

ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΑ ΚΑΥΣΙΜΑ: ΥΔΡΟΓΟΝΟ, ΒΙΟΜΕΘΑΝΙΟ, E-FUELS, ΑΜΜΩΝΙΑ, ΜΕΘΑΝΟΛΗ

1. ΓΕΝΙΚΑ

ΣΧΟΛΗ			
ΤΜΗΜΑ			
ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ – 2 ^{ος} ΚΥΚΛΟΣ		
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ		ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	1 ^ο
ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΑ ΚΑΥΣΙΜΑ: ΥΔΡΟΓΟΝΟ, ΒΙΟΜΕΘΑΝΙΟ, E-FUELS, ΑΜΜΩΝΙΑ, ΜΕΘΑΝΟΛΗ		
ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ <i>σε περίπτωση που οι πιστωτικές μονάδες απονέμονται σε διακριτά μέρη του μαθήματος π.χ. Διαλέξεις, Εργαστηριακές Ασκήσεις κ.λπ. Αν οι πιστωτικές μονάδες απονέμονται ενιαία για το σύνολο του μαθήματος αναγράψτε τις εβδομαδιαίες ώρες διδασκαλίας και το σύνολο των πιστωτικών μονάδων</i>		ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ
		3	6
Προσθέστε σειρές αν χρειαστεί. Η οργάνωση διδασκαλίας και οι διδακτικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται περιγράφονται αναλυτικά στο (δ).			
ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ <i>γενικού υποβάθρου, ειδικού υποβάθρου, ειδίκευσης, γενικών γνώσεων, ανάπτυξης δεξιοτήτων</i>	Ειδίκευσης		
ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:	Δεν υπάρχουν προαπαιτούμενα μαθήματα		
ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:	Ελληνική		
ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS			
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL)			

2. ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μαθησιακά Αποτελέσματα Περιγράφονται τα μαθησιακά αποτελέσματα του μαθήματος οι συγκεκριμένες γνώσεις, δεξιότητες και ικανότητες καταλλήλου επιπέδου που θα αποκτήσουν οι φοιτητές μετά την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος. <i>Συμβουλευτείτε το Παράρτημα Α</i> - Περιγραφή του Επιπέδου των Μαθησιακών Αποτελεσμάτων για κάθε ένα κύκλο σπουδών σύμφωνα με το Πλαίσιο Προσόντων του Ευρωπαϊκού Χώρου Ανώτατης Εκπαίδευσης - Περιγραφικοί Δείκτες Επιπέδων 6, 7 & 8 του Ευρωπαϊκού Πλαισίου Προσόντων Διά Βίου Μάθησης και το Παράρτημα Β - Περιληπτικός Οδηγός συγγραφής Μαθησιακών Αποτελεσμάτων
Μετά την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος, οι φοιτητές θα είναι σε θέση να: - Κατανοούν τις βασικές αρχές παραγωγής, αποθήκευσης, μεταφοράς και χρήσης των ανανεώσιμων καυσίμων (υδρογόνο, βιομεθάνιο, e-fuels, αμμωνία, μεθανόλη). - Αναγνωρίζουν τις χημικές και φυσικές ιδιότητες κάθε καυσίμου και τη σχέση τους με την ενεργειακή απόδοση και την ασφάλεια. - Συγκρίνουν τις διάφορες τεχνολογίες παραγωγής (π.χ. ηλεκτρόλυση, αναερόβια χώνευση, σύνθεση Fischer–Tropsch, πράσινη αμμωνία, πράσινη μεθανόλη). - Αξιολογούν το περιβαλλοντικό αποτύπωμα και τη βιωσιμότητα κάθε καυσίμου, λαμβάνοντας

υπόψη τις εκπομπές CO₂, τη χρήση πρώτων υλών και την ενεργειακή απόδοση.

- Αναλύουν τον ρόλο των ανανεώσιμων καυσίμων στην ενεργειακή μετάβαση, τη βιομηχανία, τις μεταφορές και τη ναυτιλία.
- Ερμηνεύουν τις ευρωπαϊκές και διεθνείς πολιτικές και κανονισμούς που διέπουν την παραγωγή και χρήση αυτών των καυσίμων.
- Εφαρμόζουν βασικές μεθόδους υπολογισμού για ενεργειακές αποδόσεις, ισοζύγια άνθρακα και κόστη παραγωγής.
- Αναπτύσσουν κριτική σκέψη σχετικά με τα πλεονεκτήματα και περιορισμούς κάθε τεχνολογίας και τις προοπτικές ενσωμάτωσής της σε ενεργειακά συστήματα χαμηλών εκπομπών.

