

## ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗ

### ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

#### 1. ΓΕΝΙΚΑ

<b>ΣΧΟΛΗ</b>	ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ		
<b>ΤΜΗΜΑ</b>	ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ		
<b>ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ</b>	ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ		
<b>ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>		<b>ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ</b>	1ο
<b>ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>	ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗ		
<b>ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ</b> <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>		<b>ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ</b>	<b>ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ</b>
Διαλέξεις και Εργαστηριακές Ασκήσεις		3	6
<b>ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b> <i>Υποβάθρου , Γενικών Γνώσεων, Επιστημονικής Περιοχής, Ανάπτυξης Δεξιοτήτων</i>	Επιστημονικής Περιοχής, Ανάπτυξης Δεξιοτήτων		
<b>ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:</b>			
<b>ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:</b>	Ελληνική		
<b>ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS</b>	ΝΑΙ (στην Αγγλική γλώσσα)		
<b>ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL)</b>			

#### 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.*

Το μάθημα εστιάζει στην εφαρμογή των αρχών της κυκλικής οικονομίας και της περιβαλλοντικής αξιολόγησης στο πλαίσιο των θερμοκηπιακών συστημάτων. Παρέχει στους φοιτητές θεωρητική κατάρτιση και πρακτική εξάσκηση στη μεθοδολογία Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (Life Cycle Assessment - LCA), με στόχο τη συστηματική αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκύπτουν από τη λειτουργία, την κατασκευή, και τις εισροές/εκροές των θερμοκηπίων. Το μάθημα καλύπτει εργαλεία, λογισμικά και πρότυπα για την ποσοτική εκτίμηση περιβαλλοντικών δεικτών (όπως αποτύπωμα άνθρακα, κατανάλωση ενέργειας και υδάτινων πόρων), ενισχύοντας τις δυνατότητες βελτιστοποίησης της κυκλικής αποδοτικότητας. Περιλαμβάνονται μελέτες περίπτωσης και εργαστηριακές εφαρμογές με πραγματικά ή υποθετικά σενάρια, υποστηρίζοντας τον βιώσιμο σχεδιασμό και την περιβαλλοντική και στρατηγική αναβάθμιση αγροτεχνολογικών μονάδων.

Μαθησιακά αποτελέσματα: Με το πέρας του μαθήματος οι φοιτητές θα είναι σε θέση να:

- **Κατανοούν σε βάθος** τις βασικές αρχές της κυκλικής οικονομίας και τη διασύνδεσή της με τα συστήματα αγροδιατροφής και ελεγχόμενου περιβάλλοντος (θερμοκήπια).
- **Εξηγούν τη μεθοδολογία Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (Life Cycle Assessment - LCA)** και να περιγράφουν τα βασικά της στάδια (ορισμός στόχου και πεδίου, απογραφή, εκτίμηση επιπτώσεων, ερμηνεία).
- **Εφαρμόζουν εργαλεία LCA** για την ποσοτική αποτίμηση της περιβαλλοντικής επίδοσης θερμοκηπιακών συστημάτων και συναφών τεχνολογιών.
- **Αναλύουν δεδομένα περιβαλλοντικής αποδοτικότητας**, εντοπίζοντας τα κύρια σημεία παρέμβασης για τη βελτιστοποίηση των συστημάτων σε κυκλική κατεύθυνση.

- Συγκρίνουν εναλλακτικά σενάρια λειτουργίας θερμοκηπίων με βάση δείκτες LCA (π.χ. αποτύπωμα άνθρακα, κατανάλωση ενέργειας και νερού).
- Εκπονούν βασικές μελέτες LCA με χρήση σύγχρονου λογισμικού (π.χ. SimaPro ή OpenLCA) για πραγματικές ή υποθετικές περιπτώσεις θερμοκηπιακής παραγωγής.
- Αξιολογούν και επικοινωνούν περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε τεχνικό και μη τεχνικό κοινό με βάση τεκμηριωμένα δεδομένα.
- Συνδέουν θεωρητικά και πρακτικά τη βιωσιμότητα των θερμοκηπιακών συστημάτων με τις στρατηγικές αποδοτικότητας πόρων και σχεδιασμού κυκλικής οικονομίας.

