

## Υβριδικά Συστήματα Στροβιλομηχανών Παραγωγής Ενέργειας

### 1. ΓΕΝΙΚΑ

|                                           |                                                                                           |                                |                    |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| ΣΧΟΛΗ                                     | Μηχανικών                                                                                 |                                |                    |
| ΤΜΗΜΑ                                     | Μηχανολόγων Μηχανικών                                                                     |                                |                    |
| ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ                           | Προπτυχιακό                                                                               |                                |                    |
| ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ                         |                                                                                           | ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ                | 8 <sup>ο</sup>     |
| ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ                          | Υβριδικά Συστήματα Στροβιλομηχανών παραγωγής Ενέργειας                                    |                                |                    |
| ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ      |                                                                                           | ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙ ΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ | ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ |
| Θεωρητικές διαλέξεις                      |                                                                                           | 3                              | 4                  |
| Ασκήσεις πράξης                           |                                                                                           | 2                              | 2                  |
| Εργαστηριακές ασκήσεις                    |                                                                                           | -                              |                    |
|                                           |                                                                                           | 5                              | 6                  |
| ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ                           | Εμβάθυνσης / Εμπέδωσης γνώσεων ειδικότητας                                                |                                |                    |
| ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:                  |                                                                                           |                                |                    |
| ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:         | Ελληνική                                                                                  |                                |                    |
| ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS | Όχι                                                                                       |                                |                    |
| ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL)        | <a href="https://eclass.hmu.gr/courses/MECH210">https://eclass.hmu.gr/courses/MECH210</a> |                                |                    |

### 1. ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

|                        |
|------------------------|
| Μαθησιακά Αποτελέσματα |
|------------------------|

Σκοπός του μαθήματος είναι η πρώτη επαφή και εξοικείωση των φοιτητών με τις γενικές αρχές λειτουργίας, ιδιαιτερότητες, πλεονεκτήματα, εφαρμογές και βασικές σχέσεις υπολογισμού Ατμοστροβίλων και Ατμολεβήτων ως βασικής διάταξης για την παραγωγή ενέργειας όπως και τον συνδυασμό αυτών και άλλου τύπου αεριοστροβίλων (λειτουργίας πετρελαίου και φυσικού αερίου).

Με την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος ο φοιτητής/τρια θα είναι σε θέση να:

- Υπολογίζει το μέγεθος λεβήτων και των επί μέρους στοιχείων τους, συνολικού βαθμού απόδοσης της εγκατάστασης του λέβητα, καθώς και βαθμού απόδοσης των επί μέρους στοιχείων της εγκατάστασης.
- Μπορεί να επιλέγει το τύπο του λέβητα παραγωγής ατμού και θέρμανσης νερού, ανάλογα με την επιθυμητή εργασία για την οποία προορίζεται ο λέβητας.
- Κατανοούν τον τρόπο λειτουργίας των καυστήρων για τα στερεά, υγρά και αέρια καύσιμα.
- Επιλέγουν κατάλληλο καυστήρα ανάλογα με την εφαρμογή και να εφαρμόζουν την μεθοδολογία για τη ρύθμιση του.
- Επιλέγουν την κατάλληλα συνδυασμένη διάταξη στροβιλομηχανών για την βέλτιστη παραγωγή ενέργειας.

### Γενικές Ικανότητες

- Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών, με τη χρήση και των απαραίτητων τεχνολογιών
- Προσαρμογή σε νέες καταστάσεις
- Αυτόνομη εργασία
- Ομαδική εργασία
- Εργασία σε διεπιστημονικό περιβάλλον
- Παραγωγή νέων ερευνητικών ιδεών
- Σεβασμό στο φυσικό περιβάλλον