Γενικές Ικανότητες

Λαμβάνοντας υπόψη τις γενικές ικανότητες που πρέπει να έχει αποκτήσει ο πτυχιούχος (όπως αυτές αναγράφονται στο Παράρτημα Διπλώματος και παρατίθενται ακολούθως) σε ποια / ποιες από αυτές αποσκοπεί το μάθημα;

Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών, με τη χρήση και των απαραίτητων τεχνολογιών

Προσαρμογή σε νέες καταστάσεις

Λήψη αποφάσεων

Αυτόνομη εργασία

Ομαδική εργασία

Εργασία σε διεθνές περιβάλλον

Εργασία σε διεπιστημονικό περιβάλλον

Παράγωγή νέων ερευνητικών ιδεών

Σχεδιασμός και διαχείριση έργων

Σεβασμός στη διαφορετικότητα και στην πολυπολιτισμικότητα

Σεβασμός στο φυσικό περιβάλλον

Επίδειξη κοινωνικής, επαγγελματικής και ηθικής υπευθυνότητας και

ευαισθησίας σε θέματα φύλου

Άσκηση κριτικής και αυτοκριτικής

Προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης

.....

Άλλες...

.....

- Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών, με τη χρήση και των απαραίτητων τεχνολογιών
- Λήψη αποφάσεων
- Προσαρμογή σε νέες καταστάσεις
- Αυτόνομη εργασία
- Ομαδική εργασία
- Εργασία σε διεπιστημονικό περιβάλλον
- Παραγωγή νέων ερευνητικών ιδεών
- Σεβασμός στο φυσικό περιβάλλον
- Άσκηση κριτικής και αυτοκριτικής
- Προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης
- Τήρηση κανόνων ασφαλείας σε εργαστηριακούς χώρους

3. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Ο σκοπός του μαθήματος είναι η εις βάθος κατανόηση των αρχών, τεχνολογιών και εφαρμογών των ανανεώσιμων καυσίμων, που διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη βιώσιμη ενεργειακή μετάβαση και την απαλλαγή από τις εκπομπές άνθρακα. Το μάθημα επικεντρώνεται στην εκτενή ανάλυση των βασικών τεχνολογιών παραγωγής ανανεώσιμων καυσίμων, εξετάζοντας τις καινοτόμες διαδικασίες και τις φυσικοχημικές αρχές που καθοδηγούν την ανάπτυξή τους. Με ιδιαίτερη έμφαση στο υδρογόνο, το βιομεθάνιο, τα ηλεκτροκαύσιμα (e-fuels), την πράσινη αμμωνία και τη μεθανόλη, το μάθημα εξετάζει τις τεχνικές παραγωγής, την αποδοτικότητα των διαδικασιών και τις εφαρμογές των εν λόγω καυσίμων σε διάφορους τομείς της ενεργειακής και βιομηχανικής παραγωγής.

Συγκεκριμένα, το μάθημα στοχεύει:

- Στην εμβάθυνση της παραγωγής ανανεώσιμων καυσίμων, εξετάζοντας τις σύγχρονες τεχνολογίες και διαδικασίες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή υδρογόνου, βιομεθανίου, ηλεκτροκαυσίμων, πράσινης αμμωνίας και μεθανόλης, με έμφαση στην ενεργειακή απόδοση και τη βιωσιμότητα των διαδικασιών αυτών.
- Στην ανάλυση των τεχνικών προκλήσεων και καινοτομιών που σχετίζονται με την αποθήκευση των ανανεώσιμων ενεργειακών φορέων, όπως είναι οι τεχνολογίες αποθήκευσης υδρογόνου, βιομεθανίου και e-fuels. Επιπλέον, αναλύονται τα ζητήματα ασφάλειας και η αποδοτικότητα αυτών των συστημάτων.
- Στην ανάδειξη του ρόλου των ανανεώσιμων καυσίμων στην απαλλαγή από τον άνθρακα και την επίτευξη των κλιματικών στόχων της Ευρωπαϊκής Ένωσης και του παγκόσμιου συστήματος. Οι εφαρμογές αυτών των καυσίμων εξετάζονται σε βιομηχανίες, μεταφορές και οικιακές χρήσεις, με στόχο τη μείωση των εκπομπών CO₂ και τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των συστημάτων.
- Στην κατανόηση των πρακτικών εφαρμογών για την ενσωμάτωση των ανανεώσιμων καυσίμων σε σύγχρονα ενεργειακά συστήματα. Αναλύεται ο τρόπος με τον οποίο αυτά τα καύσιμα χρησιμοποιούνται σε κινητήρες εσωτερικής καύσης, σε καυστήρες βιομηχανικής χρήσης και σε συστήματα ηλεκτροπαραγωγής, και αξιολογούνται οι επιπτώσεις τους στην επίτευξη ενός βιώσιμου και ασφαλούς ενεργειακού μέλλοντος.