#### 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

- **Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών**, με τη χρήση και των απαραίτητων τεχνολογιών (LCA software, βάσεις δεδομένων περιβαλλοντικών επιπτώσεων).
- **Λήψη αποφάσεων** στη βάση περιβαλλοντικών και τεχνικών παραμέτρων για τη βελτιστοποίηση αγροτεχνολογικών συστημάτων.
- **Αυτόνομη εργασία**, μέσω ατομικών εργασιών LCA και κριτικής ανάλυσης περιβαλλοντικών σεναρίων.
- **Ομαδική εργασία**, μέσα από συνεργατικά project και μελέτες περίπτωσης.
- **Εργασία σε διεπιστημονικό περιβάλλον**, συνδυάζοντας στοιχεία από γεωπονία, περιβαλλοντική επιστήμη, μηχανική, και οικονομία κυκλικής παραγωγής.
- **Παράγωγή νέων ερευνητικών ιδεών**, με επίκεντρο τη βιωσιμότητα, την επαναχρησιμοποίηση πόρων, και την ανάλυση κύκλου ζωής σε πραγματικά ή προσομοιωμένα συστήματα.
- **Σχεδιασμός και διαχείριση έργων**, μέσω εργασιών που περιλαμβάνουν στρατηγικές προτάσεις για την περιβαλλοντική αναβάθμιση θερμοκηπίων.
- **Σεβασμός στο φυσικό περιβάλλον**, καθώς η μεθοδολογία LCA στοχεύει στην ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε όλο τον κύκλο ζωής ενός συστήματος.
- **Άσκηση κριτικής και αυτοκριτικής**, κατά την αξιολόγηση περιβαλλοντικών μελετών και την ερμηνεία αποτελεσμάτων.
- **Προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης**, με τη σύνθεση γνώσεων από διαφορετικά πεδία και την ανάδειξη καινοτόμων περιβαλλοντικών λύσεων.

### 3. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

1	Εισαγωγή στην κυκλική οικονομία & βασικά περιβαλλοντικά ζητήματα
2	Θεωρία & μεθοδολογία LCA: Στάδια και διεθνή πρότυπα (ISO 14040/44)
3	Ορισμός στόχου, πεδίου και συλλογή δεδομένων
4	Εκτίμηση επιπτώσεων LCA: δείκτες, βάσεις δεδομένων & εργαλεία λογισμικού
5	Χρήση λογισμικού LCA σε παράδειγμα θερμοκηπίου
6	Εισροές, υλικά & ενέργεια στην κατασκευή και λειτουργία θερμοκηπιακών συστημάτων
7	Ποσοτικοποίηση εισροών-εκροών σε δομημένο σύστημα θερμοκηπίου
8	Ερμηνεία και εφαρμογή αποτελεσμάτων LCA σε θερμοκηπιακά συστήματα
9	Σύγκριση σεναρίων και ευαισθητοποίησης παραμέτρων σε LCA
10	Σχεδιασμός για κυκλικότητα: Επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση & απόβλητα
11	Ανάπτυξη προτάσεων κυκλικού σχεδιασμού και οικoσχεδίων (eco-designs)
12	Παρουσιάσεις μελετών περίπτωσης και εργασιών LCA

