



**ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

Σχεδιασμός και Λειτουργία Συστημάτων ΑΠΕ

ΔΙΑΛΕΞΗ 00: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Δρ. Τριανταφυλλιά Νικολάου

Α. Γενικά στοιχεία μαθήματος

Α.	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ
Εξάμηνο	ΣΤ
Επίπεδο	[ΕΥ] Επιλογής Υποχρεωτικό Μάθημα
Κατηγορία	[ΜΕΥ] Μάθημα Ειδικού Υποβάθρου
Διδακτ. Μονάδες	ECTS = 6
Θεωρία (Θ)	3 ώρες/εβδομάδα
Ασκήσεις Πράξης (ΑΠ)	2 ώρες/εβδομάδα
Φόρτος Εργασίας	11 ώρες/ εβδομάδα
Διδάσκων	Δρ. Τριανταφυλλιά Νικολάου
Γλώσσα	Ελληνική και Αγγλική στην περίπτωση φοιτητών ERASMUS

B. Συνοπτική περιγραφή μαθήματος

Θα καλυφθούν τα θέματα:

- Εισαγωγή στην Ενεργειακή Οικονομία.
- Νομοθεσία, αδειοδοτική διαδικασία και τιμολόγηση έργων ΑΠΕ στην Ελλάδα.
- Οικονομοτεχνική ανάλυση και αξιολόγηση επενδύσεων ΑΠΕ.
- Παραγωγή ενέργειας από αιολικά συστήματα.
- Τεχνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά αιολικών συστημάτων.
- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Φωτοβολταϊκά (Φ/Β) Συστήματα
- Κατηγορίες Φ/Β συστημάτων, τεχνικά, οικονομικά, περιβαλλοντικά δεδομένα.
- Τεχνολογίες παρακολούθησης, διαχείρισης και ελέγχου Φ/Β συστημάτων.
- Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα (ΜΥΗΕ).
- Παραγωγή ενέργειας από βιομάζα.
- Υβριδικά Συστήματα Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας.
- Ενσωμάτωση συστημάτων ΑΠΕ στο δομημένο περιβάλλον.
- Συστήματα – τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας από ΑΠΕ.

Γ. Στόχοι μαθήματος

- Κατανόηση των βασικών αρχών ενεργειακής οικονομίας και οικονομοτεχνικής ανάλυσης έργων ΑΠΕ και αξιολόγηση επενδύσεων.
- Κατανόηση σε βάθος και γνώση των βασικών αρχών λειτουργίας των συστημάτων αξιοποίησης των ΑΠΕ (αιολικά, φωτοβολταϊκά, υδροηλεκτρικά, βιοκαύσιμα και γεωθερμικά συστήματα).
- Ικανότητα υπολογισμού του διαθέσιμου δυναμικού ΑΠΕ, της παραγόμενης ενέργειας και των δεικτών/συντελεστών απόδοσης για το κάθε σύστημα.
- Γνώση της τεχνολογία των ανεμογεννητριών, τρόπους βελτίωσης της αποδοτικότητας και μείωσης του κόστους και εξοικείωση με τις νέες τεχνολογίες.
- Δυνατότητα εκπόνησης μελέτης σχεδιασμού και οικονομοτεχνικής μελέτης για εγκαταστάσεις ΑΠΕ.
- Κατανόηση και γνώση των συστημάτων ΑΠΕ που ενσωματώνονται στο δομημένο περιβάλλον, εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια με χρήση ΑΠΕ.
- Κατανόηση και γνώση των συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης κτιρίων και των Κτιρίων Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης.
- Γνώση των συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας.
- Σύνδεση της θεωρίας με τα πραγματικά ζητήματα της σύγχρονης αγοράς των ΑΠΕ.

1η Διάλεξη

Εισαγωγή στην Ενεργειακή Οικονομία

- Βασικές έννοιες ενέργειας - σύνθεση παραγωγής και καταναλωτών
- Εξωτερικό και εσωτερικό κόστος παραγωγής ενέργειας.
- Ακαθάριστο εθνικό προϊόν και κατανάλωση ενέργειας.
- Ενεργειακό ισοζύγιο.
- Οριακή Τιμή Συστήματος (ΟΤΣ)
- Καμπύλες ζήτησης - φορτίου.
- Βασικές αρχές ενεργειακών συστημάτων
- Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας
- Η επενδυτική διάσταση των ενεργειακών συστημάτων - σχεδιασμός, χρηματοδότηση, υλοποίηση.