Το περιεχόμενο του μαθήματος οργανώνεται σε 13 διαλέξεις, σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα:

Εβδομάδα	Διάλεξη	Περιεχόμενο
1 ^η	Εισαγωγή στα ανανεώσιμα καύσιμα και στην ενεργειακή μετάβαση	Ενεργειακή μετάβαση από τα ορυκτά καύσιμα προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Κύρια είδη ανανεώσιμων καυσίμων, όπως βιοκαύσιμα και βιοαέριο, υδρογόνο, συνθετικά καύσιμα (e-fuels) και βιοαέριο. Περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις της χρήσης ανανεώσιμων καυσίμων. Βασικές πολιτικές, κανονισμοί και διεθνείς στρατηγικές που καθορίζουν την ενεργειακή μετάβαση.
2 ^η	Το υδρογόνο ως ανανεώσιμο καύσιμο: Παραγωγή και Τεχνολογικές Διαδικασίες	Το υδρογόνο ως ανανεώσιμο καύσιμο. Κύριες μέθοδοι παραγωγής υδρογόνου (π.χ. green, blue, grey, turquoise).
3 ^η	Το υδρογόνο ως ανανεώσιμο καύσιμο: Μεταφορά, Αποθήκευση και Περιβαλλοντικές Προεκτάσεις	Αποθήκευση και μεταφορά του υδρογόνου. Φορείς υδρογόνου. Χρήση υδρογόνου και ζητήματα ασφάλειας και υποδομών.
4 ^η	Βιομεθάνιο: Παραγωγή, Αναβάθμιση, Εφαρμογές και Περιβαλλοντικές Προεκτάσεις	Η σημασία του βιομεθανίου ως ανανεώσιμου καυσίμου. Διεργασίες παραγωγής βιομεθανίου μέσω αναερόβιας χώνευσης. Τεχνολογίες αναβάθμισης βιοαερίου σε βιομεθάνιο. Εφαρμογές του βιομεθανίου. Μετατροπή μεθανίου σε σύνθετα καύσιμα (αναμόρφωση για παραγωγή υδρογόνου, σύνθεση Fischer-Tropsch, παραγωγή μεθανόλης, κλπ). Περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές πτυχές της χρήσης βιομεθανίου.

