου κύκλου**

- Τύποι, εξαρτήματα και λειτουργία αεριοστροβίλων.
- Βασικές διεργασίες σε αεριοστροβίλους (χαρακτηριστικά ατμοσφαιρικού αέρα, συμπίεση, καύση και διαστολή).
- Ανάλυση απόδοσης αεριοστροβίλων, χρησιμοποιώντας απλή ανάλυση αεριοστροβίλου ανοικτού κυκλώματος.
- Τύποι, εξαρτήματα και λειτουργία ατμοστροβίλων.
- Βασικές διαδικασίες σε ατμοστρόβιλους (καύση, μεταφορά θερμότητας, παραγωγή ατμού, διαστολή και συμπύκνωση).
- Ανάλυση απόδοσης ατμοστροβίλων, χρησιμοποιώντας απλή ανάλυση της μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ατμοστροβίλων.
- Τύποι, εξαρτήματα και λειτουργία μονάδων παραγωγής ενέργειας συνδυασμένου κύκλου.
- Βασικές διεργασίες στους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής συνδυασμένου κύκλου.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ανάλυση απόδοσης μονάδας συνδυασμένου κύκλου με χρήση στροβίλου αερίου ανοικτού κυκλώματος, εναλλάκτη θερμότητας που διασυνδέεται και αμοστρόβιλου υπερθέρμανσης.</li> </ul> <p><b>6. Μηχανές Εσωτερικής Καύσης</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Τύποι κινητήρα, συντελεστές απόδοσης και εκφράσεις για ενδεικτική ισχύ, ισχύ φρένων, ροπή, ειδική κατανάλωση καυσίμου κ.λπ.</li> <li>- MEK Spark-ignition (Otto): δίχρονος, τετράχρονος, ιδανικός κύκλος αέρα, πραγματικός κύκλος, σύστημα επαγωγής, συστήματα ψεκασμού καυσίμου, ροή αερίου, προετοιμασία μείγματος αέρα / καυσίμου, ανάφλεξη, καύση, χτύπημα, σχηματισμός εκπομπών (HC, NOx, CO).</li> <li>- MEK ανάφλεξης με συμπίεση (Diesel): δίχρονος, τετράχρονος, ιδανικός κύκλος αέρα, πραγματικός κύκλος, σύστημα επαγωγής, συστήματα ψεκασμού καυσίμου, έγχυση καυσίμου, στροβιλισμός / ροή αερίου, προετοιμασία μείγματος αέρα / καυσίμου, καθυστέρηση ανάφλεξης, φάσεις καύσης, χτύπημα, σχηματισμός εκπομπών (καπνός, NOx).</li> <li>- Σύγχρονες MEK: άμεσος ψεκασμός βενζίνης (GDI), στρωματοποιημένοι κινητήρες φόρτισης, υπερσυμπίεση και ενδιάμεση ψύξη, ομοιογενείς κινητήρες ανάφλεξης συμπίεσης φορτίου (HCCI), σύστημα έγχυσης υψηλής πίεσης common-rail, υβριδικοί κινητήρες.</li> </ul> <p><b>7. Ηλεκτρικές Μηχανές</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Θεμελιώδεις αρχές του ηλεκτρομαγνητισμού.</li> <li>- Ηλεκτρομηχανική μετατροπή ισχύος, ανάπτυξη ροπής και τάσης.</li> <li>- Γεννήτριες, κινητήρες και φορτία.</li> <li>- Χαρακτηριστικά ταχύτητας ροπής, βασικές εξισώσεις, χαρακτηριστικές καμπύλες, ροή ισχύος, απόδοση και απώλειες σε ηλεκτρικά μηχανήματα.</li> <li>- Τύποι και εφαρμογές κινητήρων και γεννητριών.</li> </ul> <p><b>8. Άλλες πτυχές των συστημάτων ενεργειακής τεχνολογίας</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Τύποι και εφαρμογές συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας (συσσωρευτές, πυκνωτές, αποθήκευση θερμότητας, σφόνδυλοι).</li> <li>- Μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας, θερμομόνωση, σύνθετες κατασκευές, πάχος μόνωσης και υπολογισμοί συντελεστών μεταφοράς θερμότητας.</li> </ul>
<p><b>Μεθοδολογία διδασκαλίας</b></p>	<p>Για σκοπούς παράδοσης του μαθήματος θα χρησιμοποιηθούν τα πιο κάτω μέσα:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Διαλέξεις</li> <li>(2) Παρουσιάσεις με σημειώσεις: Παρουσιάσεις σε μορφή PowerPoint με επεξηγηματικές σημειώσεις για καλύτερη παρουσίαση του περιεχομένου και βελτίωση του βαθμού κατανόησης του φοιτητή.</li> <li>(3) Σημειώσεις διδάσκοντα</li> <li>(4) Εργασίες κατά τη διάρκεια του εξαμήνου</li> <li>(5) Τελική εξέταση</li> </ol>

<b>Βιβλιογραφία</b>	<p><b>Εγχειρίδιο</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Breeze, P. "Power Generation Technologies". Elsevier, 2005.</li> </ul> <p><b>Βιβλιογραφικές αναφορές</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. F.P. Incropera and D.P. DeWitt. "Fundamentals of Heat and Mass Transfer". John Wiley &amp; Sons, 5th Edition, 2002.</li> <li>2. John B. Heywood. "Internal Combustion Engine Fundamentals". McGraw Hill Education, 1989.</li> <li>3. Rolf Kehlhofer, Rolf Bachmann, Henrik Nielsen, "Combined Cycle Gas &amp; Steam Turbine Power Plants". PennWell Corp. Publishers, 3<sup>rd</sup> edition, 2009.</li> <li>4. H. I. H. Saravanamuttoo, G. F. C. Rogers, Henry Cohen. "Gas Turbine Theory". Prentice Hall, 5<sup>th</sup> edition, 2001.</li> <li>5. Moran, M. J. and Shapiro, H. W. "Fundamentals of Engineering Thermodynamics". 6<sup>th</sup> Edition, John Wiley and Sons. 2008.</li> <li>6. Poullikkas, A. "Introduction to power generation technologies". Nova Science Publications. 2010.</li> <li>7. R. I. Lewis. "Turbomachinery Performance Analysis". John Wiley &amp; Sons Inc., 1996</li> <li>8. Stephen J. Chapman. "Electric Machinery and Power System Fundamentals". McGraw-Hill Education – Europe, 2001</li> <li>9. Theodore Wildi. "Electrical Machines, Drives and Power Systems". Pearson Higher Education, 2005</li> </ol> <p>Η πλήρης αναφορά της βιβλιογραφίας παρέχεται στον οδηγό μελέτης του μαθήματος.</p>
<b>Αξιολόγηση</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Βαθμολογούμενες εκπαιδευτικές δραστηριότητες (20%)</li> <li>▪ Ενδιάμεσες Εξετάσεις (20%)</li> <li>▪ Τελικές Εξετάσεις (60%)</li> </ul>
<b>Γλώσσα</b>	Αγγλικά & Ελληνικά