## 2. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

### Το μάθημα πραγματεύεται με τις ακόλουθες έννοιες:

- Κατανόηση λεβήτων και στροβίλων γενικά.
- Γνωριμία με τις αρχές λειτουργίας και τα διαθέσιμα είδη λεβήτων.
- Υπολογισμός μεγέθους λεβήτων και των επί μέρους στοιχείων τους, συνολικού βαθμού απόδοσης της εγκατάστασης του λέβητα, καθώς και βαθμού απόδοσης των επί μέρους στοιχείων της εγκατάστασης.
- Εκλογή τύπου λέβητα παραγωγής ατμού και θέρμανσης νερού, ανάλογα με την επιθυμητή εργασία για την οποία προορίζεται ο λέβητας.
- Ιδιότητες και ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των καυσίμων.
- Κατανόηση τρόπου λειτουργίας των καυστήρων για τα στερεά, υγρά και αέρια καύσιμα.
- Επιλογή κατάλληλου καυστήρα ανάλογα με την εφαρμογή και περιγραφή μεθοδολογίας ρύθμισης καυστήρων.
- Υπολογισμός στοιχείων της καύσης των αερίων, υγρών και στερεών καυσίμων και στοιχειομετρική ανάλυση των καυσαερίων.
- Περιγραφή διαδικασίας παραγωγής ατμού και κατάταξη λέβητων ατμού με βάση διάφορα κριτήρια, όπως το μέγεθος υδροθαλάμου, τον τρόπο κυκλοφορίας του εργαζόμενου μέσου, τον αριθμό διαδρομών καυσαερίων, τη διάταξη των καυστήρων και τη θέση της εγκατάστασης.

- Υπολογισμός βαθμού απόδοσης των ατμολεβήτων και των παραμέτρων αποδοτικότητάς τους (εξατμιστική ικανότητα, ειδική ατμοποίηση και συντελεστές φόρτισης).
- Υπολογισμός μεγέθους και απόδοσης των υπερθερμαντήρων ατμού.
- Υπολογισμός μεγέθους και απόδοσης των προθερμαντήρων τροφοδοτικού νερού.
- Υπολογισμός μεγέθους και απόδοσης των προθερμαντήρων του αέρα καύσης.
- Γνωριμία με τη μεθοδολογία κατασκευής λεβήτων (υγρού και ατμού).

## **Το περιεχόμενο του μαθήματος χωρίζεται στις ακόλουθες θεματικές ενότητες:**

### **Ατμοστρόβιλοι**

#### **Διαδικασίες παραγωγής ατμού:**

- Κατάταξη ατμολεβήτων (βάσει μεγέθους υδροθαλάμου, βάσει τρόπου κυκλοφορίας του εργαζόμενου μέσου, βάσει αριθμού διαδρομών καυσαερίων, βάσει διάταξης καυστήρων, βάσει θέσης εγκατάστασης).
- Τύποι ατμολεβήτων (κυλινδρικοί ατμολέβητες ή ατμολέβητες με μεγάλο υδροθάλαμο, υδραυλωτοί ατμολέβητες ή λέβητες με μικρό υδροθάλαμο).
- Βαθμός απόδοσης ατμολέβητα (απώλειες εστίας, απώλειες καυσαερίων, απώλειες τέφρας, λοιπές απώλειες).
- Στοιχεία κατασκευής λεβήτων και λεβήτων ατμού.

#### **Υπερθερμαντήρες - Αναθερμαντήρες Ατμού**

- Τύποι υπερθερμαντήρων και αναθερμαντήρων (ακτινοβολίας, επαφής).
- Ρύθμιση θερμοκρασίας υπερθέρμανσης και αναθέρμανσης.
- Υπολογισμός υπερθερμαντήρων και αναθερμαντήρων (υπολογισμός επιφάνειας συναλλαγής θερμότητας, υπολογισμός ροής καυσαερίων, υπολογισμός βαθμού απόδοσης).
- Στοιχεία κατασκευής υπερθερμαντήρων και αναθερμαντήρων.

### **Ατμοστρόβιλοι**

- Τύποι στροβίλων.
- Τρίγωνα ταχυτήτων.
- Συμπεριφορά στροβίλων στο πλήρες και μερικό φορτίο.
- Κύριος εξοπλισμός ατμοστροβίλων.