Ασκήσεις - εφαρμογές

ΔΟΜΗ ΔΙΑΛΕΞΕΩΝ

2^η Διάλεξη

Νομοθεσία, αδειοδοτική διαδικασία και τιμολόγηση έργων ΑΠΕ στην Ελλάδα.

- Νομοθετικό πλαίσιο – αδειοδότηση έργων ΑΠΕ.
- Τιμολογιακή πολιτική έργων ΑΠΕ, Οριακή Τιμή Συστήματος ΟΤΣ
- Το σύστημα του ενεργειακού συμψηφισμού (net metering).

Οικονομοτεχνική ανάλυση και αξιολόγηση επενδύσεων ΑΠΕ

- Βήματα αξιολόγησης της προεπενδυτικής φάσης μελέτης έργων ΑΠΕ.
- Οικονομικά στοιχεία και αξιολόγηση επενδύσεων ΑΠΕ
- Κριτήρια αξιολόγησης της οικονομικής αποδοτικότητας επενδύσεων:
 - Η καθαρή παρούσα αξία επένδυσης, (Net Present Value, NPV)
 - Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (ΕΒΑή Internal Rate of Return IRR)
 - Ο λόγος οφέλους κόστους (Benefit to Cost Ratio –BCR),
 - Η έντοκη περίοδος αποπληρωμής, (DPB-Discount Payback Period)

Μέθοδοι υπολογισμού εξοικονόμησης εκπομπών CO₂ έργων ΑΠΕ (περιβαλλοντικό αποτύπωμα έργων ΑΠΕ)

Ασκήσεις – εφαρμογές

3^η Διάλεξη

Αιολικά Συστήματα Ι

Παραγωγή ενέργειας από αιολικά συστήματα

- Συνοπτική θεωρία της αιολικής ενέργειας
- Μετρήσεις αιολικού δυναμικού – χρονοσειρές ταχύτητας ανέμου
- Μαθηματικό υπόβαθρο αιολικών συστημάτων
- Καμπύλη ισχύος ανεμογεννήτριας
- Χαρακτηριστικές ταχύτητες ανεμογεννητριών
- Υπολογισμός της διαθέσιμης αιολικής παραγωγής
- Ετήσια παραγόμενη ενέργεια από ανεμογεννήτρια, Capacity Factor αιολικού πάρκου
- Πρακτικά στοιχεία επιλογής ανεμογεννητριών

Ασκήσεις - εφαρμογές

<p>4^η Διάλεξη</p>	<p>Αιολικά Συστήματα ΙΙ Τεχνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά αιολικών συστημάτων</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ανάλυση των ειδικότερων τεχνικών χαρακτηριστικών αιολικών γεννητριών και τεχνικές σύγκρισης μεταξύ για τη βέλτιστη επιλογή. • Οικονομικά μεγέθη αιολικών συστημάτων Χωροθέτηση ανεμογεννητριών, αιολικών πάρκων • Πολύγωνα αιολικών πάρκων • Ειδικό χωροταξικό πλαίσιο των ΑΠΕ <p>Περιβαλλοντικές επιπτώσεις αιολικών πάρκων- Βασικά στοιχεία ΜΠΕ αιολικών πάρκων Ολοκληρωμένη οικονομοτεχνική μελέτη αιολικού πάρκου. Ασκήσεις - εφαρμογές</p>
<p>5^η Διάλεξη</p>	<p>Φωτοβολταϊκά (Φ/Β) Συστήματα Ι Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β Συστήματα</p> <ul style="list-style-type: none"> • Συνοπτική θεωρία των φωτοβολταϊκών συστημάτων και μαθηματικό υπόβαθρο. • Τεχνικά χαρακτηριστικά Φ/Β συστημάτων, απόδοση και αποδοτική λειτουργία (σταθερές και μεταβλητές συνθήκες). • Υλικά κατασκευής Φ/Β διατάξεων, Φ/Β πλαίσια και τεχνικά χαρακτηριστικά, σύγχρονες τεχνολογίες Φ/Β, η αγορά των Φ/Β συστημάτων, οικονομικά μεγέθη. • Μετρήσεις – χρονοσειρές ηλιακών και μετεωρολογικών δεδομένων. • Υπολογισμός της διαθέσιμης ηλιακής ενέργειας, της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και των δεικτών απόδοσης. <p>Ασκήσεις - εφαρμογές</p>

