**ΘΕΜΑ ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ**

*«ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ ΑΠΟ ΒΙΟ-ΑΙΘΑΝΟΛΗ»*

**Στα πλαίσια της τεχνο-οικονομικής μελέτης του μαθήματος «Σχεδιασμός και Βελτιστοποίηση Περιβαλλοντικών Συστημάτων ΙΙ», οι ομάδες των φοιτητών του Τμήματος Μηχανικών Περιβάλλοντος καλούνται να σχεδιάσουν μία πλήρη διεργασία παραγωγής υδρογόνου από βιο-αιθανόλη. Η βιο-αιθανόλη θα αποτελέσει την τροφοδοσία της διεργασίας και το υδρογόνο θα αποτελέσει το κύριο προϊόν της διεργασίας. Ενδεικτικά τα βήματα που πρέπει να ακολουθήσουν οι φοιτητές και τα δεδομένα που πρέπει να συλλέξουν είναι:**

1. *Βιβλιογραφικά στοιχεία που αφορούν τον τρόπο παραγωγής βιοαιθανόλης: Ανασκόπηση διεργασιών παραγωγής βιο-αιθανόλης και συνοπτική περιγραφή τους. Καταγραφή περιοχών της Ελλάδος που μπορεί να λάβει χώρα η παραγωγή της βιο-αιθανόλης ανάλογα με τις ενεργειακές καλλιέργειες που είναι δυνατό να αναπτυχθούν, καθώς και τις προσδοκώμενες στρεμματικές αποδόσεις. Χρήσεις βιοαιθανόλης στην τρέχουσα αγορά.*
2. *Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά (specification sheet) της βιο-αιθανόλης και του υδρογόνου (π.χ. μοριακό βάρος, σημείο βρασμού, προβλήματα μεταφοράς, θέματα υγιεινής και ασφάλειας κατά την χρήση τους).*
3. *Ανασκόπηση διεργασιών παραγωγής υδρογόνου μέσω βιο-αιθανόλης από την βιβλιογραφία. Εύρεση διαθέσιμων διαγραμμάτων ροής από την βιβλιογραφία και επιλογή κατάλληλης διεργασίας. Ενδεικτικές διεργασίες α) αναμόρφωση με ατμό (steam reforming), β) μερική οξείδωση (partial oxidation), γ) διάσπαση/αποσύνθεση (decomposition), δ) αυτόθερμη αναμόρφωση με ατμό (autothermal steam reforming). Οι ομάδες φοιτητών θα προτείνουν το προκαταρκτικό διάγραμμα ροής.*
4. *Προσομοίωση προκαταρκτικού διαγράμματος ροής για δυναμικότητα* ***Χ*** *tn/hr ανάλογα με την αναθέτουσα σε κάθε ομάδα Ελληνική περιφέρεια (π.χ. Κρήτη, Θεσσαλία, Πελλοπόνησος, Κεντρική Μακεδονία, Δυτική Μακεδονία). Η προσομοίωση θα πραγματοποιηθεί με το λογισμικό Aspen Hysys και θα καταγραφούν τα πλήρη ισοζύγια μάζας και ενέργειας για κάθε ρεύμα της προτεινόμενης διεργασίας και για κάθε μηχανολογικό εξοπλισμό (π.χ. εναλλάκτες θερμότητας, αντιδραστήρες ,δοχεία διαχωρισμού PSA, συμπιεστές, κ.α.).*
5. *Με βάση τα πλήρη ισοζύγια μάζας και ενέργειας θα πραγματοποιηθεί διαστασιολόγηση όλου του εξοπλισμού (π.χ. εύρεση επιφάνειας εναλλακτών θερμότητας, όγκου δοχείων αποθήκευσης, ισχύς αντλιών/συμπιεστών, όγκου αντιδραστήρων κτλ). Με βάση την διαστασιολόγηση θα προχωρήσει η εύρεση του συνολικού κόστους του μηχανολογικού εξοπλισμού.*
6. *Με βάση το συνολικό κόστους του μηχανολογικού εξοπλισμού θα εκτιμηθεί το κόστος του πάγιου κεφαλαίου/επένδυσης (Fixed Capital Investment, FCI) καθώς και το κόστος παραγωγής προϊόντος (Total Product Cost, TPC). Παράλληλα, θα λάβει χώρα και πλήρης οικονομική ανάλυση για την πρόβλεψη κέρδους του συνολικού εγχειρήματος (Net Present Value, απλό/σύνθετο επιτόκιο, Profitability Index, Gross/Net Profit κ.α.) για την διάθεση του παραγόμενου υδρογόνου σε σταθμούς ανεφοδιασμού υδρογόνου και σε κυψέλες καυσίμου για παραγωγή ενέργειας και διάθεσης στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας.*
7. *Βελτίωση/Βελτιστοποίηση των οικονομικών προοπτικών της διεργασίας εφόσον αυτό είναι δυνατόν. Π.χ. σχεδιασμός δικτύου εναλλακτών, χρήση ρευμάτων ανακύκλωσης, χρήση παραπροϊόντων προς πώληση.*
8. *Θέματα χωροταξίας, ασφάλειας λειτουργίας της μονάδας, αποστάσεις ασφαλείας (προκαταρκτική/ενδεικτική διαστασιολόγηση σωληνώσεων), αξιοποίηση/διαχείριση αποβλήτων.*
9. *Επίσης, θα κληθούν οι φοιτητές να παρουσιάσουν με βάση τις γνώσεις τους και βάσει της διαθέσιμης βιβλιογραφίας, στοιχεία «Ανάλυσης Κύκλου Ζωής» για την προτεινόμενη διεργασία. Με τον τρόπο αυτό θα επιβεβαιωθεί ότι ο σχεδιασμός του περιβαλλοντικού συστήματος προκαλεί μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.*
10. *Τελική παρουσίαση αποτελεσμάτων υπό μορφή έντυπης εργασίας και αξιολόγηση.*

