



## ΦΥΛΛΟ ΤΑΥΤΟΤΗΤΑΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Κωδ. αριθ.

5297

ΑΕΙ

ΕΜΠ

Τίτλος

### ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ

Στοιχεία  
μαθήματος

Τ.Π	Ενοστ. Μαθ.	ΕΞ	Ω/Ε		
ΧΜ	ΒΑ.ΕΠ	9°	ΥΠΧ	ΘΕ	3
	ΤΕ.ΕΠ	ΚΟΡ	ΕΠΑ	ΦΡ	
	ΤΧΛ.	ΚΑΤ	Π.ΤΜ	ΕΡΓ	2
	Ο.Α.Κ.			ΥΠΑ	
	Ξ.Γ.				

Προαπαιτ.  
γνώσεις

Ισοζύγια Μάζας & Ενέργειας, Σχεδιασμός I και II, Μηχανική Χημικών Διεργασιών I και II, Επιστήμη και Τεχνολογία Περιβάλλοντος, Περιβαλλοντική Μηχανική.

Σκοπός

Εξοικείωση με βασικές έννοιες Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) και το μεθοδολογικό πλαίσιο που προβλέπεται στην αποτίμηση και ανάλυση βιομηχανικών διεργασιών σε σχέση με τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις και όρους αειφορίας και γενικότερων επιπτώσεων στην κοινωνία. Εξοικείωση με ολιστικές και ολοκληρωμένες προσεγγίσεις επανασχεδιασμού και της οριοθέτησης στόχων με επίδειξη εφαρμογών βελτιστοποίησης στη χρήση νερού και στη διαχείριση των υγρών αποβλήτων.

Περιεχόμενο

- **Εισαγωγή σε βασικές έννοιες Ανάλυσης Κύκλου Ζωής** προϊόντων και υπηρεσιών. Γραμμικό έναντι κυκλικού μοντέλου. Πολυπλοκότητα του κύκλου ζωής προϊόντων. Εισαγωγή των ορίων του συστήματος. Ιστορικά στοιχεία πάνω στο Σκεπτικό και την Ανάλυση του Κύκλου Ζωής. Σύγκριση τεχνολογιών και προϊόντων μέσω παραδειγμάτων.
- **Μεθοδολογία Ανάλυσης Κύκλου Ζωής κατά ISO 14040/14044:** (α) Καθορισμός σκοπού και αντικειμένου της μελέτης, (β) Απογραφή δεδομένων, (γ) Εκτίμηση επιπτώσεων, (δ) Ερμηνεία αποτελεσμάτων. Ανάλυση παραδειγμάτων. Περιγραφή περιορισμών και υποθέσεων σε μία ΑΚΖ. Μεθοδολογία του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος Προϊόντος (Product Environmental Footprint).
- **Απογραφή δεδομένων (Life Cycle Inventory)** στην ΑΚΖ και τρόπος χρήσης εξειδικευμένων βιβλιοθηκών περιβαλλοντικών δεδομένων. Ανάλυση των διαφορετικών μεθοδολογιών διανομής (allocation methodologies).
- **Εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων βιομηχανικών διεργασιών** και ανάλυση των αποτελεσμάτων μέσω παραδειγμάτων και ασκήσεων. Hot spot analysis. Μαθηματική δομή της ΑΚΖ και μοντελοποίηση των συστημάτων παραγωγής. Περιγραφή διαφορετικών μοντέλων υπολογισμού περιβαλλοντικών επιπτώσεων.
- **Ανάλυση προσδοκώμενου Κύκλου Ζωής (prospective LCA)** για την εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων αναδυόμενων τεχνολογιών χαμηλού επιπέδου ετοιμότητας. Αβεβαιότητα δεδομένων. Ανάλυση ευαισθησίας και ανάλυση σεναρίων.
- **Ανάλυση «οριακού σημείου» για την περιβαλλοντική βελτιστοποίηση βιομηχανικών διεργασιών.** Σχεδιασμός «καθαρών» βιομηχανιών με βάση το «οριακό σημείο» χρήσης του νερού. Μεθοδολογία σχεδιασμού βιομηχανικών διεργασιών με σκοπό την

ελαχιστοποίηση παραγωγής αποβλήτων μέσω επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσής τους.

- **AKZ σε βιοδιυλιστήρια αξιοποίησης παραπροϊόντων.** Ολοκληρωμένος Σχεδιασμός με σκοπό την ελαχιστοποίηση αποβλήτων και την αξιοποίηση τους στην παραγωγή προϊόντων προστιθέμενης αξίας.