<p>6^η Διάλεξη</p>	<p>Φωτοβολταϊκά (Φ/Β) Συστήματα II Κατηγορίες Φ/Β συστημάτων, τεχνικά, οικονομικά, περιβαλλοντικά δεδομένα</p> <ul style="list-style-type: none"> • Διασυνδεδεμένα με το δίκτυο, αυτόνομα και υβριδικά Φ/Β συστήματα • Παρουσίαση διαθέσιμων υλικών και κριτήρια επιλογή τους, καλές και κακές πρακτικές κατά την επιλογή υλικών ενός Φ/Β πάρκου (Φ/Β, αντιστροφέα, καλωδίων dc & ac, κλπ) με στόχο το βέλτιστο σχεδιασμό ενός Φ/Β πάρκου. • Οικονομικά δεδομένα Φ/Β, περιβαλλοντικά θέματα. • Χωροθέτηση Φ/Β πάρκων. <p>Ασκήσεις - εφαρμογές</p>
<p>7^η Διάλεξη</p>	<p>Φωτοβολταϊκά (Φ/Β) Συστήματα III Τεχνολογίες παρακολούθησης, διαχείρισης και ελέγχου Φ/Β συστημάτων</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ανάλυση των ειδικότερων χαρακτηριστικών αντιστροφών Φ/Β πάρκων χαμηλής και μέσης τάσης. • Εποπτεία και αυτόματος έλεγχος Φ/Β συστημάτων • Διατάξεις διαχείρισης και ελέγχου της ισχύος των Φ/Β συστημάτων. <p>Σχεδιασμός και μελέτη Φ/Β συστημάτων - εφαρμογές</p> <ul style="list-style-type: none"> • Μεθοδολογία μελέτης σχεδιασμού και διαστασιολόγησης αυτόνομου Φ/Β συστήματος. • Μεθοδολογία μελέτης Φ/Β πάρκου σε σύνδεση με το δίκτυο. • Μελέτη Φ/Β συστήματος για αντλητικό σύστημα νερού. <p>Ασκήσεις - εφαρμογές</p>

8^η Διάλεξη	<p>Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα (ΜΥΗΕ)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Χαρακτηριστικά και διαμόρφωση ΜΥΗΕ • Μαθηματικό μοντέλο λειτουργίας ΜΥΗΕ • Χρονοσειρές και καμπύλες διάρκειας παροχών ύδατος. • Ενεργειακές απώλειες και απόδοση ΜΥΗΕ • Τύποι υδροστροβίλων και διάγραμμα BANKI για την επιλογή τους. • Υπολογισμός της ετήσιας παραγόμενης ενέργειας από ΜΥΗΕ. • Οικονομικά μεγέθη και περιβαλλοντικά θέματα ΜΥΗΕ. • Εφαρμογή μικρών υδροστροβίλων σε δίκτυα νερού. <p>Παρουσίαση της μελέτης «Υδροστρόβιλοι σε αγωγούς υδάτων: μελέτη εφαρμογής σε δίκτυο του Οργανισμού Ανάπτυξης Κρήτης Α.Ε.»</p> <p>Ασκήσεις - εφαρμογές</p>
9^η Διάλεξη	<p>Παραγωγή ενέργειας από βιομάζα</p> <ul style="list-style-type: none"> • Περιγραφή του καυσίμου της βιομάζας. • Μέθοδοι ενεργειακής μετατροπής της βιομάζας. • Παραγωγή ενέργειας από βιομάζα • Τεχνολογίες και οικονομικά δεδομένα. • Συμπαγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού. • Περιβαλλοντικά θέματα. • Παραδείγματα εφαρμογών. <p>Ασκήσεις - εφαρμογές</p>