#### **Προθερμαντήρες τροφοδοτικού νερού**

- Τύποι προθερμαντήρων τροφοδοτικού νερού (οικονομητήρες, ανάμιξης, επαφής).
- Υπολογισμός προθερμαντήρων τροφοδοτικού νερού (υπολογισμός επιφάνειας συναλλαγής θερμότητας, υπολογισμός ροής καυσαερίων, υπολογισμός βαθμού απόδοσης).
- Στοιχεία κατασκευής προθερμαντήρων τροφοδοτικού νερού.

#### **Προθερμαντήρες αέρα καύσης**

- Τύποι προθερμαντήρων αέρα καύσης (οικονομητήρες, ανάμιξης, επαφής).
- Υπολογισμός προθερμαντήρων αέρα καύσης (υπολογισμός επιφάνειας συναλλαγής θερμότητας, υπολογισμός ροής καυσαερίων, υπολογισμός βαθμού απόδοσης).
- Στοιχεία κατασκευής προθερμαντήρων αέρα καύσης.

#### **Πύργοι ψύξης και συμπυκνωτές**

- Τύποι Πύργων Ψύξης (Υγροί, Ξηροί).

- Σημασία του Συμπυκνωτή.

#### Διατάξεις Παραγωγής Ενέργειας

- Σχεδιασμός υβριδικών διατάξεων Στροβιλομηχανών συμβατικών καυσίμων (Αεριοστρόβιλοι/Ατμοστρόβιλοι)
- Υβριδική διάταξη Αεριοστροβίλων-Ατμοστροβίλων/ΑΠΕ

**Ασκήσεις εφαρμογής υπολογισμών παρέχονται σε όλα τα ανωτέρω θέματα.**

**Στα πλαίσια των Ασκήσεων Πράξης περιλαμβάνονται τα ακόλουθα αντικείμενα:**

- Προσδιορισμός Βαθμού απόδοσης Λέβητα με άμεση και έμμεση μέθοδο.
- Προσδιορισμός Βαθμού απόδοσης Στροβίλου.
- Προσδιορισμός Βαθμού απόδοσης Ατμοηλεκτρικού Σταθμού.
- Ανάλυση καυσαερίων και υπολογισμός της περισσειας αέρα καύσης (εύρεση CO<sub>2</sub>, μέτρηση παροχής μάζας καυσαερίων, μέτρηση παροχής αέρα καύσης).
- Προσδιορισμός ελκυσμού λέβητα.
- Προσδιορισμός της ποιότητας καυσαερίων και των αποβαλλόμενων με αυτά ποσοτήτων θερμότητας.
- Διαδικασία ελέγχου καυστήρων, μετρήσεις, προσδιορισμός μεγεθών.
- Εναλλάκτες θερμότητας. Προσδιορισμός συναλασσομένων ποσοτήτων θερμότητας σε εναλλάκτες ομορροής και αντιρροής. Προσδιορισμός της συμμετοχής της μόνωσης στην μεταβολή της απόδοσής τους.
- Μέτρηση θερμοκρασιών σε διάφορα σημεία ατμολέβητα (είσοδος τροφοδοτικού νερού, έξοδος ζεστού νερού, έξοδος καυσαερίων, είσοδος αέρα καύσης).
- Θεωρητικός υπολογισμός του λέβητα, με βάση τα χαρακτηριστικά στοιχεία του κατασκευαστή του λέβητα (επιφάνεια συναλλαγής θερμότητας, συντελεστή μεταβίβασης θερμότητας) και με βάση τις θερμοκρασίες της εστίας και της ροής καυσαερίων.
- Σχεδιασμός υβριδικών διατάξεων Στροβιλομηχανών συμβατικών καυσίμων (Αεριοστρόβιλοι/Ατμοστρόβιλοι) και Στροβιλομηχανών/ΑΠΕ
- Βαθμός απόδοσης Υβριδικής διάταξης Αεριοστροβίλων συμβατικών καυσίμων.
- Βαθμός απόδοσης Υβριδικής διάταξης Αεριοστροβίλων συμβατικών καυσίμων/ΑΠΕ
- Σύγκριση βαθμών απόδοσης, επιλογή βέλτιστης λύσης ανάλογα με τις ανάγκες.