Ανάλυση διδασκαλίας:

Διδακτική εβδομάδα	Ενότητα	Αντικείμενο
1 <sup>η</sup>	Εισαγωγή στο Σκεπτικό και στην Ανάλυση του Κύκλου Ζωής προϊόντων και υπηρεσιών.	Γραμμικό έναντι κυκλικού μοντέλου. Πολυπλοκότητα του κύκλου ζωής προϊόντων. Εισαγωγή των ορίων του συστήματος. Ιστορικά στοιχεία πάνω στο Σκεπτικό και την Ανάλυση του Κύκλου Ζωής. Σύγκριση τεχνολογιών και προϊόντων μέσω παραδειγμάτων. Εισαγωγή στην AKZ.
	Υπολογιστικό Εργαστήριο	Εισαγωγή στα λογισμικά (CCaLC, Sima Pro, Aspen).
2 <sup>η</sup>	Μεθοδολογία της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής κατά ISO 14040/14044.	Καθορισμός σκοπού και αντικειμένου της μελέτης. Απογραφή δεδομένων. Εκτίμηση επιπτώσεων. Ερμηνεία αποτελεσμάτων. Ανάλυση παραδειγμάτων. Περιγραφή περιορισμών και υποθέσεων σε μία AKZ. Ανάλυση μεθοδολογιών κατανομής περιβαλλοντικού φορτίου (allocation methodologies). (Περιγραφή διαφορετικών μοντέλων υπολογισμού περιβαλλοντικών επιπτώσεων). <b>Ανάληψη Θεμάτων AKZ (ΘAKZ) από ομάδες.</b>
	Υπολογιστικό Εργαστήριο	Ανάπτυξη παραδειγμάτων και επίλυση ασκήσεων με χρήση Λογισμικών AKZ.
3 <sup>η</sup>	Απογραφή δεδομένων και εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων μέσω παραδειγμάτων.	Τρόπος χρήσης εξειδικευμένων βιβλιοθηκών περιβαλλοντικών δεδομένων και ανάλυση παραδειγμάτων AKZ για τον υπολογισμό περιβαλλοντικών επιπτώσεων εργοστασιακών (βιο-)διεργασιών. Ανάλυση Κρίσιμων Σημείων (AKΣ/hot spot analysis).
	Υπολογιστικό Εργαστήριο	Ανάλυση Κρίσιμων Σημείων (hot spot analysis) σε ασκήσεις και παραδείγματα. Υποστηρικτικό εργαστήριο ΘAKZ.
4 <sup>η</sup>	Επαναχρησιμοποίηση νερού σε βιομηχανικές διεργασίες.	Σχεδιασμός βιομηχανιών για την ελαχιστοποίηση στη χρήση νερού.
	Υπολογιστικό Εργαστήριο	Υποστηρικτικό εργαστήριο ΘAKZ.
5 <sup>η</sup>	Παρουσίαση Ομάδων (I)	Παρουσίαση ΘAKZ - Αποτελέσματα AKΣ στο επιλεγμένο θέμα και προτάσεις επανασχεδιασμού.
	Υπολογιστικό Εργαστήριο	Εισαγωγή στο GAMS. Επίλυση ασκήσεων ελαχιστοποίησης στη χρήση νερού. Υποστηρικτικό εργαστήριο ΘAKZ.
6 <sup>η</sup>	Προχωρημένα Θέματα AKZ I:	Ανάλυση αβεβαιότητας και προσδοκώμενου Κύκλου Ζωής (prospective LCA). Ανάλυση

		ευαισθησίας και εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων αναδυόμενων τεχνολογιών χαμηλού επιπέδου ετοιμότητας.
	Υπολογιστικό Εργαστήριο	Ασκήσεις ελαχιστοποίησης αποβλήτων. Υποστηρικτικό εργαστήριο ΘAKZ.
7 <sup>η</sup>	Προχωρημένα Θέματα AKZ II:	Ex-ante vs Ex-post LCA. Ενσωμάτωση AKZ στην επιλογή πρώτων υλών και διαμόρφωσης προϊόντων. Εισαγωγή στη θεωρία παιγνίων σε εφαρμογές διαχείρισης αστικών αποβλήτων και Κυκλικής Οικονομίας.
	Υπολογιστικό Εργαστήριο	Υποστηρικτικό εργαστήριο II στην άσκηση σχεδιασμού AKZ.
8 <sup>η</sup>	Παρουσίαση Ομάδων (II)	Παρουσίαση ΘAKZ - Βελτιώσεις από τον επανασχεδιασμό και δυναμικό για περαιτέρω βελτιώσεις.
	Υπολογιστικό Εργαστήριο	Εισαγωγή στην πολυκριτηριακή βελτιστοποίηση και στην προτυποποίηση με χρήση δεδομένων. Υπολογιστικά εργαστήρια σε θεωρία παιγνίων.