<p>10^η Διάλεξη</p>	<p>Υβριδικά Συστήματα Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας</p> <ul style="list-style-type: none"> • Υβριδικά συστήματα μικρής κλίμακας (αιολικό, Φ/Β, νηζελογεννήτρια) • Υβριδικοί Σταθμοί Παραγωγής Ενέργειας από ΑΠΕ (αιολικό – αντλητικό). <p>Ασκήσεις – εφαρμογές</p>
<p>11^η Διάλεξη</p>	<p>Ενσωμάτωση συστημάτων ΑΠΕ στο δομημένο περιβάλλον I Εξοικονόμηση ενέργειας με χρήση ΑΠΕ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Το ενεργειακό σύστημα «κτίριο» • Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης, ενεργειακή κατάταξη και Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης κτιρίων. • Συστήματα γεωθερμίας – γεωθερμικές αντλίες θερμότητας. • Ηλιακή θέρμανση – ψύξη. • Χρήση Φ/Β ως δομικά στοιχεία των κτιρίων. • Εφαρμογές ανεμογεννητριών. • Συνδυασμοί εφαρμογών ΑΠΕ στον κτηριακό τομέα – υβριδικά συστήματα <p>Συστήματα ενεργειακής διαχείρισης κτιρίων – Building Energy Management Systems (BEMS)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Περιγραφή συστημάτων BEMS • Κτίρια Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης (NZEB) – Ορισμός και Πολιτικές • Συστήματα και Εγκαταστάσεις για κτίρια NZEB. • Οικονομική Αξιολόγηση Επενδύσεων για κτίρια NZEB. <p>Ασκήσεις – εφαρμογές</p>

<p>12^η Διάλεξη</p>	<p>Ενσωμάτωση συστημάτων ΑΠΕ στο δομημένο περιβάλλον II Μεθοδολογία ενεργειακού σχεδιασμού κτιρίων με ενσωμάτωση ΑΠΕ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Μεθοδολογία μελέτης –διαστασιολόγησης αυτόνομου συστήματος Φ/Β σε κτίρια με αποθήκευση • Μεθοδολογία μελέτης Φ/Β σε στέγες κτιρίων σε σύνδεση με το δίκτυο. • Μεθοδολογία μελέτης Φ/Β σε υδραυλικές υποδομές (δεξαμενές νερού) σε σύνδεση με το δίκτυο. • Μελέτη υβριδικού συστήματος ΑΠΕ σε κτίριο.
<p>13^η Διάλεξη</p>	<p>Συστήματα – τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας από ΑΠΕ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Η ανάγκη της αποθήκευσης ενέργειας από ΑΠΕ, στα διασυνδεδεμένα και μη διασυνδεδεμένα ΣΗΕ • Τα έξυπνα δίκτυα (smart grids) και τα μικροδίκτυα (micro grids) και η ανάγκη για αποθήκευσης. • Συστήματα και τεχνολογίες αποθήκευσης. • Το σύστημα άντλησης – ταμίευσης (pumped storage system) • Μέθοδος διαστασιολόγησης συστήματος αποθήκευσης αιολικού- αντλητικού. • Παρουσίαση της μελέτης προσομοίωσης και οικονομοτεχνικής μελέτης του συστήματος άντλησης – ταμίευσης 50MW στο Φράγμα ποταμών (Σχέδιο του ΟΑΚ ΑΕ). <p>Ασκήσεις – εφαρμογές</p>