### 4. ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

<p><b>ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ</b> Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξ αποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.</p>	<p>Πρόσωπο με πρόσωπο. Διδασκαλία με φυσική παρουσία</p>													
<p><b>ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ</b> Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία με τους φοιτητές</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Διδασκαλία: Χρήση εκπαιδευτικών παρουσιάσεων (π.χ. PowerPoint) και διαδικτυακών εργαλείων επεξήγησης της μεθοδολογίας LCA (π.χ. Simapro tutorials and documentation).</li> <li>• Εργαστηριακή εκπαίδευση: Εφαρμογή εξειδικευμένου λογισμικού Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (π.χ. Simapro, OpenLCA), χρήσης βάσεων δεδομένων (π.χ. Ecoinvent, Agribalysse), και εργαλείων online μοντελοποίησης περιβαλλοντικής επίδωσης με χρήση LCA.</li> <li>• Επικοινωνία με φοιτητές: Υποστήριξη μαθησιακής διαδικασίας μέσω της ηλεκτρονικής πλατφόρμας e-class. Επικοινωνία μέσω email, τηλεδιασκέψεων (MS Teams, Zoom) και εργαλείων συνεργατικής συγγραφής (π.χ. Google Docs) για ομαδικές εργασίες και ανατροφοδότηση.</li> </ul>													
<p><b>ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ</b> Περιγράφονται αναλυτικά ο τρόπος και μέθοδοι διδασκαλίας. Διαλέξεις, Σεμινάρια, Εργαστηριακή Άσκηση, Άσκηση Πεδίου, Μελέτη &amp; 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</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="675 770 1070 846">Δραστηριότητα</th> <th data-bbox="1070 770 1353 846">Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου (ώρες)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="675 846 1070 882">Διαλέξεις</td> <td data-bbox="1070 846 1353 882">50</td> </tr> <tr> <td data-bbox="675 882 1070 918">Εργαστηριακές Ασκήσεις</td> <td data-bbox="1070 882 1353 918">14</td> </tr> <tr> <td data-bbox="675 918 1070 954">Αυτοτελής Μελέτη</td> <td data-bbox="1070 918 1353 954">61</td> </tr> <tr> <td data-bbox="675 954 1070 990">Εργασίες (case study)</td> <td data-bbox="1070 954 1353 990">25</td> </tr> <tr> <td data-bbox="675 990 1070 1099"><b>Σύνολο Μαθήματος (25 ώρες φόρτου εργασίας ανά πιστωτική μονάδα)</b></td> <td data-bbox="1070 990 1353 1099"><b>150</b></td> </tr> </tbody> </table>	Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου (ώρες)	Διαλέξεις	50	Εργαστηριακές Ασκήσεις	14	Αυτοτελής Μελέτη	61	Εργασίες (case study)	25	<b>Σύνολο Μαθήματος (25 ώρες φόρτου εργασίας ανά πιστωτική μονάδα)</b>	<b>150</b>	
Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου (ώρες)													
Διαλέξεις	50													
Εργαστηριακές Ασκήσεις	14													
Αυτοτελής Μελέτη	61													
Εργασίες (case study)	25													
<b>Σύνολο Μαθήματος (25 ώρες φόρτου εργασίας ανά πιστωτική μονάδα)</b>	<b>150</b>													
<p><b>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ</b> Περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης  Γλώσσα Αξιολόγησης, Μέθοδοι αξιολόγησης,</p>	<p>I. Η γλώσσα αξιολόγησης είναι η ελληνική</p> <p>II. Ο βαθμός στη θεωρία προκύπτει κατά 80% από τον βαθμό της τελικής γραπτής εξέτασης και 20% από την αυτοτελή μελέτη η οποία θα περιλαμβάνει παρουσίαση εργασίας (case study) (20%)</p>													

## 5. ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

<p>-Προτεινόμενη Βιβλιογραφία :</p> <p>-Συναφή</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ΣΥΣΤΑΣΗ (ΕΕ) 2021/2279 ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ της 15ης Δεκεμβρίου 2021 σχετικά με τη χρήση των μεθόδων περιβαλλοντικού αποτυπώματος για τη μέτρηση και τη γνωστοποίηση των περιβαλλοντικών επιδόσεων κατά τον κύκλο ζωής των προϊόντων και των οργανισμών, Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2021.</li> <li>2. Τεχνική Προστασίας Περιβάλλοντος – Αρχές Αειφορίας, Νικόλαος Μουσιόπουλος, Λεωνίδας Ντζιαχρήστος, Θεοδώρα Σλίνη, Εκδόσεις, ΣΕΑΒ, 2015.</li> <li>3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ, Επιμέλεια Ν. Μουσιόπουλος, Α. Μπούρα, Εκδόσεις Ζήτη, 1999</li> <li>4. COMMISSION RECOMMENDATION (EU) 2021/2279 of 15 December 2021 on the use of the Environmental Footprint methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations. Official Journal of the European Union, 2021.</li> <li>5. Life Cycle Assessment - Theory and Practice, Edited by Michael Z. Hauschild, Ralph K. Rosenbaum, Stig Irving Olsen, Springer Cham, 2018 <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-319-56475-3">https://doi.org/10.1007/978-3-319-56475-3</a></li> </ol>
--

6. Handbook on life cycle assessment: operational guide to the ISO standards, Edited by Jeroen B. Guinée, Springer Science & Business Media, 2002.

*-Συναφή επιστημονικά περιοδικά:*

- Journal of Cleaner Production – Elsevier
- International Journal of Life Cycle Assessment – Springer
- Resources, Conservation and Recycling – Elsevier
- Sustainability – MDPI (ειδικά θεματικά τεύχη για LCA & circular agriculture)
- Agricultural Systems – Elsevier
- Environmental Science & Technology – ACS
- Science of the Total Environment – Elsevier