

COURSE OUTLINE

1. GENERAL

SCHOOL	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ		
DEPARTMENT	ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΝΤΙΡΡΥΠΑΝΣΗΣ Τ.Ε.		
LEVEL OF STUDY	Προπτυχιακό		
COURSE UNIT CODE	TA57B0	SEMESTER OF STUDY	7 ^ο
COURSE TITLE	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΔΕΣΜΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ CO ₂		
COURSEWORK BREAKDOWN 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		TEACHING WEEKLY HOURS	ECTS Credits
Θεωρία		2	3
Προσθέστε σειρές αν χρειαστεί. Η οργάνωση διδασκαλίας και οι διδακτικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται περιγράφονται αναλυτικά στο 4.			
COURSE UNIT TYPE Υποβάθρου , Γενικών Γνώσεων, Επιστημονικής Περιοχής, Ανάπτυξης Δεξιοτήτων	Επιστημονικής Περιοχής		
PREREQUISITES :			
LANGUAGE OF INSTRUCTION/EXAMS:	Ελληνική		
COURSE DELIVERED TO ERASMUS STUDENTS	ΝΑΙ (στην Αγγλική)		
MODULE WEB PAGE (URL)	http://eclass.teikoz.gr		

2. LEARNING OUTCOMES

Learning Outcomes

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.

Συμβουλευτείτε το Παράρτημα Α

- Περιγραφή του Επιπέδου των Μαθησιακών Αποτελεσμάτων για κάθε ένα κύκλο σπουδών σύμφωνα με Πλαίσιο Προσόντων του Ευρωπαϊκού Χώρου Ανώτατης Εκπαίδευσης
- Περιγραφικοί Δείκτες Επιπέδων 6, 7 & 8 του Ευρωπαϊκού Πλαισίου Προσόντων Διά Βίου Μάθησης

και Παράρτημα Β

- Περιληπτικός Οδηγός συγγραφής Μαθησιακών Αποτελεσμάτων

Εισαγωγή στις τεχνολογίες δέσμευσης και αποθήκευσης διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) (διεθνώς κωδικοποιημένες ως «capture and storage (CCS) technologies»), οι οποίες στοχεύουν στην κατά το δυνατόν ελάττωση των εκπομπών αερίων του «θερμοκηπίου» που κυρίως προέρχονται από την καύση ορυκτών καυσίμων σε ενεργειακές (40% περίπου του ανθρωπογενούς CO₂) και βιομηχανικές δραστηριότητες (π.χ. τσιμεντοβιομηχανία), μια ιδιαίτερα επείγουσα προτεραιότητα στις μέρες μας.

Οι CCS αποτελούν πρακτικά τις μόνες μεθόδους που διαφαίνεται ότι μπορούν να συνεισφέρουν άμεσα στη μείωση του εκπεμπομένου CO₂, προσφέροντας παράλληλα αξιόλογες δυνατότητες για περαιτέρω συνέχιση χρήσης ορυκτών καυσίμων πιο συμβατής με την τρέχουσα πολιτική αντιμετώπισης του προβλήματος της κλιματικής αλλαγής.

Ήδη σημαντικά ακαδημαϊκά ιδρύματα και ερευνητικά ινστιτούτα καθώς και μεγάλες βιομηχανικές εταιρείες, κυρίως της ΕΕ και των ΗΠΑ, ήδη συνεργάζονται σε ποικίλα προγράμματα (projects) για την προώθηση και την εφαρμογή σε βιομηχανική κλίμακα τεχνολογιών CCS, με ενθαρρυντικά αρχικά αποτελέσματα.

Συνεπώς, με την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος, ο φοιτητής θα έχει προετοιμαστεί να αντιμετωπίσει, στη συνέχεια, την επιστημονική και επαγγελματική πραγματικότητα ως προς τις CCS. Μάλιστα, η ανάγκη για ειδικούς μηχανικούς/τεχνολόγους περιβάλλοντος και αντιρρύπανσης αναμένεται να είναι διαρκώς αυξανόμενη στο εγγύς μέλλον - καθώς η σχετική δραστηριότητα γεννάται και διευρύνεται - τόσο για τη ανάπτυξη και εφαρμογή μεθόδων δέσμευσης CO₂ όσο και κατ' επέκταση για τον εντοπισμό καταλλήλων χώρων αποθήκευσης αυτού με ασφαλή και σταθερό για χιλιάδες χρόνια τρόπο. Παράλληλα, προβλέπεται η αξιοποίηση επιστημόνων/τεχνολόγων και στην παρακολούθηση και αποτίμηση των επιπτώσεων των δραστηριοτήτων αυτών στο περιβάλλον έτσι ώστε να καθίσταται δυνατή η μεταφορά των πιλοτικών ερευνητικών αποτελεσμάτων σε βιομηχανική κλίμακα.