Εβδομάδα	Διάλεξη	Περιεχόμενο
5 ^η	Προσομοίωση διεργασιών στο ASPEN (1)	Χρήση ASPEN για την προσομοίωση διεργασιών παραγωγής ανανεώσιμων καυσίμων.
6 ^η	e-Fuels: Παραγωγή και Τεχνολογικές Διαδικασίες	Η σημασία των e-fuels ως ανανεώσιμα καύσιμα. Τεχνολογίες παραγωγής e-fuels, χημικές μετατροπές, καταλύτες. Power-to-Liquid (PtL) και Power-to-Gas (PtG): μετατροπή ανανεώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας σε καύσιμα.
7 ^η	e-Fuels: Εφαρμογές και Περιβαλλοντικές Προεκτάσεις	Πλεονεκτήματα και περιορισμοί των e-fuels. Περιβαλλοντικές, ενεργειακές και οικονομικές πτυχές της χρήσης e-fuels. Η θέση των e-fuels στην κυκλική οικονομία και την ενεργειακή στρατηγική σε εθνικό και διεθνές επίπεδο.
8 ^η	Προσομοίωση διεργασιών στο ASPEN (2)	Χρήση ASPEN για την προσομοίωση διεργασιών παραγωγής ανανεώσιμων καυσίμων.
9 ^η	Πράσινη αμμωνία: Παραγωγή και Τεχνολογικές Διαδικασίες	Ορισμοί, είδη αμμωνίας. Η σημασία της πράσινης αμμωνίας ως ενεργειακού φορέα και μέσου αποθήκευσης υδρογόνου. Κύριες τεχνολογίες παραγωγής αμμωνίας. Ενεργειακές απαιτήσεις και απόδοση των διεργασιών παραγωγής πράσινης αμμωνίας.
10 ^η	Πράσινη αμμωνία: Εφαρμογές και Περιβαλλοντικές Προεκτάσεις	Συνδυασμός αμμωνίας με ανανεώσιμη ηλεκτρική ενέργεια. Μορφές αποθήκευσης: υγρή αμμωνία, συμπιεσμένη αμμωνία, κρυογονικές τεχνολογίες. Διεργασίες ανάκτησης υδρογόνου από την αμμωνία. Εφαρμογές της πράσινης αμμωνίας. Περιβαλλοντικές, οικονομικές και πολιτικές προεκτάσεις χρήσης πράσινης αμμωνίας.
11 ^η	Πράσινη Μεθανόλη: Παραγωγή και Τεχνολογικές Διαδικασίες	Ορισμοί και χαρακτηριστικά μεθανόλης. Η σημασία της μεθανόλης ως ανανεώσιμου καυσίμου. Κύριες τεχνολογίες παραγωγής μεθανόλης από διάφορες πηγές (φυσικό αέριο, CO ₂ , βιομάζα). Ενεργειακή απόδοση, θερμοδυναμικές παράμετροι και περιβαλλοντικές επιπτώσεις των διεργασιών παραγωγής.
12 ^η	Πράσινη Μεθανόλη: Εφαρμογές και Ρόλος στην Ενεργειακή Μετάβαση	Αποθήκευση, Μεταφορά και Διανομή. Διεργασίες ανάκτησης υδρογόνου από τη μεθανόλη. Εφαρμογές της μεθανόλης στη βιομηχανία, τις μεταφορές και την ηλεκτροπαραγωγή. Προκλήσεις ασφαλείας, υποδομές αποθήκευσης και μεταφοράς.
13 ^η	Εργαστηριακή Λειτουργία Αεροποιητή Βιομάζας	Εξοικείωση φοιτητών με εργαστηριακό εξοπλισμό παραγωγής αερίου σύνθεσης.

4. ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ & ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ – ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ <i>Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξ αποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.</i>	Πρόσωπο με πρόσωπο												
ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ <i>Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία με τους φοιτητές</i>	Διδασκαλία & Εργαστηριακή Εκπαίδευση: Χρήση Τ.Π.Ε. (PowerPoint, εμπορικός προσομοιωτής κτλ.) κατά τη διδασκαλία και τα εργαστήρια. Υποστήριξη της διδασκαλίας μέσω της πλατφόρμας Helios του ΕΜΠ (αναρτήσεις χρήσιμου υλικού κτλ.). Επικοινωνία με τους φοιτητές: Δια ζώσης σε ώρες γραφείου, μέσω email και μέσω της πλατφόρμας Helios.												
ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ <i>Περιγράφονται αναλυτικά ο τρόπος και μέθοδοι διδασκαλίας. Διαλέξεις, Σεμινάρια, Εργαστηριακή Άσκηση, Άσκηση Πεδίου, Μελέτη & ανάλυση βιβλιογραφίας, Φροντιστήριο, Πρακτική (Τοποθέτηση), Κλινική Άσκηση, Καλλιτεχνικό Εργαστήριο, Διαδραστική διδασκαλία, Εκπαιδευτικές επισκέψεις, Εκπόνηση μελέτης (project), Συγγραφή εργασίας / εργασιών, Καλλιτεχνική δημιουργία, κ.λπ. Αναγράφονται οι ώρες μελέτης του φοιτητή για κάθε μαθησιακή δραστηριότητα καθώς και οι ώρες μη καθοδηγούμενης μελέτης σύμφωνα με τις αρχές του ECTS</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Δραστηριότητα</th><th>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου (ώρες)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Διαλέξεις</td><td>30</td></tr> <tr> <td>Εργαστήρια</td><td>9</td></tr> <tr> <td>Μελέτη περίπτωσης/ ομαδική εργασία</td><td>28</td></tr> <tr> <td>Αυτοτελής μελέτη, ανάλυση βιβλιογραφίας και προετοιμασία για την τελική εξέταση</td><td>105</td></tr> <tr> <td>Σύνολο Μαθήματος</td><td>172</td></tr> </tbody> </table>	Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου (ώρες)	Διαλέξεις	30	Εργαστήρια	9	Μελέτη περίπτωσης/ ομαδική εργασία	28	Αυτοτελής μελέτη, ανάλυση βιβλιογραφίας και προετοιμασία για την τελική εξέταση	105	Σύνολο Μαθήματος	172
Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου (ώρες)												
Διαλέξεις	30												
Εργαστήρια	9												
Μελέτη περίπτωσης/ ομαδική εργασία	28												
Αυτοτελής μελέτη, ανάλυση βιβλιογραφίας και προετοιμασία για την τελική εξέταση	105												
Σύνολο Μαθήματος	172												
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ <i>Περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης Γλώσσα Αξιολόγησης, Μέθοδοι αξιολόγησης, Διαμορφωτική ή Συμπερασματική, Δοκιμασία Πολλαπλής Επιλογής, Ερωτήσεις Σύντομης Απάντησης, Ερωτήσεις Ανάπτυξης Δοκιμίων, Επίλυση Προβλημάτων, Γραπτή Εργασία, Έκθεση / Αναφορά, Προφορική Εξέταση, Δημόσια Παρουσίαση, Εργαστηριακή Εργασία, Κλινική Εξέταση Ασθενούς, Καλλιτεχνική Ερμηνεία, Άλλη / Άλλες Αναφέρονται ρητά προσδιορισμένα κριτήρια αξιολόγησης και εάν και που είναι προσβάσιμα από τους φοιτητές.</i>	Γλώσσα αξιολόγησης: Ελληνικά Αξιολόγηση του μαθήματος: Το διδακτικό υλικό αναρτάται στην πλατφόρμα Helios κατά τη διάρκεια του εξαμήνου. Ο τελικός βαθμός του μαθήματος προκύπτει από: • Την τελική γραπτή εξέταση (60%) • Την παράδοση ομαδικών εργασιών/μελετών περίπτωσης (40%) Η αξιολόγηση φοιτητών με πιστοποιημένες ειδικές μαθησιακές δυσκολίες πραγματοποιείται σύμφωνα με τη σχετική διαδικασία που προβλέπεται από τον Κανονισμό Λειτουργίας της Μονάδας Ισότιμης Πρόσβασης του ΕΜΠ (ΦΕΚ 4119Β/2025). Κριτήρια αξιολόγησης: Γνωστοποιούνται κατά την πρώτη διάλεξη και αναγράφονται με σαφήνεια στην ιστοσελίδα του μαθήματος και/ή στην πλατφόρμα Helios. Οι φοιτητές έχουν τη δυνατότητα να ζητήσουν διευκρινίσεις σχετικά με τον βαθμό που έλαβαν.												

5. ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

–Προτεινόμενη Βιβλιογραφία:

- S. Lee, J. G. Speight, S. K. Loyalka (2015), *Handbook of Alternative Fuel Technologies*, 2nd Edition, CRC Press.
- M. F. Hordeski (2020), *Alternative Fuels: The Future of Hydrogen*, 3rd Edition, River Publishers
- Abu Yousuf and Lynsey Melville (2023), *Biogas to Biomethane*, Woodhead Publishing, Elsevier
- Angelo Basile and Adolfo Iulianelli (2013), *Advances in in Hydrogen Production, Storage and Distribution*, Woodhead Publishing, Elsevier
- N. Aryal, L.D.M. Ottosen, M.V.W. Kofoed, D. Pant (2021), *Emerging Technologies and Biological Systems for Biogas Upgrading*, Academic Press, Elsevier.
- N. Bullerdiek, U. Neuling, M. Kaltschmitt (2025), *Powerfuels: Status and Prospects*, Springer.

–Συναφή επιστημονικά περιοδικά:

- Renewable and Sustainable Energy Reviews (Elsevier)
- Fuel (Elsevier)
- Journal of Fuel Chemistry and Technology (Elsevier)
- Fuels (MDPI)
- Hydrogen (MDPI)
- Biomass (MDPI)