Δ. Μέθοδος Διδασκαλίας

- **1. Τρόπος παράδοσης**
- Θεωρία: Διαλέξεις σε αίθουσα με παρουσιάσεις σε Power Point (ppt) και χρήση πίνακα όπου απαιτείται
- Ασκήσεις Πεδίου: Παρουσίαση και επίλυση ασκήσεων.
- Σημειώσεις μαθήματος: Συγγραφή σημειώσεων σε μορφή παρουσιάσεων ppt και απαραίτητων τυπολογιών, μεθοδολογιών, εφαρμογών, ασκήσεων από την διδάσκουσα.
- **2. Χρήση Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ)**
- Χρήση ΤΠΕ στη Διδασκαλία
- Υποστήριξη Μαθησιακής διαδικασίας μέσω ολοκληρωμένου συστήματος Διαχείρισης Ηλεκτρονικών Μαθημάτων
- Δυνατότητα επικοινωνίας με τους φοιτητές και με χρήση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου για επίλυση αποριών
- **3. Συνεργατική μάθηση/ομαδοσυνεργατική μάθηση**
- **4. Οργάνωση Εκπαιδευτικής επίσκεψης σε πιλοτικά έργα ΑΠΕ του ΟΑΚ ΑΕ.**

Ε. Μέθοδος αξιολόγησης

- **Θεωρία:**
- Γραπτή εξέταση θεωρίας και ασκήσεων – αριθμητικών εφαρμογών (100%)

Προτεινόμενα συγγράμματα

- **1. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ, 2017.**
- **Συγγραφείς: Ι. Κανάκης, Θ. Τσούτσος**
- ISBN: 978-960-491-067-0
- Διαθέτης (Εκδότης) ΠΑΠΑΣΩΤΗΡΙΟΥ
- **2.Φωτοβολταϊκά συστήματα, Έκδοση: 3η έκδ. βελτ./2009**
- **Συγγραφείς: Φραγκιαδάκης Ιωάννης Ε.**
- ISBN: 960-456-007-7, Τύπος: Σύγγραμμα
- Διαθέτης (Εκδότης): Ζήτη Πελαγία & Σια Ι.Κ.Ε.
- **3. Υπολογιστικές εφαρμογές ήπιων μορφών ενέργειας, Ηλιακή ακτινοβολία, φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις, Έκδοση: 1η έκδ./2007**
- **Συγγραφείς: Καλδέλλης Ιωάννης Κ., Σπυρόπουλος Γεώργιος Χ.,Καββαδίας Κοσμάς Α.**
- ISBN: 960-351-686-6, Τύπος: Σύγγραμμα
- Διαθέτης (Εκδότης): ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΣΤΑΜΟΥΛΗ ΑΕ.
- **4. Διαχείριση της αιολικής ενέργειας, Β' Έκδοση, Έκδοση: 2η έκδ./2005**
- **Συγγραφείς: Καλδέλλης Ιωάννης Κ.**
- ISBN: 960-351-576-0, Τύπος: Σύγγραμμα
- Διαθέτης (Εκδότης): ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΣΤΑΜΟΥΛΗ Α.
- **5. Αιολική Ενέργεια και Ανεμογεννήτριες, Έκδοση: 1η/2007**
- **Συγγραφείς: Walker John, Jenkins Nicholas**
- ISBN: 978-960-411-375-0, Τύπος: Σύγγραμμα
- Διαθέτης (Εκδότης): ΣΤΕΛΛΑ ΠΑΡΙΚΟΥ & ΣΙΑ ΟΕ
- **6. Μικρά υδροηλεκτρικά έργα, Έκδοση: 1η έκδ./2008**
- **Συγγραφείς: Παπαντώνης Δημήτριος**
- ISBN: 978-960-7888-23-5, Τύπος: Σύγγραμμα
- Διαθέτης (Εκδότης): ΑΡΗΣ ΣΥΜΕΩΝ
- **7. ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ, Έκδοση: 89/2005**
- **Συγγραφείς: Γρηγόριος Καρυδάκης**
- ISBN: 960-7378-65-2, Τύπος: Σύγγραμμα

Άλλες πληροφορίες

- Προτείνεται:
- οι φοιτητές να έχουν παρακολουθήσει επιτυχώς τα μαθήματα **Ήπιες Μορφές Ενέργειας I** και **II**.

Επικοινωνία με την διδάσκουσα

- **Δρ. Τριανταφυλλιά Νικολάου**
- E-mail (ΕΛΜΕΠΑ): tnikolaou@hmu.gr
- E-mail (ΟΑΚ ΑΕ): t.nikolaou@oakae.gr