### 3. ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

|                                                       |                                                                                                                                                                                                                                         |                                 |  |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--|
| <b>ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ</b>                               | Πρόσωπο με πρόσωπο                                                                                                                                                                                                                      |                                 |  |
| <b>ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Χρήση Τ.Π.Ε. στη διδασκαλία</li> <li>▪ Χρήση Τ.Π.Ε. στην εργαστηριακή εκπαίδευση</li> <li>▪ Χρήση Τ.Π.Ε. στην επικοινωνία με τους φοιτητές μέσω της ηλεκτρονικής πλατφόρμας e-class</li> </ul> |                                 |  |
| <b>ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ</b>                           | <i>Δραστηριότητα</i>                                                                                                                                                                                                                    | <i>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</i> |  |
|                                                       | Διαλέξεις                                                                                                                                                                                                                               | 52                              |  |
|                                                       | Εργαστηριακή Άσκηση                                                                                                                                                                                                                     |                                 |  |

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |  |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--|
|                            | Αυτοτελής μελέτη                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 52         |  |
|                            | Ομαδική εργασία Θεωρίας                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 40         |  |
|                            | Ομαδική εργασία Εργαστηρίου                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |  |
|                            | Εβδομαδιαίες ασκήσεις για το σπίτι                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 36         |  |
|                            | <b>Σύνολο Μαθήματος</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>180</b> |  |
| <b>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ</b> | <p>Γλώσσα Αξιολόγησης: Ελληνική</p> <p>Μέθοδοι αξιολόγησης:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Γραπτή τελική εξέταση (40%)<ul style="list-style-type: none"><li>• με επίλυση προβλημάτων</li><li>• με ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής</li></ul></li><li>2. Ομαδική εργασία θεωρίας (αναφορά και προφορική εξέταση) (20%)</li><li>3. Ομαδική εργασία εργαστηρίου (αναφορά και προφορική εξέταση) (20%)</li><li>4. Εβδομαδιαίες ασκήσεις για το σπίτι (20%)</li></ol> <p>Τα κριτήρια αξιολόγησης ανακοινώνονται στους φοιτητές κατά την έναρξη του εξαμήνου και βρίσκονται αναρτημένα στην ιστοσελίδα του μαθήματος στο eClass.</p> |            |  |

#### 4. ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>-Προτεινόμενη Βιβλιογραφία :</p> <p>Ατμολέβητες</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ατμοπαραγωγοί Ι, Συγγραφέας Παπαγεωργίου Ν., Εκδόσεις Συμεών</li> <li>• Ατμοπαραγωγοί ΙΙ Εμβάθυνση, Συγγραφέας Παπαγεωργίου Ν., Εκδόσεις Συμεών</li> </ul> <p>Ατμοστρόβιλοι</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ ΠΟΛΥΖΑΚΗΣ, Λειτουργία αεριοστροβίλων και παραγωγή ενέργειας - προώθηση, Εκδόσεις POWER HEAT COOL 2012</li> <li>• H. COHEN – G.F.C. ROGERS – H.I.H. SARAVANAMUTTOO, Gas turbine theory, Εκδόσεις LOGMAN 1972</li> <li>• ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΠΑΠΑΝΙΚΑΣ, Ρευστοδυναμικές Μηχανές, Εκδόσεις MEDIA GURU 2012</li> <li>• Γ.Φ. ΔΑΝΙΗΛ – Κ.Η. ΜΙΜΗΚΟΠΟΥΛΟΣ, Ατμομηχανές, Εκδόσεις ΙΔΡΥΜΑ ΕΤΓΕΝΙΔΟΥ 2004</li> <li>• Θ.Ι. ΤΣΙΡΙΚΟΓΛΟΥ, Ρευστοδυναμικές Μηχανές,</li> <li>• Applied Thermodynamics, Third Edition , Onkar Singh, NEW AGE INTERNATIONAL PUBLISHERS</li> </ul> <p>-Συναφή επιστημονικά περιοδικά:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dipak Sarkar, “Thermal Power Plant, 1st Edition”, Elsevier, Paperback ISBN: 9780128015759 eBook ISBN: 9780128017555, 2015</li> <li>• Energy Journal, Elsevier</li> </ul> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