**Ενδεικτική Βιβλιογραφία (θα εμπλουτίζεται τακτικά στο eclass)**

1. Mostafa El-Shafie, Shinji Kambara, Yukio Hayakawa, Hydrogen Production Technologies Overview, Journal of Power and Energy Engineering, 2019, 7, 107-154

http://www.scirp.org/journal/jpee

1. Nicolas Bion, Florence Epron, Daniel Duprez, Bioethanol reforming for H2 production. A comparison with hydrocarbon reforming, Catalysis, 2010, 22, 1–55, The Royal Society of Chemistry 2010DOI: 10.1039/9781847559630-00001
2. Meng Ni, Dennis Y.C. Leung, Michael K.H. Leung, A review on reforming bio-ethanol for hydrogen production, International Journal of Hydrogen Energy, Volume 32, Issue 15, October 2007, Pages 3238-3247
3. Magdalena Momirlan, T.N.Veziroglu, The properties of hydrogen as fuel tomorrow in sustainable energy system for a cleaner planet, International Journal of Hydrogen Energy Volume 30, Issue 7, July 2005, Pages 795-802
4. Wenhao Fanga, Sébastien Paul,Mickaël Capron, Franck Dumeignil, Louise Jalowiecki-Duhamel, Hydrogen production from bioethanol catalyzed by NiXMg2AlOY ex-hydrotalcite catalysts, Applied Catalysis B: Environmental Volumes 152–153, 25 June 2014, Pages 370-382
5. Hua Song, Catalytic Hydrogen Production from Bioethanol, RTI International USA (<http://cdn.intechopen.com/pdfs/27360/InTech-Catalytic_hydrogen_production_from_bioethanol.pdf>)
6. Katsutoshi Sato, Kosuke Kawano, Akiko Ito, Yusaku Takita, Katsutoshi Nagaoka, Hydrogen Production from Bioethanol: Oxidative Steam Reforming of Aqueous Ethanol Triggered by Oxidation of Ni/Ce0.5Zr0.5O2−x at Low Temperature, CHEMSUSCHEM, Volume3, Issue12 December 17, 2010, Pages 1364-1366 (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/cssc.201000221>)
7. Ilenia Rossetti, Josè Lasso, Matteo Compagnoni, Giorgia De Guido, Laura Pellegrini, H2 Production from Bioethanol and its Use in Fuel-Cells, CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS VOL. 43, 2015 (<https://www.aidic.it/cet/15/43/039.pdf>)
8. L. Hernandez and V. Kafarov, Process Integration of Bioethanol from Sugar Cane and Hydrogen Production, Journal of Applied Sciences Volume 7 (15): 2015-2019, 2007 (<https://scialert.net/fulltextmobile/?doi=jas.2007.2015.2019>)
9. Mamatha Devarapalli, Hasan K. Atiyeh, A review of conversion processes for bioethanol production with a focus on syngas fermentation, Biofuel Research Journal 7 (2015) 268-280
10. <http://www.microenergy2017.org/Slides_Rossetti.pdf>
11. Ashutosh Kumar, R. Prasad, Y.C. Sharma, Steam Reforming of Ethanol: Production of Renewable Hydrogen, International Journal of Environmental Research and Development, Volume 4, Number 3 (2014), pp. 203-212 <https://www.ripublication.com/ijerd_spl/ijerdv4n3spl_02.pdf>