Απασχόλ.  
Σπουδ. Ωρες /  
Εξαμ.

ΘΕ	24	ΦΡ		ΕΡΓ	16	Κ.ΟΙΚ	135	175
----	----	----	--	-----	----	-------	-----	-----

Διδάσκοντες

**Θεωρία:** Α. Κοκόσης (Καθ. ΕΜΠ - Συντονιστής), Α. Βλυσίδης (Επικ. Καθ. ΕΜΠ).  
**Εργαστήριο:** Α. Βλυσίδης (Επικ. Καθ. ΕΜΠ), Δ. Κουλλάς (ΕΔΙΠ ΕΜΠ), Λ. Καραογλάνογλου (ΕΔΙΠ ΕΜΠ).

Διδ. βοηθ.

Σημειώσεις των διδασκόντων.

Τυπικό Δ.Σ.

1. Sustainable Engineering: Concepts, Design, and Case Studies, D Allen and D. Shonnard, (2018), Prentice Hall.
2. A Azapagic and S Perdan (2011), Sustainable Development in Practice: Case Studies for Engineers and Scientists 2<sup>nd</sup> Edition, Kindle Edition.
3. R. Smith (2018) Chemical Process Design and Integration, John Wiley & Sons Ltd.

Μεθ. διεξ.

Διδασκαλία θεωρίας και παραδειγμάτων από έδρα. Παράλληλα, στο εργαστήριο υπολογιστών οι φοιτητές θα αναλάβουν τον σχεδιασμό και την επίλυση πρακτικών ασκήσεων AKZ με χρήση λογισμικών βάσει ISO 14040/14044. Επίσης, κάθε φοιτητής θα αναλάβει ένα συγκεκριμένο έργο AKZ, τα δεδομένα του οποίου μπορεί να προέρχονται από το μάθημα του Σχεδιασμού. Τα αποτελέσματα του έργου θα παρουσιάζονται με προφορικές παρουσιάσεις από τους φοιτητές στο τέλος του εξαμήνου. Επιπλέον, θα υπάρχουν σειρές ασκήσεων πάνω στην AKZ και στην ελαχιστοποίηση χρήσης νερού και παραγωγής αποβλήτων στη βιομηχανία.

Αξιολ. επιδ.

Η αξιολόγηση θα γίνει μέσω ατομικής εργασίας (ΑΕ).

Ενιαίος  
βαθμός

= (ΑΕ)

Διδακτικό  
έργο

1. Διδασκαλία θεωρίας: 3 ώρες/εβδομάδα (εκτελείται από τους διδάσκοντες).
2. Φροντιστηριακές - Εργαστηριακές ασκήσεις: 2 ώρες/εβδομάδα (εκτελείται από μέλη ΕΔΙΠ –ΕΤΕΠ και ΔΕΠ).

Επεξήγηση Συντμήσεων

Τ. Π.	Τμήμα Προέλευσης
Ενοτ. Μα	Ενότητα Μαθημάτων
ΒΑ. ΕΠ.	Βασικών Επιστημών
ΤΕ. ΕΠ.	Τεχνικών Επιστημών (engineering)
ΤΧΛ	Τεχνολογικών
Ο.Α.Κ	αναγράφεται Ο=οικονομικά, Α = ανθρωπιστικά και Κ = κοινωνιολογικά
Ξ. Γ.	ξένες γλώσσες
ΕΞ	εξάμηνο σπουδών που διδάσκεται το μάθημα
ΚΟΡ	μαθήματα κορμού που απευθύνονται στο σύνολο της τάξης
ΚΑΤ	μαθήματα κατεύθυνσης
ΥΠΧ	υποχρεωτικό μάθημα
ΕΠΛ	μάθημα επιλογής
Π.ΤΜ	παράλληλα τμήματα
Ω/Ε	ώρες/εβδομάδα που περιλαμβάνονται στο ωρολόγιο πρόγραμμα
ΘΕ	θεωρητική διδασκαλία (Ω/Ε)
ΦΡ	φροντιστήριο (Ω/Ε)
ΕΡΓ	εργαστήριο (Ω/Ε)
ΥΠΛ	υπολογιστικές ασκήσεις (Ω/Ε)
Τυπικό Δ. Σ	Τυπικό Διεθνές Σύγγραμμα
Απ.Σπ. Ω /ΕΞ	ώρες απασχόλησης σπουδαστή ανά εξάμηνο
Κ. ΟΙΚ.	κατ' οίκον