General Skills

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

- Αυτόνομη Εργασία
- Ομαδική Εργασία
- Σχεδιασμός και Διαχείριση Έργων
- Εργασία σε διεπιστημονικό περιβάλλον
- Σεβασμός στο φυσικό περιβάλλον

3. COURSE CONTENTS

Κατ' αρχήν αναφορά σε βασικά εισαγωγικά επιστημονικά θέματα και στη συνέχεια έμφαση στα σημαντικότερα σύγχρονα ερευνητικά/επιστημονικά επιτεύγματα αναφορικά με την ανάπτυξη νέων διεργασιών, τεχνολογιών και εφαρμογών CCS, σε διεπιστημονική προσέγγιση.

Ειδικότερα:

Τεχνολογίες Δέσμευσης CO₂:

Με χρήση οργανισμών που φωτοσυνθέτουν - ανάμεσα στους οποίους ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν σήμερα διάφορα μικρο-άλγη (micro-algae) τα οποία παράλληλα εξετάζονται για την παραγωγή βιοκαυσίμων τρίτης γενιάς - ή απευθείας από τον αέρα.

Άλλες εφαρμογές, με αξιοποίηση βιομηχανικών αποβλήτων (όπως οι τέφρες καύσης άνθρακα/λιγνίτη και οι σκωρίες χαλυβουργίας) ως ροφητικών μέσων με επεξεργασία ενανθράκωσής ή μετατροπής τους σε ζεολίθους, ποικίλες διεργασίες χημικής απορρόφησης, τεχνολογίες μεμβρανών κ.α.

Επισήμανση ιδιαιτεροτήτων κατά τη δέσμευση CO₂ σε σχέση με διαφορές στο είδος και τις συγκεντρώσεις συνεκπεμπόμενων ρύπων (όπως SO₂, NO_x και σκόνης).

Ακόμη, αναφορά σε ζητήματα κόστους για τη δέσμευση CO₂, που παραμένουν προς παρόν σημαντικά για τη βιομηχανία, αν και η εμπειρία από την εγκατάσταση και λειτουργία των πρώτων μονάδων διεθνώς και η αποκτηθείσα εμπειρία αναμένεται να συνεισφέρουν στην πορεία εφαρμογής των τεχνολογιών αυτών.

Τεχνολογίες Αποθήκευσης CO₂:

Δυνητικά διαθέσιμες επιλογές, πέραν των διεργασιών απορρόφησης που λαμβάνουν χώρα στη φύση (ωκεανούς, δάση και έδαφος), ειδικότερα δε η διοχέτευση του CO₂ με αντλίες για διάλυσή του στο νερό στα βάθη των ωκεανών, καθώς και σε γεωλογικούς σχηματισμούς βαθιά στο υπέδαφος αλλά και σε ορυκτά.

Αξιολόγηση πιθανής τάσης επιστροφής του CO₂ στην ατμόσφαιρα, δεδομένου ότι είναι δυνατό τουλάχιστον να ελαττωθεί η ροή του αερίου αυτού στην ατμόσφαιρα, κατά τρόπο ώστε να αντιμετωπιστεί επαρκώς η ειδικά προβλεπόμενη καταστροφική κλιματική αλλαγή.

Αναφορά σε ενδιαφέρουσες εναλλακτικές μεθόδους, πρόσφατα εξεταζόμενες για οικονομική ενίσχυση του εγχειρήματος της αποθήκευσης του CO₂, με την προσφορά κάποιου αντισταθμιστικού οφέλους, όπως π.χ. συνδυάζοντας τη διάθεση του αερίου σε ωκεανούς με ταυτόχρονη αξιοποίησή του στην αφαλάτωση του θαλασσινού νερού και τη λήψη λιγότερο αλμυρού νερού μέσω σχηματισμού ενύδρων ουσιών.

Περαιτέρω, καταγραφή της σύγχρονης προόδου σχετικά με τη:

Χρησιμοποίηση του CO₂ κυρίως ως χημικής πρώτης ύλης τροφοδοσίας των τομέων της χημικής βιομηχανίας, της ενέργειας και των υλικών, στην κατεύθυνση αξιοποίησης όλων των δυνατοτήτων για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

4. TEACHING METHODS - ASSESSMENT

MODE OF DELIVERY <i>Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξ αποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.</i>	• Στην τάξη • Πρόσωπο με πρόσωπο	
USE OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY <i>Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία με τους φοιτητές</i>	• Εκτεταμένη χρήση ηλεκτρονικών βιβλιογραφικών βάσεων δεδομένων (Scopus, ScienceDirect, Springerlink) στη Διδασκαλία (Διαλέξεις, Ατομική/Ομαδική Εργασία) • Υποστήριξη Μαθησιακής διαδικασίας μέσω της ηλεκτρονικής πλατφόρμας e-class • Διαρκής επικοινωνία και συνεργασία διδάσκοντα-φοιτητή μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (e-mail)	
TEACHING METHODS <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 ώστε ο συνολικός φόρτος εργασίας σε επίπεδο εξαμήνου να αντιστοιχεί στα standards του ECTS</i>	Method description	Semester Workload
	A) Διαλέξεις B) Εργασία (Εξαμήνου) Μελέτης – Ανάλυσης – Παρουσίασης Έγκριτης Ερευνητικής/Επιστημονικής Βιβλιογραφίας (σε διαρκή επικοινωνία και συνεργασία διδάσκοντα- φοιτητή στην επαφή με επίκαιρο διδακτικό υλικό και στην ανάπτυξη κριτικού πνεύματος, μέσω: i) της ενσωμάτωσης στην εκπαιδευτική διαδικασία συνεχώς ανανεούμενου θεωρητικού και ερευνητικού υλικού, με έκθεση των φοιτητών στην έγκριτη διεθνή και ελληνική βιβλιογραφία: δημοσιεύσεις από διεθνή περιοδικά με κριτές και πρακτικά διεθνών & ελληνικών συνεδρίων /ημερίδων, αξιοποιώντας τις δυνατότητες του Internet	26

	ii) της μεταφοράς στους φοιτητές συγκεκριμένων συγχρόνων αποτελεσμάτων της επιστημονικής έρευνας iii) της ανατροφοδότησης από την πραγματοποίηση από προπτυχιακούς φοιτητές της Πτυχιακής τους εργασίας σε ερευνητικά θέματα)	
	Παρουσίαση Εργασιών	2
	Αυτοτελής Μελέτη	47
	Σύνολο Μαθήματος (25 ώρες φόρτου εργασίας ανά πιστωτική μονάδα)	75
ASSESSMENT METHODS <i>Περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης</i> <i>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</i> <i>Αναφέρονται ρητά προσδιορισμένα κριτήρια αξιολόγησης και εάν και που είναι προσβάσιμα από τους φοιτητές.</i>		
Προτείνονται δυο μέθοδοι εξέτασης, με στόχο την, κατά το δυνατόν, πληρέστερη αξιολόγηση της ανταπόκρισης, της επίδοσης και των ικανοτήτων των φοιτητών: α) τελική γραπτή εξέταση εξαμήνου (Α ή Β εξεταστική περίοδο), με 10 ερωτήσεις σύντομης απάντησης σε όλο το εύρος της ύλης, β) αξιολόγηση της προαιρετικής Εργασίας Εξαμήνου. Ο βαθμός της Εργασίας αυτής προκύπτει ως συνισταμένη του βαθμού ενεργοποίησης του φοιτητή για προετοιμασία της Εργασίας σε συνεχή συνεργασία με τον διδάσκοντα κατά τη διάρκεια του εξαμήνου και της αξιολόγησης τόσο του τελικού κειμένου της Εργασίας όσο και της παρουσίασης αυτής ενώπιον του συνόλου των φοιτητών του μαθήματος. Όταν επιλέγεται από το φοιτητή/ρια η προετοιμασία και παρουσίαση ολοκληρωμένης Εργασίας Εξαμήνου, ο Τελικός Βαθμός του μαθήματος $= 0,6 * (\beta) + 0,4 * (\alpha)$.		

5. RESOURCES

- Recommended Book Resources:

- Recommended Article/Paper Resources:

Ως πηγές για την εισαγωγή στις βασικές γνώσεις του αντικειμένου, καθώς και για εμβάθυνση σε ειδικότερα θέματα, προτείνονται:

BIBΛΙΑ

- “Carbon Capture and Storage in Industrial Applications”, OECD/International Energy Agency and United Nations/Industrial Development Organization, 2011.
- R.E. Hester, R.M. Harrison (eds.), “Carbon Capture: Sequestration and Storage”, Royal Society of Chemistry, RSC Publishing, 2010.
- S. Rackley, “Carbon Capture and Storage”, Gulf Professional Publishing, 2009.

ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ ΣΕ ΔΙΕΘΝΗ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ ΜΕ ΚΡΙΤΕΣ

- www.scopus.com
- www.sciencedirect.com
- www.springerlink.com

ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ ΣΕ ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΩΝ ΣΥΝΕΔΡΙΩΝ & ΗΜΕΡΙΔΩΝ

- www.tee.gr, Ιστοσελίδα ΤΕΕ (Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας)

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ - ΑΡΘΡΑ -ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

- www.ypeka.gr και www.minenv.gr, Ιστοσελίδα Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής
- www.chemeng.ntua.gr, Ιστοσελίδα Σχολής Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ
- www.psxm.gr, Ιστοσελίδα Πανελληνίου Συλλόγου Χημικών Μηχανικών